

Makale

# Elit Japon Yüzücülerin Beden Egzersizi İçin Pozitif ve Negatif İyonların Etkinliği: Öznel ve Biyolojik Duygusal Değerlendirmeler

Goichi Hagiwara <sup>1,\*</sup>, Hirotohi Mankyu <sup>1</sup>, Takaaki Tsunokawa <sup>2</sup>, Masaru Matsumoto <sup>3</sup> ve Hirokazu Funamori <sup>3</sup>

<sup>1</sup> National Institute of Fitness and Sports in Kanoya, 1 Shiromizucho, Kanoya-shi, Kagoshima 891-2393, Japan; mankyu@nifs-k.ac.jp

<sup>2</sup> Faculty of Health and Sport Science, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-8574, Japan; tsunokawa.takaaki.ke@u.tsukuba.ac.jp

<sup>3</sup> Sharp Corporation, 3-1-72 Kitakamei-cho, Yao-shi, Osaka 581-8585, Japan; matsumoto\_masaru@sharp.co.jp (M.M.); funamori.hirokazu@sharp.co.jp (H.F.)

\* Yazışma: hagiwara-g@nifs-k.ac.jp; Tel.: +81-994-46-4926

Alındı: 21 Mayıs 2020; Kabul: 16 Haziran 2020; Yayın: 18 Haziran 2020

**Özet:** Bu çalışmanın amacı, seçkin yüzücülerin bedensel egzersizleri sırasında pozitif ve negatif iyon ortamında öznel ve objektif uyarılmalarını incelemektir. Katılımcılar Fédération Internationale de Natation (FINA) Yüzme Dünya Kupası'na (yaş: 20.80 ± 1.39, beş erkek ve beş kadın) katılan 10 seçkin Japon kolej yüzücüsüyü. Her katılımcı, dört haftalık bir arayla iki deneyden geçti (hem pozitif hem de negatif iyon ortamına ve kontrol ortamına tabi tutuldu). Egzersiz görevi, yüzücüler için Yüksek Yoğunluklu Süreli Egzersiz (HIIT) rutiniydi. Öznel uyarılma durumu, İki Boyutlu Ruh Hali Ölçeği (TDMS) kullanılarak ölçüldü. Ek olarak, elit yüzücülerin uyarılma durumunu değerlendirmek için elektroensefalogram (EEG) şeklinde biyolojik duygusal değerlendirmeler yapıldı. Dinlenme ve egzersiz sırasında uyarılma düzeyindeki değişikliğin incelenmesi, hem öznel hem de nesnel uyarılma düzeylerinin, pozitif ve negatif iyon ortamında kontrol ortamına göre anlamlı olarak daha yüksek olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak, ortalama egzersiz performans skorları da pozitif ve negatif iyon ortamında kontrol ortamına göre önemli ölçüde daha yüksekti. Bu çalışma, pozitif ve negatif iyon ortamının spor egzersizleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Antreman ortamı; Spor Dalları; Atletler; süreli egzersiz; biyolojik duygusal değerlendirme; spor bilimleri

## 1. Giriş

Uyarılma, insanın psikolojik bir durumdur ve "çalışılmış" veya "enerji" verilmiş [1] olarak tanımlanır. Ek olarak, Oksendin [2], yüksek seviyelerde uyarılmanın maksimum performans için fayda sağlayacağını veya bunun için gerekli olacağını öne sürmüştür; bu nedenle, çeşitli çalışmalar uyarılma ve spor performansı arasındaki ilişkileri araştırmıştır [1,3,4]. Yamazaki ve Sugiyama [4], öznel uyarılma düzeyi ile spor performansı arasındaki ilişkileri incelemiş ve sonuçlar, Japon kolejli badminton oyuncuları arasında, daha yüksek uyarılma düzeyine sahip sporcuların önemli ölçüde daha yüksek şut başarı oranlarına sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca Fronso ve ark. [5], havali tabanca atışlarına katılan Olimpik atletlerde biyolojik uyarılma düzeyini değerlendirmek için bir elektroensefalogram (EEG) kullandı ve uyarılma düzeyi ile spor performansı arasındaki ilişkileri araştırdı. Sonuçlar, daha yüksek uyarılma seviyelerinin kontrollü atış performansı ile ilişkili olduğunu gösterdi. Anketler kullanılarak [1,4,6] uyarılma düzeyi ile ilgili öznel değerlendirmeler

yapılmasına rağmen, psikolojik uyarılma düzeyinin biyolojik değerlendirmeleri hakkında az sayıda çalışma denenmiştir.

Hava iyonları, doğada var olan ve havada pozitif veya negatif yüklü moleküller veya atomlar olan küçük parçacıklardır [7]; pozitif yüklü iyonlar pozitif iyonlardır ve negatif yüklü iyonlar negatif iyonlardır [8]. Ek olarak, pozitif ve negatif iyonlar içeren hava iyonları, atmosferin arındırılması ve koku giderme gibi belirli yeteneklere sahiptir [9]. Bu nedenle, hava iyonları ile insan duyguları arasındaki ilişki üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

İnsanlarda hava iyonları ve duygu arasındaki ilişki üzerine daha önce çalışmalar yapılmıştır [10]. Flory vd. [11], 18 kadının arka arkaya 12 günden fazla yüksek yoğunluklu iyon ortamında kaldığı bir deney yaptı ve sonuçlar, yüksek yoğunluklu negatif iyon ortamının depresyonu azalttığını gösterdi. Ek olarak, negatif iyonlar ile depresyon [12-15], daha düşük stres [16] ve artan iyilik hali [17] arasındaki ilişkiyi inceleyen başka çalışmalar yapılmıştır. Birkaç çalışma aynı zamanda pozitif iyon ortamları ile insan duyguları arasında bir ilişki olduğunu ileri sürmektedir [10]. Örneğin, Gianinni ve ark. [18], pozitif hava iyonları ile duygu arasındaki ilişkiyi incelemişler ve bu durumda kaygı ve heyecanın önemli ölçüde arttığını bulmuşlardır. Ek olarak, pozitif iyonlar ile tatsızlık, tahriş ve anksiyete duyguları arasındaki ilişki doğrulanmıştır [18,19].

