

## Sabit ve Sabit Olmayan Zeminlerde Uygulanan Şınav Egzersizi Sırasında Kas Aktivasyonlarının Karşılaştırılması

Comparison of Muscle Activation During Push-Ups Exercise on Stable and Unstable Surfaces

Araştırma Makalesi / Research Article

-  Hüseyin TOPÇU <sup>1</sup>  
 Ramiz ARABACI <sup>1</sup>  
 Ali Kamil GÜNGÖR <sup>2</sup>  
 Yakup Zühtü BİRİNCİ <sup>1</sup>  
 Serkan PANCAR <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi Spor Bilimleri  
Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor  
Öğretmenliği Bölümü, BURSA

<sup>2</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi Spor Bilimleri  
Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Bölümü,  
BURSA

<sup>3</sup> Aksaray Üniversitesi Spor Bilimleri  
Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Bölümü,  
AKSARAY

Sorumlu Yazar / Corresponding Author  
Arş. Gör. Dr. Hüseyin TOPÇU  
huseyintopcu@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi / Received : 27.06. 2022  
Kabul Tarihi / Accepted : 25.01.2023  
Yayın Tarihi / Published : 31.01.2023

Etik Bilgilendirme / Ethical Statement  
Bu araştırma, Bursa Uludağ Üniversitesi  
Etik Kurulu'nun 22.01.2020 tarih ve 2020-  
1/33 sayılı kararı ile etik açıdan uygun  
bulunmuştur.

DOI: 10.53434/gbesbd.1136518

### Öz

Bu çalışmada, instabilite cihazlarında ve sabit zeminde yapılan Şınav egzersizi sırasında Pectoralis Majör (PM), Anterior Deltoid (AD) ve Triceps Brachii (TB) kaslarının elektromiyografik aktivasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. 18-25 yaş aralığında 25 katılımcı, sabit bir yüzey, her iki taraf da kullanılan top (BOSU), Pilates topu ve Fonksiyonel egzersiz bandı (TRX) üzerinde çapraz geçişli deney tasarımında Şınav egzersizi uyguladı. Katılımcılar 2 saniye iniş, 2 saniye çıkış fazi olmak üzere 3 tekrardan oluşan Şınav hareketini sırasıyla 4 zeminde uyguladı. Egzersiz sırasında PM, AD ve TB kaslarının amplitüdünü belirlemek için yüzey elektromiyografisi (sEMG) kullanıldı. sEMG genliği, kasların izometrik kasılmaları sırasında en yüksek tepe tork değerini veren maksimum istemli kasılma (MİK) yöntemi kullanılarak normalleştirildi. PM kasında TRX'te sabit zemin ve BOSU'ya göre önemli ölçüde daha yüksek normalize sEMG amplitüdü (%MİK) değerleri tespit edildi. AD kasında Pilates topunda diğer zeminlere göre önemli ölçüde daha düşük %MİK değerleri tespit edildi. TB kasında sabit yüzey ve BOSU'ya kıyasla TRX ve Pilates topunda önemli ölçüde daha yüksek %MİK değerleri tespit edilirken BOSU'da sabit zemine göre daha yüksek değerler tespit edildi. TRX'te Şınav PM, AD, TB kasları için daha fazla zorluk isteyen antrenörler için iyi bir seçenek olabilirken; AD kası için Şınav egzersizinde pilates topunu tercih etmek doğru olmayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** EMG, İnstabilite, BOSU, Pilates topu, TRX, Şınav

### Abstract

In this study, it was aimed to determine the electromyographic activations of Pectoralis Major (PM), Anterior Deltoid (AD), and Triceps Brachii (TB) muscles during push-up exercises performed on instability devices and a stable surface. Twenty-five participants aged 18-25 performed push-ups in an experimental crossover design on a stable surface, both sides utilized ball (BOSU), Pilates ball, and TRX Suspension Trainer (TRX). Participants completed the push-up exercise consisting of 3 repetitions, 2 seconds of descent, and 2 seconds of ascent, on four floors, respectively. Surface electromyography (sEMG) was used to determine the amplitude of the PM, AD, and TB muscles during exercise. The sEMG amplitude was normalized using the maximum voluntary contraction (MİK) method, which gives the highest peak torque value during isometric contractions of the muscles. Significantly higher normalized sEMG amplitude (%MİK) values were detected in the PM muscle compared to the stable surface and BOSU in TRX. In the AD muscle, significantly lower %MİK values were detected on the Swiss Ball compared to the other surfaces. Compared to the stable surface and BOSU in the TB muscle, significantly higher %MİK values were detected in the TRX and Swiss Ball, while higher values were detected in the BOSU than in the stable surface. While TRX can be a good option for trainers who want more challenge for the PM, AD, and TB muscles, It may not be suitable to prefer the Swiss Ball in push-up exercise for AD muscle.