İyon çalışmalarında bazı şüpheler olsa da, yukarıda bahsedilen çalışmaların sonuçları bunların duygusal değişikliklerle bağlantılı olduğunu doğrulamaktadır. Ek olarak, pozitif ve negatif iyonlar ile sporcuların spor bilimi alanındaki duygu ve performansları arasındaki ilişki üzerine çok az araştırma yapılmış ve Japonya'da böyle bir araştırma bulunmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı, seçkin Japon yüzücülerin beden egzersizi sırasında pozitif ve negatif iyon ortamında öznel ve objektif uyarılmalarını incelemektir.

## 2. Malzeme ve Yöntem

### 2.1. Katılımcılar ve İnceleme Kurgusu

Kurumsal inceleme kurulu onayı, ilgili yazarın araştırma enstitüsünden alınmıştır (Kanoya'daki Ulusal Fitness ve Spor Enstitüsü, Kurumsal İnceleme Kurulu, No. 11-6). Katılımcılar deneyden önce bu çalışmanın amacı ve talimatları hakkında bilgilendirildi.

Katılımcılar Fédération Internationale de Natation (FINA) Yüzme Dünya Kupası'na (yaş: 20.80 ± 1.39, 5 erkek ve 5 kadın) katılan 10 seçkin Japon kolej yüzücüsüydü. Her katılımcı, dört haftalık bir aralıkta iki deneyden geçti. İki tür deney ortamı hazırlandı: deney odasındaki atmosferi pozitif ve negatif iyonların doldurduğu bir durum (PNI koşulu) ve iyonların üretilmediği bir durum (kontrol koşulu). Katılımcıların hangi duruma maruz kaldıklarını bilmelerini önlemek için deney ortamı rastgele değiştirilerek koşullar körleştirildi. Randomizasyonun ayrıntıları aşağıda açıklanmıştır.

İlk deney iki gün içinde yapıldı. İlk gün bir PNI koşulu oluşturduk ve atmosferi hava iyonlarıyla doldururken deneyler yaptık. Katılımcılar rastgele atandı ve iki ortamdaki birinde egzesiz yaptırıldı (ilk deneyde, PNI durumunda üç kadın ve iki erkek sporcu yapıldı). PNI koşulundaki deney tamamlandıktan sonra, iyonlaştırıcıları durdurmak ve PNI'yı odadan çıkarmak için deney laboratuvarı bir gün süreyle açıldı. Daha sonra, PNI'siz ortamda ve kontrol koşulunda geri kalan beş kişiye (üç kadın, iki erkek) deneyler yaptıkları doğrulandı. İlk deneyden dört hafta sonra, katılımcılara aynı prosedürü uygulandı ve ikinci deney gerçekleştirildi.

Katılımcılar rastgele atandı ve iki ortamdaki birinde eğitildi (PNI koşulunda üç kadın ve iki erkek sporcu üzerinde ilk deney yapıldı). PNI koşulundaki deney tamamlandıktan sonra, iyonlaştırıcıları durdurmak ve PNI'yı odadan çıkarmak için deney laboratuvarı bir gün süreyle havalandırıldı. Daha sonra, PNI olmadığı ve geri kalan beş kişinin (üç kadın, iki erkek) kontrol koşulunda deneyler yaptıkları doğrulandı. İlk deneyden dört hafta sonra, katılımcılar aynı prosedürü uyguladılar ve ikinci deney gerçekleştirildi.

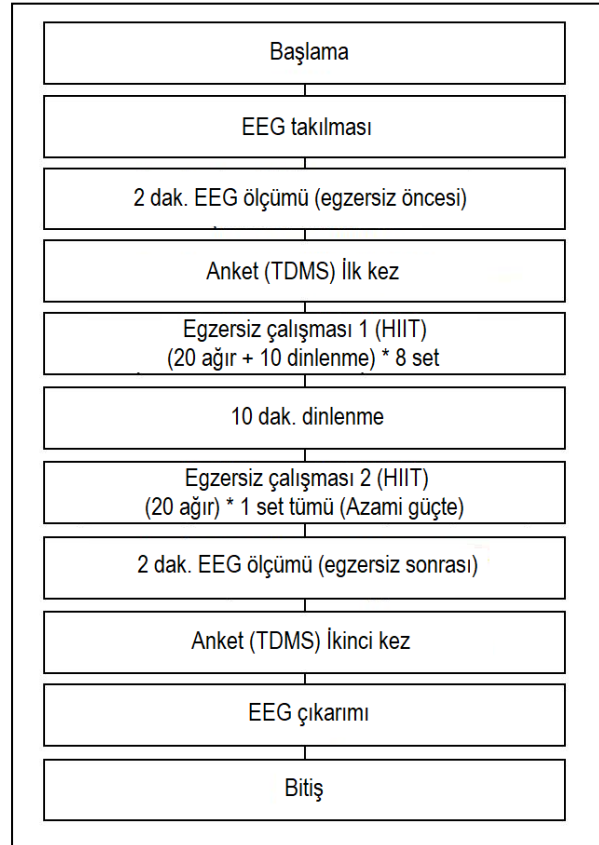
PNI koşulu, altı Plasmacluster™ iyonlaştırıcı (Sharp Corporation, Sakae-shi, Osaka, Japonya)

PNI koşulu, altı Plasmacluster™ iyonlaştırıcı (Sharp Corporation, Sakae-shi, Osaka, Japonya) tarafından sağlandı ve katılımcılar pozitif ve negatif iyonlara (147.000-164.000 PNI / cm<sup>3</sup>) maruz bıraktı. Pozitif ve negatif iyon üretme sürecinin ayrıntıları önceki araştırmalara dayanıyordu [8]. İlk, iyon üreticinin her bir fırça tip deşarj elektroduna pozitif ve negatif yüksek voltaj uygulanarak havadaki moleküller ayrıştırılır ve cihazlar pozitif iyonlar ve negatif iyonlar üretir [20].

İyon konsantrasyonları bir iyon sayacı (MY1210S, Asahi System Inc., Osaka-shi, Osaka, Japonya) ile çift eş merkezli dairesel tüp yöntemi [20] ile belirlendi. Oda koşulu 24.0 ° C ± 0.5 sıcaklık ve nem % 60 ± 2.0 idi.

Deneysel prosedür aşağıdaki gibidir (Şekil 1). İlk olarak, katılımcılardan egzersizden önce temel uyarılma derecelerini araştırmak için iki dakika süreyle bir EEG cihazına bağlanmaları istendi. EEG, beyin tarafından üretilen bir elektrik sinyalıdır ve insanların psikolojik durumunu gerçek zamanlı olarak ölçmek için kullanılabilir. Katılımcılar daha sonra egzersizden önce öznel duygusal durumlarını değerlendiren bir anketi cevapladılar. Daha sonra bir egzersiz görevi verildi. Egzersiz görevi, yüzücüler için Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Egzersiz (HIIT) rutiniydi. Katılımcılar bir yüzme ergometresi (Concept2 Inc., Morrisville, VT, ABD) kullanarak sekiz set 20 sn ağır egzersiz ve 10 sn dinlenme gerçekleştirdiler (Şekil 2). 8 setin ardından katılımcılar 10 dakika dinlendi ve ardından bir set maksimum güçte olacak şekilde 20 saniye boyunca tekrar HIIT yaptı. Egzersiz görevinden sonra, 8 set aralık için ortalama yük (W) ve 10 dakikalık bir dinlenme sonrası egzersiz yükünün maksimum güç seti (W) değerlendirildi. Egzersiz yükü, katılımcıların günlük uygulamalarında kullandıkları yüke ayarlandı. Böylece egzersiz yükü erkekler için sekiz, kadınlar için altı olarak ayarlandı. Daha sonra, egzersizden sonra uyarılma derecelerini araştırmak için katılımcıların EEG'leri iki dakika ölçüldü ve ardından tekrar bir anketi yanıtlamaları istendi.

Bu çalışmada, EEG interval egzersiz sırasında da ölçülmüş, ancak egzersiz sırasında ağır hareketlerle birlikte oluşan gürültü nedeniyle doğru veriler elde edilememiştir. Bu nedenle, ölçüm değerleri egzersizden önce ve sonra iki dakika boyunca karşılaştırıldı. Ek olarak, bu çalışma, insan duygusunun temel düzeyini araştırmak için iki dakika alan önceki bir çalışma [21] ile aynı yöntemi kullandı.



Şekil 1. Deney kurgusu

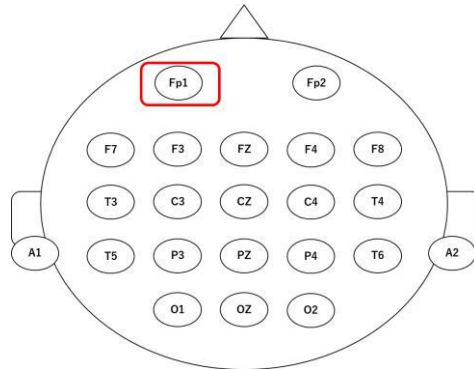


Şekil 2. Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Egzersiz (HIIT)

## 2.2. Duygusal Değerlendirme

Öznel duygusal değerlendirme, İki Boyutlu Ruh Hali Ölçeği (TGB) kullanılarak ölçüldü [22]. TDMS sekiz maddeden ve dört faktörden oluşur: aktivite, istikrar, rahatlık ve uyarılma. Bu çalışma, seçkin yüzücülerin duygusal durumunu değerlendirmek için uyarılma skorunu kullandı.

Elit yüzücülerin uyarılma durumunu değerlendirmek için EEG şeklinde biyolojik bir duygusal değerlendirme de yapıldı. Ayrıca günlük yaşam ortamında diğer beyin aktivite ölçümlerine göre daha kolay ölçülebildiği için bu çalışmada EEG ölçümü kullanılmıştır. Uluslararası 10–20 sistemi (Şekil 3) tarafından tanımlanan yalnızca ön kutup alanı 1 (Fp1) lobunu ölçen basit bir bant tipi EEG cihazı (NeuroSky Co., Ltd., Tokyo, Japonya) kullandık. Fp1 sol ön lobda yer aldığından, saçın neden olduğu olası gürültü paraziti konusunda endişelenmenize gerek yoktur. Fp1'den elde edilen EEG'nin insanların psikolojik durumu hakkında veri elde etmek için uygun olduğu bulunmuştur [23,24]. Bu nedenle, bu çalışma aynı zamanda uyarılma seviyesini tahmin etmek için Fp1'i de değerlendirdi.