**Keywords:** EMG, Instability, BOSU, Pilates ball, TRX, Push-up

## Giriş

Kuvvet ve kondisyon antrenörleri tarafından uygulanan çoğu kuvvet antrenmanı programı, yaralanma riskini azaltırken stabiliteyi, kuvveti, hareketliliği kontrol etmeyi ve hareket kolaylığını iyileştirmeyi amaçlayan çeşitli üst ve alt vücut egzersizlerini içerir. Son yıllarda, düşük maliyetli oluşu, egzersiz çeşitliliği, her ortamda uygulama kolaylığı gibi konulardan dolayı vücut ağırlığıyla yapılan antrenmanlar, popüler bir direnç antrenmanı haline gelmiştir. Vücut ağırlığıyla yapılan antrenmanlardaki zorluk seviyelerini değiştirmek isteyen antrenörler çeşitli yöntemler uygulamaktadırlar. Bu yöntemlerden en çok kullanılanların başında dengesiz yüzeyde hareketlerin uygulanmasını amaçlayan denge platformlarıdır. Denge platformlarında yapılan antrenman yöntemlerini araştıran çalışmalarda dengesiz yüzeyde yapılan antrenmanların genel iskelet kas sisteminde daha fazla stres oluşturduğuna yönelik bulgulara rastlanmıştır (Anderson ve Behm, 2005; Anderson, Gaetz, Holzmann ve Twist, 2013; Behm ve Anderson, 2006; de Oliveira, Carvalho ve de Brum, 2008; Marshall ve Murphy, 2005; Vera-Garcia, Grenier, ve McGill, 2000). Dengesiz bir yüzeyde egzersiz yapmanın, hareketin çalıştırdığı kas ve eklem sisteminin yanı sıra sinerjik ve stabilize edici kasları da strese soktuğu ve daha spesifik ve fonksiyonel bir antrenman şekli sağladığı düşünülmektedir (Anderson ve Behm, 2005; Anderson ve diğ., 2013; Behm ve Anderson, 2006; de Oliveira, Carvalho, ve de Brum, 2008; Marshall ve Murphy, 2005; Vera-Garcia, Grenier, ve McGill, 2000). Egzersiz sırasında dengesiz yüzeylerin kullanılması mekanik yükü artırmadan daha fazla motor üniteyi aktif etmeye yaradığı düşünülmektedir (Anderson ve diğ., 2013).

Antrenmanlarda üst vücut kaslarını geliştirmeye yönelik egzersizlerin başında hem uygulaması kolay hem de etkili bir yöntem olması nedeniyle şınav hareketi gelmektedir. Şınav egzersizinin oldukça yaygın kullanımı hareketin çeşitlendirilme ihtiyacını da ortaya çıkarmıştır. Antrenörler farklı zorluklar oluşturabilmek için ellerin pozisyonunu değiştirmeyi (dar, omuz genişliğinde, geniş), ayak veya elin altına destekler koyarak vücudun yere olan açısında değişiklikler yapmayı ve denge platformları (Pilates topu, TRX, BOSU vb.) kullanarak dengesiz bir yüzey oluşturmayı tercih etmişlerdir. Özellikle son yıllarda denge platformlarındaki çeşitliliğin artmasıyla birlikte antrenörler antrenmanlarında bu yöntemi daha sık tercih etmeye başlamışlardır (Snarr, 2013). Yine de, son yıllardaki antrenörler arasındaki popüleritesine rağmen, dengesiz yüzey antrenmanlarının stabilizatör kasların aktifliğini, nöromusküler adaptasyonu ve güç gelişimine etkisini inceleyen araştırma sayısı sınırlıdır (Anderson ve diğ., 2013). Dengesiz yüzeyde yapılan şınav sırasındaki kas aktivasyonunu inceleyen çalışmalara baktığımızda genellikle bir denge platformunu sabit bir yüzeye karşılaştıran çalışmalar yer almaktadır (Lee, Lee ve Park, 2013; Park ve Yoo, 2011; Pirauá ve diğ., 2014; Sandhu, Mahajan ve Shenoy, 2008; Seo ve diğ., 2013; Snarr ve Esco, 2013). Literatür incelendiğinde sabit zeminle dengesiz yüzeyi karşılaştıran çalışmalar dengesiz yüzeylerde sabit