Şekil 3. Uluslararası 10–20 sisteminin ölçüm noktaları.

Beyindeki elektriksel aktivite genellikle biyolojik verileri kullanan objektif bir değerlendirme indeksi olarak kullanılır. Beyin dalgaları genellikle frekans aralıklarına göre dört tipte sınıflandırılır: 0,5–4 Hz: delta dalgaları, 4–8 Hz: teta dalgaları, 8–13 Hz: alfa dalgaları ve 13–40 Hz: beta dalgaları. Duygular her türle ilişkilidir [25] (Tablo 1).

**Tablo 1.** Beyin dalgasının türü ve psikolojik durumu

Beyin dalga tipi	Frekans (Hz)	Psikolojik durum
Delta dalga	0.5–4 Hz	REM dışı uyku, bilinçsiz
Theta dalga	4–8 Hz	Uyku başlangıcı, yanılısama
Alpha dalga	8–13 Hz	Rahatlamış zihinsel durum
Beta dalga	13–40 Hz	Uyarılma

Bu çalışma beta dalga bandına odaklandı. Elde edilen EEG verileri bir akıllı telefona ve Kansei Modül Kaydediciye [26] kaydedildi. Bu yöntem, duyarlılık değerleri kullanıldığı için veri çıktısını üretmiştir. Ek olarak, Kansei Modül Kaydedici, beta dalga bandının oluşum oranının uyarılma seviyesi olarak tanımlanması ve değer 0'dan 100'e kadar bir değer olarak kolayca görüntülenebilmesi için ayarlandı. Hagiwara et al. [27], Kansei Module Logger tarafından çıkarılan uyarılma düzeyinin öznel uyarılma düzeyi ile ilişkili olduğunu öne sürdü. Kansei Module Logger'ın temel konsepti, beta dalga bantları arasındaki güç oranını hesaplamasıdır. Sol Fp1'in alınadaki ve kulak memesindeki elektrotlardan elde edilen potansiyel fark, ölçüm cihazı içindeki devre ile büyütülür, 512 örnek / sn'de sayısallaştırılır ve Hanning pencere işlemine tabi tutulur. Güç spektral analizi daha sonra hızlı Fourier dönüşümü kullanılarak gerçekleştirildi. EEG verileri, hızlı Fourier dönüşümü ile her saniye analiz edilir ve genlik spektrumları 1-64 Hz frekans aralığında elde edilebilir. Böylece bu çalışmada delta, teta, alfa ve beta dalgaları elde edilmiştir. Elde edilen güç spektrumundan, daha sonra her frekans bandındaki her gücün toplamı hesaplandı ve toplam gücün toplamına dahil edilen oran, göreceli bir sayısal değer olarak gösterildi. Bununla birlikte, her frekans bandının genliği farklı olduğu için her frekansın gücünün toplamı kullanılamaz. Bu nedenle, her bir frekans bandının gücünün ortalama değerini aldık ve bu frekans bandının temsili değerini elde ettik. Hesaplama yöntemi, analiz için bir standart olarak aşağıdaki Formülü kullandı.

X dalgası gücünün ortalama  $P_x$  değeri, Formül (1) ile hesaplandı, burada  $V_f$ ,  $f$  [Hz] frekansında EEG'nin gücüdür. Bu çalışma beta dalga bandı (13 Hz - 40 Hz) ile ilgili olduğundan,  $x = \beta$  olduğunda (13, 40) [Hz] olur ve sayısal değer Formül (1) 'de ( $F_{x_{max}} - F_{x_{min}}$ )' e uygulanır. Daha sonra, her frekans bandındaki güç ortalamalarının ( $P_{sum}$ ) toplamı, Formül (2) ile hesaplanır. Beta dalga bandının toplam gücüne dahil edilen oran ( $R_x$ ) Formül (3) 'te hesaplanmıştır.

$$P_x = \int_{f=F_{x_{min}}}^{f=F_{x_{max}}} V_f / (F_{x_{max}} - F_{x_{min}} + 1) \quad (1)$$

$$P_{sum} = P_x + P_x + P_x + P_x \quad (2)$$

$$R_x = P_x / P_{sum} \quad (3)$$

Yukarıdaki hesaplama yöntemine dayanarak, Kansei Modül Kaydedici, beta bandında alınabilecek güç oranını 0-100 değerine normalleştirdi.

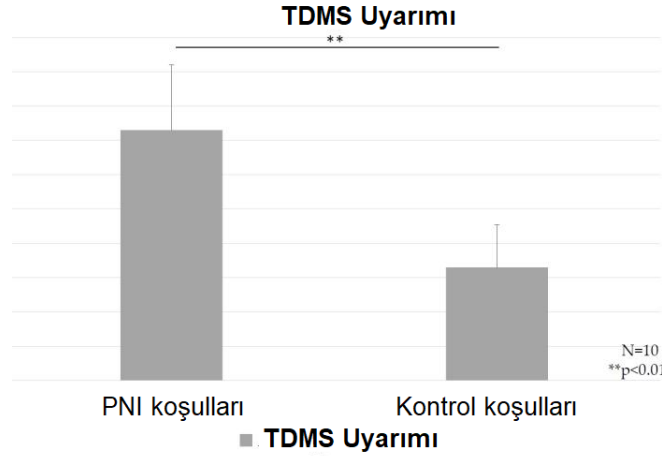
### 2.3. Analiz

Sübjektif veriler için, egzersiz öncesi ve sonrası TDMS'ye göre uyarılma düzeyinin ortalama değeri arasındaki fark değişim değeri olarak, PNI durumu ile kontrol koşulunu karşılaştırmak için t-testi kullanıldı. Biyolojik veriler için, egzersizden önce ölçülen ortalama uyarılma değeri ile egzersizden sonra ölçülen ortalama uyarılma değeri arasındaki fark, değişim miktarı olarak kullanıldı. Eşleştirilmiş t-testi daha sonra PNI koşulu ile kontrol koşulu arasındaki farkı karşılaştırmak için kullanıldı. Egzersiz verilerinde, 8 set aralık için ortalama yük (W) ve 10 dakikalık bir dinlenme sonrası egzersiz yükünün maksimum güç seti (W), PNI koşulu ile kontrol koşulu arasında karşılaştırıldı.

### 3. Sonuçlar

### 3.1. Comparison of Changes in Arousal by TDMS before and after Training in PNI and Control Conditions

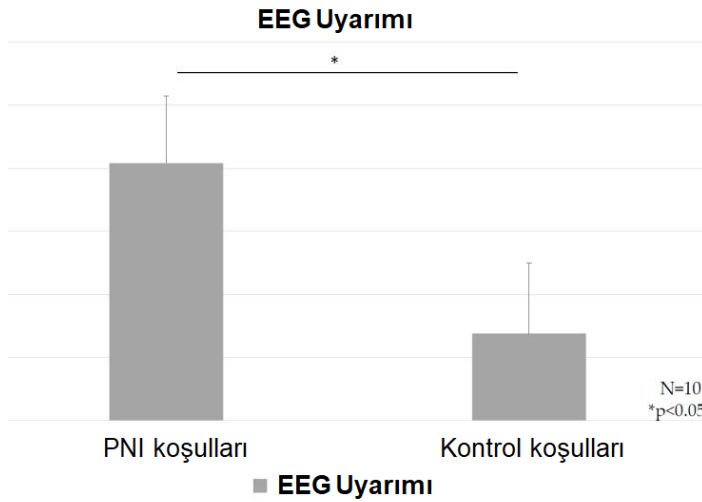
PNI'da egzersiz öncesi ve sonrası TDMS ile uyarılmadaki değişim miktarı ile kontrol koşullarının karşılaştırılması sonucunda, PNI koşulu altında uyarılma seviyesindeki değişim miktarı ( $M = +7.30$ ,  $SS = 1.90$ ) kontrol koşulundakinden ( $M = +3.3$ ,  $SD = 1.24$ ) ( $t = 3.52$ ,  $p < 0.01$ ) önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4).



**Şekil 4.** Pozitif-Negatif İyonlarda (PNI) ve kontrol koşullarında İki Boyutlu Ruh Hali Ölçeği (TDMS) ile uyarılmadaki değişim miktarının karşılaştırılması.

### 3.2. PNI ve Kontrol Koşullarında Eğitim Öncesi ve Sonrası EEG ile Uyarılmadaki Değişikliklerin Karşılaştırılması

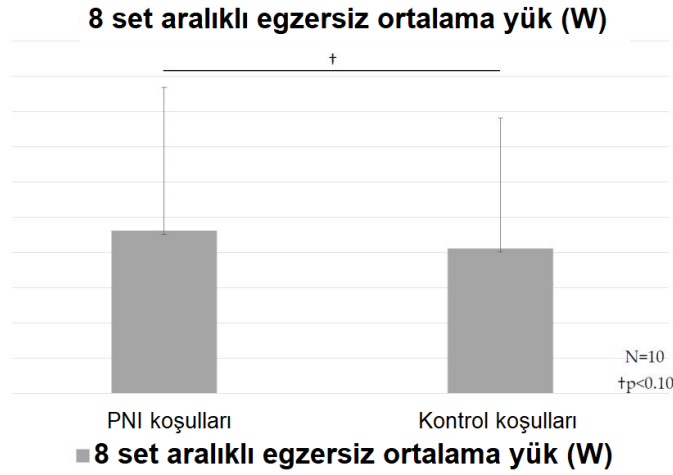
PNI'da eğitimden önce ve sonra EEG ile uyarılmadaki değişim miktarı ile kontrol koşullarının karşılaştırılması sonucunda, PNI koşulu altında uyarılma düzeyindeki değişim miktarı ( $M = +8.16$ ,  $SD = 2.14$ ) da kontrol koşulundakinden anlamlı derecede yüksek ( $M = +2.75$ ,  $SD = 2.24$ ) ( $t = 2.84$ ,  $p < 0.05$ ) (Şekil 5) bulunmuştur.



**Şekil 5.** PNI ve kontrol koşullarında elektroensefalogram (EEG) ile uyarılmadaki değişim miktarının karşılaştırılması.