zemine göre daha fazla kas aktivasyonu olduğu sonucuna varmışlardır (Anderson ve diğ., 2013; Cogley, Archambault, Fibe-ger, ve Koverman, 2005; Contreras ve diğ., 2012; Gouvali ve Boudolos, 2005; Lehman, Gilas ve Patel, 2008; Marshall ve Murphy, 2006; Snarr, 2013; Youdas ve diğ., 2015). Literatür incelendiğinde denge platformlarında ve sabit zeminde uygulanan şınav egzersizi sırasında Pectoralis Major (PM), Anterior Deltoid (AD) ve Triceps Brachii (TB) kaslarının elektromiyografik aktivitesini her bir yüzeyde karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı, sabit zemin, BOSU, Pilates Topu ve TRX'te uygulanan şınav egzersizi sırasında PM, AD, TB kaslarının aktivasyon genliklerinin maksimum istemli kasılmaya (MİK) göre yüzdesel olarak karşılaştırılmasıdır. Önceki çalışmalara dayanarak, bu çalışmada; Hipotez 1) Denge platformlarında yapılan şınav egzersizinin sabit bir yüzeye göre daha fazla aktivasyon üreteceğidir; Hipotez 2) Denge platformları arasında, TRX süspansiyon cihazının iki bağımsız parçadan oluşan yapısının, daha fazla hareket alanı oluşturması nedeniyle daha fazla mekanik stres oluşturacağı ve böylece en fazla kas aktivasyonunun TRX'te uygulanan şınav sırasında olacağıdır.

## Yöntem

### Deneysel Yaklaşım

Bu çalışmada, dört farklı yüzeyde (Sabit, BOSU, Pilates Topu, TRX) uygulanan şınav egzersizi sırasında kas aktivasyonundaki değişiklikleri incelemek için tekrarlanan ölçüm yöntemi kullanıldı. PM, AD, TB kaslarının amplitüdünü belirlemek için yüzey elektromiyografisi (sEMG) kullanıldı. sEMG genliği, ilgili kasların izometrik kasılmaları sırasında en yüksek tepe tork değerini veren MİK yöntemi ile normalleştirildi.

### Katılımcılar

Örnekleme hesaplaması "G Power" programı kullanılarak analiz edilmiştir. Örnekleme analizinde, etki büyüklüğü  $f = 0.25$ ,  $\alpha = 0.05$  ve  $\beta = 0.80$  değerleri dikkate alınarak katılımcı sayısı minimum 24 katılımcı olarak hesaplanmıştır. Ölçümler sürecinde katılımcı hariç tutulma ihtimali de göz önünde bulundurulmuş olarak katılımcı sayısı 30 kişi olarak planlanmış ve ölçümler sırasında 3 katılımcının COVID-19 hastalığına yakalanmış olması nedeniyle, 2 katılımcının da müsabaka takviminin çalışmaya uymaması nedeniyle çalışmadan çıkarılması ile çalışma 25 gönüllü katılımcı ile tamamlanmıştır. Çalışmaya dâhil olma kriterleri; i) 18-25 yaş aralığında olmak, ii) En az beş yıldır lisanslı sporcu olmak, iii) Vücut Kütle İndeksi (VKİ) değerlerinin 20 ile 25 kg/m<sup>2</sup> arasında olması ve vücut yağ oranının en fazla %15 olması, iv) Çalışmadaki şınav egzersizlerini yapmaya engel bir sakatlık veya hastalığının olmaması olarak belirlenmiştir. Hariç tutulma kriterleri; i) Katılımcının kendi isteğiyle çalışmadan çıkmak istemesi, ii) Son 6 ay içinde 1 hafta veya daha fazla süren sakatlık veya hastalık geçirmesi olarak belirlenmiştir. Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Katılımcılar, ilgilendikleri spor branşında en az 5 senedir düzenli antrenmanlara ve maçlara katılan elit erkek sporculardan oluşmaktadır. Çalışmanın başlamasından bir hafta önce katılımcılarla egzersiz ve denge platformlarının tanıtılması ve çalışma hakkında bilgi verilmesi amacıyla bir toplantı yapılmıştır. Testlere katılım öncesinde katılımcıların herhangi bir rahatsızlık, ağrı, sağlık sorunu şikâyetleri veya son 6 ay içerisinde ciddi sakatlık geçirme durumu sorulmuştur. Bu duruma ek olarak katılımcıların ölçümler esnasında herhangi bir rahatsızlık hissettiklerinde çalışmanın durdurulacağı, ayrıca gönüllü katılım kriterleri olarak katılımcıların herhangi bir gerekece sunmadan çalışmadan çekilebilecekleri toplantıda katılımcılara aktarılmıştır. Toplantı sırasında her denekten "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur" formu toplanmıştır.