### 3.3. PNI ve Kontrol Koşullarında Sekiz Aralıklı Eğitim Seti için Ortalama Yük (W) Karşılaştırması

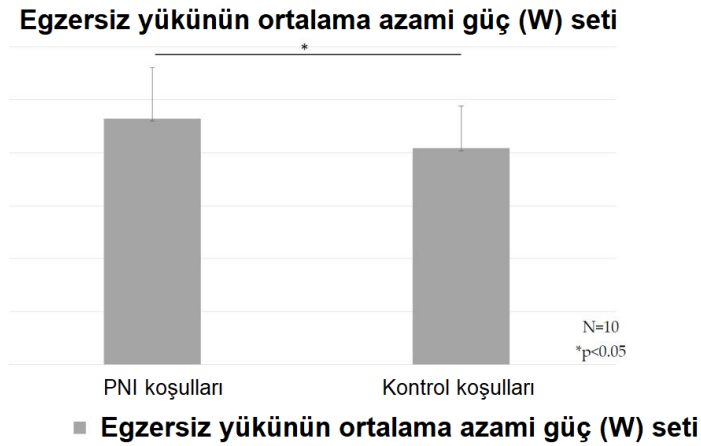
PNI'daki aralık eğitiminin ortalama yükünün ( $W$ ) ve kontrol koşullarının karşılaştırılması sonucunda, PNI koşulu ( $M = 146.22$ ,  $SD = 13.54$ ) altındaki ortalama yükün ( $W$ ), kaydedilenden kontrol koşulu ( $M = 141.14$ ,  $SD = 12.32$ ) ( $t = 1.46$ ,  $p < 0.10$ ) önemli ölçüde daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Şekil 6).



**Şekil 6.** PNI ve kontrol koşullarında 8 set aralıklı eğitim için ortalama yükün (W) karşılaştırılması.

#### 3.4. PNI ve Kontrol Koşullarında Maksimum Güç Seti Sırasında Eğitim Yükünün (W) Ortalamasının Karşılaştırılması

Maksimum Sırasında Eğitim Yükünün (W) Ortalamasının Karşılaştırılması PNI'da ayarlanan maksimum güç ve kontrol koşulları sırasında eğitim yükünün (W) ortalamasının karşılaştırılmasının bir sonucu olarak, PNI koşulu (M = 192.78, SS = 19.36) da kontrol koşulundakinden (M = 181.67, SD = 16.03) ( $t = 1.99$ ,  $p < 0.05$ ) anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Şekil 7).



**Şekil 7.** PNI'da ayarlanan maksimum güç ve kontrol koşulları sırasında ortalama eğitim yükünün (W) karşılaştırılması.

#### 4. Tartışma

Bu çalışmada, seçkin Japon yüzücülerin bedesel egzersizi sırasında hem öznel hem de nesnel uyarılma düzeylerinin pozitif ve negatif iyon ortamında psikolojik etkilerini araştırmak amaçlanmıştır.

İlk olarak, öznel uyarılma düzeyinin karşılaştırmasının sonuçları, PNI koşulunun, kontrol durumuna kıyasla uyarılma düzeyini önemli ölçüde iyileştirdiğini gösterdi. Önceki çalışmalar [12-15], öznel değerlendirmeyi kullanarak negatif iyonlar ve pozitif duygular arasındaki ilişkiyi açıklığa

kavuşturmuştur. Ayrıca öznel araştırmalar, önceki çalışmalarda pozitif iyonlar ve duygular arasındaki ilişkiyi de göstermiştir [18,19]. Bu çalışmada, PNI'nın aynı anda olduğu bir ortamda öznel uyarılma düzeyinin doğrulanması sonucunda, sporcuların PNI koşulu altında daha yüksek uyarılma düzeyine sahip olabileceği önerilmektedir. Bu sonuçlar, PNI ve duygular ile ilgili literatürde yeni bulgular olarak kabul edilmektedir.

İkinci olarak, EEG'den elde edilen objektif uyarılma seviyelerinin karşılaştırmasının sonuçları, PNI durumunun, kontrol durumuna kıyasla uyarılma seviyesini önemli ölçüde iyileştirdiğini gösterdi. Geçmişte yapılan birkaç çalışma [28,29], negatif iyonlar ve duygular arasındaki ilişkiyi beyin dalgalarını kullanarak açıklığa kavuşturmaya çalıştı. Watanabe vd. [29], negatif hava iyonlarının EEG üzerindeki etkisini incelediler ve sonuçlar, alfa dalgasının negatif iyon durumunda kontrol durumuna göre daha yüksek olma eğiliminde olduğunu gösterdi. Öte yandan, bu çalışmanın sonuçları, PNI durumunun, kontrol durumuna göre önemli ölçüde daha yüksek bir uyarılma seviyesi (beta bant güç seviyesi) gösterdiğini göstermiştir. Bu nedenle, bu çalışmanın sonuçları daha önce bahsedilen çalışmalardan farklıdır. Charry ve Hawkinshire [19] tarafından yapılan öznel bir değerlendirme çalışması, pozitif iyonların gerilimin iyileşmesine katkıda bulunduğunu göstermiştir. Bu çalışmada deneyler pozitif iyonların da üretildiği ortamda yapıldığından, pozitif iyonların EEG'den çıkarılan uyarılma seviyesini etkileyebileceği tahmin edilmektedir. Belirtildiği gibi, PNI koşulları ile öznel ve nesnel uyarılma durumları arasındaki ilişkilerin varlığını gösterebilir. Bununla birlikte, daha önce de belirtildiği gibi, iyonlarla ilgili çalışmalarda bazı şüpheler vardır; bu nedenle, spor bilimi alanında hava iyonları ile sporcuların duyguları arasındaki ilişkileri daha fazla incelemek gerekli olacaktır.

Son olarak, PNI ve kontrol koşulları altında aralık eğitiminin ortalama yükünü (W) karşılaştırmanın sonuçları, PNI koşulu altındaki ortalama yükün (W), kontrol koşulunda kaydedilenden önemli ölçüde daha yüksek olma eğiliminde olduğunu gösterir. Ayrıca, PNI koşulu altında ayarlanan maksimum güç sırasında ortalama eğitim yükünün (W) karşılaştırılmasının sonucu, kontrol koşulundan önemli ölçüde daha yüksek kaydedilmiş olmasıdır.