**Tablo 1.** Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri

Özellikler	Ortalama $\pm$ SS
Yaş (Yıl)	21.5 $\pm$ 2.66
Boy (cm)	179 $\pm$ 2.05
Vücut ağırlığı (kg)	74.28 $\pm$ 4.27
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	22.98 $\pm$ 1.11

VKİ: Vücut Kitle İndeksi

### Prosedür

Araştırma tanıtım ve deneysel olmak üzere iki oturumdan oluşmaktadır. Tanıtım oturumunda boy, kilo, VKİ ve yağ yüzdesi (Tanita model BF-350; Tanita Corp., Tokyo, Japonya) ölçüldükten sonra katılımcılara araştırmada kullanacakları egzersiz ve platformlar hakkında bilgi verildi. Deneysel oturumda katılımcılar öncelikle kas aktivasyonu (sEMG) ölçümlerine hazırlandı. Tüm elektrotlar katılımcıların dominant tarafına yapıştırıldı. Dominant taraf, katılımcılara yazıyı hangi elleriyle yazdıkları sorularak tespit edildi. Elektrotlar, SENIAM'ın önerilerine göre kasların en belirgin olduğu kas liflerinin yönüne paralel olarak yerleştirildi. Elektrotlar yerleştirilmeden önce cilt üzerindeki tüyler tıraş edilerek izopropil alkol ile temizlendi. EMG verileri gümüş/gümüş klorid kaplı bipolar yüzeysel elektrotlar (Kendall-Arbo; Tyco Healthcare, Neustadt/Donau, Germany) ile kaydedildi. Tüm EMG verileri, taşınabilir 8 kanallı sEMG cihazı (ME6000, Mega Electronics, Kuopio, Finlandiya) kullanılarak toplandı. Elektrotlar yapıştırıldıktan sonra sEMG veri genliğini

normalleştirmek için PM, AD, TB kaslarının MİK ölçümleri yapıldı. MİK ölçümleri sırasında katılımcılardan araştırmacılar tarafından uygulanan manuel bir dirence maksimum çabayla karşı koymaları istenilmiştir. MİK'ler, kasılmalar arasında 180 saniye dinlenmelerin olduğu her biri 5 saniye süren iki izometrik kasılmadan oluşmuştur. MİK ölçümleri boyunca kayıt devam etmiş ve elektrokardiyografik gürültüyü önlemek için veriler 30 Hz'lik bir filtreden geçirilmiştir (Redfern, Hughes ve Chaffin, 1993). Her bir kasın MİK ölçümleri aşağıda belirtilmiştir;

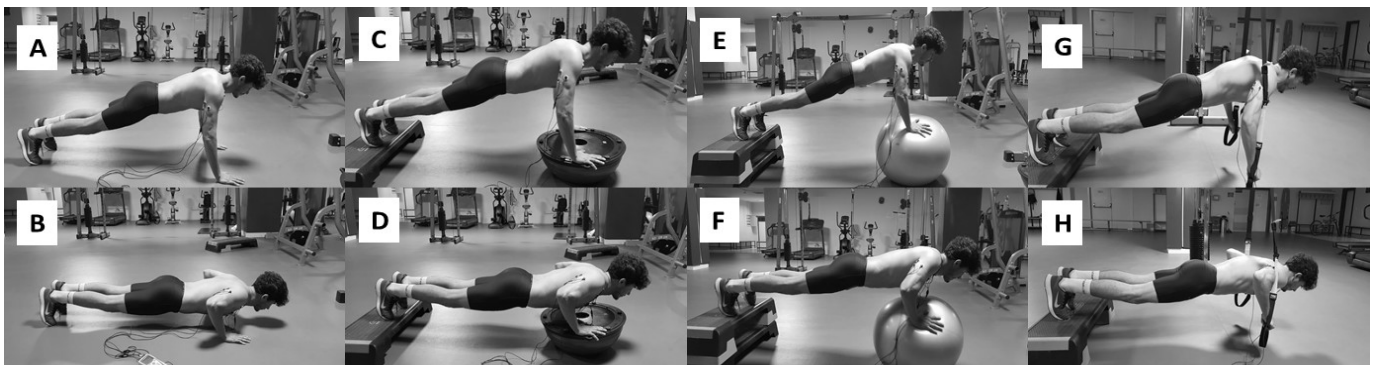
- PM: Katılımcılardan sehpaya sırt üstü uzanır şekilde dirsekler 90° bükük olacak şekilde göğüs hizasında sabitlenmiş barı maksimum güçte itmesi istenmiştir.