Çeşitli araştırmalar fiziksel egzersiz ve negatif iyonlar arasındaki ilişkiyi incelemiştir [30,31]. Ryushi vd. [30], negatif iyon koşulu altında, serotonin ve dopamin düzeylerinin, kontrol koşulu altında kaydedilenlere göre orta derecede dayanıklılık egzersizinden sonra iyileşme döneminde azaldığını göstermişlerdir. Bu nedenle, negatif iyon durumunun dayanıklılık antrenmanı sonrası gevşeme hissini etkileyebileceği öne sürülmüştür. Bu çalışma ayrıca, 10 dakikalık bir dinlenmeden sonra maksimum güç seti üzerindeki yükün önemli ölçüde daha yüksek olduğunu ve negatif iyon etkilerinin, dinlenme sırasında daha rahat bir duruma yol açan dopamin ve serotoninini azalttığını buldu. PNI koşulunun katılımcılar için maksimum güç seti sonuçlarını etkilemiş olma ihtimali vardır.

## 5. Vargılar

Bu çalışma, PNI durumunun spor egzersizi üzerinde olumlu bir etkisi olabileceğini düşündürmektedir. Ancak, bu çalışmanın sınırlamaları vardır. Deneyleri 10 seçkin yüzücü üzerinde yaptık, ancak bu çalışmayı genelleştirmek için örnekleme büyüklüğünü genişletmek gerekiyor. Bu nedenle, gelecekteki çalışmaların daha fazla katılımcı ile yürütülmesi gerekmektedir. Ayrıca bu çalışma, deneyi sporcuların rastgele değiştirildiği bir ortamda iki kez gerçekleştirmesine rağmen, sporcunun o günkü durumuna bağlı olarak duyguların değişebileceği kabul edilmektedir. Bu nedenle, aynı katılımcılar üzerinde uzunlamasına bir deney yapılmasının, konu hakkında daha doğru bulgulara neden olabileceği öne sürülmektedir.

Bu nedenle, aynı katılımcılar üzerinde uzun süreli bir deney yapılmasının, konu hakkında daha doğru bulgular ortaya çıkarabileceği önerilmektedir.

**Yazar Katkıları:** Kavramsallaştırma, G.H. ve H.M. ; metodoloji, G.H., H.M. ve T.T. ; araştırma, M.M., H.F. ve T.T. ; yazı - orijinal taslak hazırlama, G.H. ; yazma - gözden geçirme ve düzenleme, H.M. ve T.T. Tüm yazarlar makalenin yayınlanan versiyonunu okumuş ve kabul etmiştir.

**Finansman:** Bu araştırma Sharp Corporation tarafından finanse edildi.

**Çıkar Çatışmaları:** Bu çalışma Sharp Corporation tarafından finanse edildi. G.H. ve H.M. Sharp Corporation'dan onur ödülü aldı. M.M. ve H.F., Sharp Corporation'in çalışanlarıdır.