- AD: Katılımcılar ayakta, dirsekler ekstansiyonda, omuz öne doğru 45°'lik açıda beklerken, sabitlenmiş bir direnci yukarı doğru kaldırmaya çalışması istenilerek ölçüm yapılmıştır.

- TB: Katılımcılar ayakta, kol dirsekten 90° bükük iken manuel bir dirence karşı dirsekten ekstansiyon yaparken ölçüm yapılmıştır.

MİK ölçümlerinin ardından katılımcılar, sırasıyla sabit zeminde, BOSU'da, Pilates topunda ve TRX'te şınav egzersizini gerçekleştirmişlerdir (Şekil 1).

Çalışmada, şınav egzersizlerinin uygulanışı sırasındaki kas aktivasyonlarının ortalamaları MİK referans değerinin (%MİK) yüzdesi şeklinde ifade edilmiştir. Her yüzeyde gerçekleştirilen şınav egzersizi, 2 saniye iniş, 2 saniye yükseliş fazı olmak üzere toplam 4 saniyeden oluşan 3 tekrardan oluşmaktadır. Katılımcılar şınava, elleri omuz hizasında ve genişliğinde açık, el bilekleri ve dirsekler ekstansiyonda, gövde ve bacaklar ekstansiyonda, ayaklar omuz genişliğinde açık pozisyonda başladı. İki saniyede dirsekler 90° bükülene, omuzlar 45°'lik abduksiyona getirilene kadar vücut aşağıya indirildi ve bu pozisyonda hiç beklemeden tekrar iki saniyede başlangıç pozisyonuna alındı. Egzersiz uygulanırken katılımcıların elleri denge aletlerinde iken katılımcılar ayaklarını da denge aletleriyle eşit yükseklikteki sehpanın üzerine koymuşlardır. Analog sinyaller, 20–500 Hz arasında bant geçiren filtrelendi ve 1000 Hz'de 12 bitlik bir A/D dönüştürücü ile sayısallaştırıldı. Ham EMG verileri 1.000 Hz'de örneklendi ve MegaWin v3.1 yazılımı ile Kare Kök Ortalama (RMS) hesaplanarak analiz edildi.



**Şekil 1.** Şınav egzersizinin uygulanışı (A-B: Sabit zeminde şınav egzersizi; C-D: BOSU'da şınav egzersizi; E-F: Pilates Topunda şınav egzersizi; G-H: TRX'te şınav egzersizi)

## İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi, SPSS sürüm 23.0 (Armonk, NY: IBM Corp) paket programında yapılmıştır. Veri dağılımının normalliğini test etmek için Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Dört farklı yüzeyde yapılan plank egzersizlerinde PM, AD ve TB kaslarındaki sEMG aktivasyonundaki farklılıkları incelemek için tekrarlanan ölçümler varyans analizi (ANOVA) testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak belirlendi. Anlamli olan değerlerde Post Hoc karşılaştırmaları Bonferroni Testi ile belirlenmiştir. Kas aktivasyonundaki değişikliklerin büyüklüğünü değerlendirmek için Cohen's d etki büyüklüğü (EB) değerleri kullanıldı. EB'ler  $\leq 0,20$  önemsiz,  $0,20-0,49$  arası küçük,  $0,50-0,79$  orta ve  $\geq 0,80$  büyük etki kriterlerine göre değerlendirildi (Cohen, 1992).

## Etik Beyan

Bu çalışma, 2020-1/33 karar numaralı Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul kararı ile yürütülmüştür.