## Referanslar

- 1 Perkins, D.; Wilson, G.V.; Kerr, J.H. The effects of elevated arousal and mood on maximal strength performance in athletes. *J. Appl. Sport Psychol.* **2001**, *13*, 239–259, doi:10.1080/104132001753144392.
- 2 Oxendine, J.B. Emotional arousal and motor performance. *Quest.* **1970**, *13*, 23–30, doi:10.1080/00336297.1970.10519673.
- 3 Gould, D.; Krane, V. The arousal-performance relationship: Current status and future directions. In *Advances in Sport Psychology*; Horn, T.S., Ed.; Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 1992; pp. 119–141.
- 4 Yamazaki, M.; Sugiyama, Y. Intervention effect of a motivation video for badminton athletes: Examination from watching the motivation video one hour before. *Res. J. Sport Perform.* **2009**, *1*, 275–288.
- 5 Fronso, S.d.; Robazza, C.; Filho, E.; Bortoli, L.; Comani, S.; Bertollo, M. Neural markers of performance states in an Olympic athlete: A EEG case study in air-pistol shooting. *J. Sports Sci. Med.* **2016**, *15*, 214–222.
- 6 Nagao, Y.; Sugiyama, Y. Influence on a collective efficacy of viewing a motivational video of a game in relation to type of video. *Res. J. Sport Perform.* **2013**, *5*, 352–368.
- 7 Jiang, S.Y.; Ma, A.; Ramachangran, S. Negative air ions and their effects on human health and air quality improvement. *Int. J. Mol. Sci.* **2018**, *19*, 2966, doi:10.3390/ijms19102966.
- 8 Yamamoto, D.; Wako, Y.; Kumabe, S.; Wako, K.; Sato, Y.; Fujishiro, M.; Yashimasa, Y.; Matsuura, I.; Ohnishi, Y. Positive and negative ions by air purifier have no effects on reproductive function or postnatal growth and development in rats. *Fundam. Toxicol. Sci.* **2015**, *2*, 101–110, doi:10.2131/fts.2.101.
- 9 Nishikawa, K. Air purification technology of positively and negatively charged cluster ions by plasma discharge at atmospheric pressure. *J. Plasma Fusion Res.* **2013**, *89*, 164–168.
- 10 Perez, V.; Alexander, D.D.; Bailey, W.H. Air ions and mood outcomes: A review and meta-analysis. *BMC Psychiatry.* **2013**, *13*, 29, doi:10.1186/1471-244X-13-29.
- 11 Flory, R.; Ametepe, J.; Bowers, B. A randomized, placebo-controlled trial of bright light and high-density negative air ions for treatment of Seasonal Affective Disorder. *Psychiatry Res.* **2010**, *177*, 101–108, doi:10.1016/j.psychres.2008.08.011.
- 12 Goel, N.; Etwaroo, G.R. Bright light, negative air ions and auditory stimuli produce rapid mood changes in a student population: A placebo-controlled study. *Psychol. Med.* **2006**, *36*, 1253–1263, doi:10.1017/S0033291706008002.
- 13 Terman, M.; Terman, J.S. Treatment of seasonal affective disorder with a high-output negative ionizer. *J. Altern. Complement Med.* **1995**, *1*, 87–92, doi:10.1089/acm.1995.1.87.
- 14 Terman, M.; Terman, J.S. Controlled trial of naturalistic dawn simulation and negative air ionization for seasonal affective disorder. *Am. J. Psychiatry.* **2006**, *163*, 2126–2133, doi:10.1176/appi.ajp.163.12.2126.
- 15 Terman, M.; Terman, J.S.; Ross, D.C. A controlled trial of timed bright light and negative air ionization for treatment of winter depression. *Arch. Gen. Psychiatry.* **1998**, *55*, 875–882, doi:10.1001/archpsyc.55.10.875.
- 16 Malik, M.; Singh, K.; Singh, M. Effect of negative air ions on physiological and perceived psychological stress during computer operation. *Int. J. Environment Health.* **2010**, *4*, 67–77, doi:10.1504/IJENVH.2010.033035.
- 17 Lips, R.; Salawu, J.T.; Kember, P.; Probert, S.D. Intermittent exposures to enhanced air-ion concentrations for improved comfort and increased productivity? *Appl. Energy.* **1987**, *28*, 83–94, doi:10.1016/0306-2619(87)90043-2.
- 18 Giannini, A.J.; Jones, B.T.; Loiselle, R.H. Reversibility of serotonin irritation syndrome with atmospheric anions. *J. Clin. Psychiatry.* **1986**, *47*, 141–143.
- 19 Charry, J.M.; Hawkinshire, F.B. Effects of atmospheric electricity on some substrates of disordered social behavior. *J. Pers. Soc. Psychol.* **1981**, *41*, 185–197, doi:10.1037/0022-3514.41.1.185.
- 20 Nishikawa, K.; Nojima, H. Air purification effect of positively and negatively charged ions generated by discharge plasma at atmospheric pressure. *Jpn. J. Appl. Phys.* **2001**, *40*, 835–837, doi:10.1143/JJAP.40.L835.
- 21 Kanamaru, S.; Yokota, Y.; Naruse, Y.; Yairi, I. A research on quantification of the fear using EEG. In Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, Niigata, Japan, 4–7 June 2019; pp. 1–4, doi:10.11517/pjsai.JSAI2019.0\_1D4J101.
- 22 Sakairi, Y.; Nakatsuka, K.; Shimizu, T. Development of the Two-Dimensional Mood Scale for self-monitoring and self-regulation of momentary mood states. *Jpn. Psychol. Res.* **2013**, *55*, 338–349, doi:10.1111/jpr.12021.
- 23 Mitsukura, Y. KANSEI Analyzing by EEG. *J. Inst. Electr. Eng. Jpn.* **2016**, *136*, 687–690, doi:10.1541/ieejjournal.136.687.

- 24 Hotta, M.; Kohata, Y. The evaluation of usability of EC site using electroencephalogram (EEG). In Proceedings of the 19th Japan Society of Kansei Engineering, University of Tsukuba, Tokyo, Japan, 11–13 September 2017; pp. 1–5.
- 25 Okubo, T.; Tamamaru, K.; Koshimizu, S. Development of the Impression Detection System by using a Portable EEG Device for Tourist Impression Analysis. *Trans. Jpn. Soc. Kansei Eng.* **2018**, *17*, 285–291, doi:10.1109/SCIS-ISIS.2018.00200.
- 26 LittleSoftware Inc. Available online: <https://hp.littlesoftware.jp> (accessed on 10 May 2018).
- 27 Hagiwara, G.; Akiyama, D.; Tsunokawa, T.; Mankyu, H. Effectiveness of motivational videos for elite swimmers: Subjective and biological evaluations. *J. Hum. Sport Exerc.* **2019**, *14*, 178–188, doi:10.14198/jhse.2019.14.Proc2.04.
- 28 Assael, M.; Pfeifer, Y.; Sulman, F.G. Influence of artificial air ionisation on the human electroencephalogram. *Int. J. Biometeorol.* **1974**, *18*, 306–372, doi:10.1007/BF01463720.
- 29 Watanabe, I.; Mano, Y.; Noro, H. Effect of negative air ion in human electroencephalogram. *J. Jpn. Soc. Balneol. Climatol. Phys. Med.* **1998**, *61*, 121–126, doi:10.11390/onki1962.61.121.
- 30 Ryushi, T.; Kita, I.; Sakurai, T.; Yasumatsu, M.; Isokawa, M.; Aihara, Y.; Hama, K. The effect of exposure to negative air ions on the recovery of physiological responses after moderate endurance exercise. *Int. J. Biometeorol.* **1998**, *41*, 132–136, doi:10.1007/s004840050066.
- 31 Nimmericher, A.; Holdhaus, J.; Mehnen, L.; Vidotto, C.; Loidl, M.; Barker, A.R. Effects of negative air ions on oxygen uptake kinetics, recovery and performance in exercise: A randomized, double-blinded study. *Int. J. Biometeorol.* **2014**, *58*, 1503–1512, doi:10.1007/s00484-013-0754-8.



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).