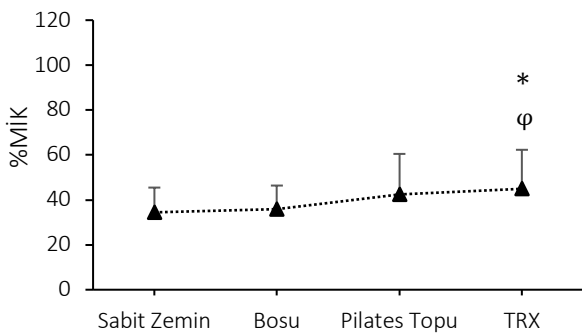
## Bulgular

Tüm katılımcılar (N=25) egzersiz denemelerini başarıyla tamamladı ve tüm veriler istatistiksel analiz sürecine dâhil edildi. Dört farklı yüzeyde uygulanan şınav egzersizi sırasında kas aktivasyonlarının normalize edilmiş sEMG genlik değerleri, p değerleri ve etki büyüklükleri Tablo 2'de gösterilmiştir. PM, AD ve TB kaslarının %MİK değerleri sırasıyla Şekil 2, 3 ve 4'te ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Dört farklı yüzeyde uygulanan şınav egzersizi sırasında PM, AD ve TB kaslarının normalleştirilmiş sEMG aktivitelerinin (%MİK) karşılaştırılması

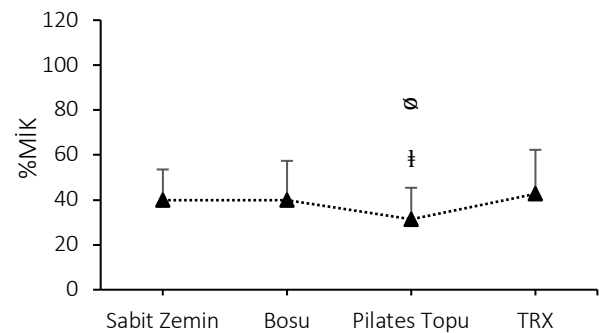
Pectoralis Major							
Zeminler	Ort±SS	Zeminler	Ort ± SS	Fark	SH	Cohen's d	p
Sabit Zemin	34.44±11.03	BOSU	35.80 ± 10.57	-1.36	1.191	-0.093 <sup>o</sup>	1.000
		Pilates	42.44 ± 18.02	-8.00	3.172	-0.546 <sup>o</sup>	0.112
		TRX	44.92 ± 17.37	-10.48	2.962	-0.715 <sup>o</sup>	0.010*
BOSU	35.80±10.57	Pilates	42.44 ± 18.02	-6.64	2.952	-0.453 <sup>k</sup>	0.204
		TRX	44.92 ± 17.37	-9.12	3.154	-0.622 <sup>o</sup>	0.048*
Pilates	42.44±18.02	TRX	44.92 ± 17.37	-2.48	3.457	-0.169 <sup>o</sup>	1.000
Anterior Deltoid							
Zeminler	Ort±SS	Zeminler	Ort ± SS	Fark	SH	Cohen's d	p
Sabit Zemin	39.76±13.78	BOSU	40.00 ± 17.37	-0.24	1.497	-0.015 <sup>o</sup>	1.000
		Pilates	31.36 ± 14.02	8.40	2.452	0.513 <sup>o</sup>	0.013*
		TRX	42.64 ± 19.64	-2.88	2.842	-0.176 <sup>o</sup>	1.000
BOSU	40.00±17.37	Pilates	31.36 ± 14.02	8.64	3.006	0.527 <sup>o</sup>	0.050
		TRX	42.64 ± 19.64	-2.64	3.076	-0.161 <sup>o</sup>	1.000
Pilates	31.36±14.02	TRX	42.64 ± 19.64	-11.28	2.842	-0.688 <sup>o</sup>	0.003*
Triceps Brachii							
Zeminler	Ort±SS	Zeminler	Ort ± SS	Fark	SH	Cohen's d	p
Sabit Zemin	30.32±11.51	BOSU	33.64 ± 13.68	-3.32	1.153	-0.136 <sup>o</sup>	0.049*
		Pilates	63.32 ± 26.12	-33.00	4.504	-1.355 <sup>B</sup>	< .001*
		TRX	74.68 ± 37.04	-44.36	6.387	-1.821 <sup>B</sup>	< .001*
BOSU	33.64±13.68	Pilates	63.32 ± 26.12	-29.68	4.207	-1.218 <sup>B</sup>	< .001*
		TRX	74.68 ± 37.04	-41.04	5.937	-1.685 <sup>B</sup>	< .001*
Pilates	63.32±26.12	TRX	74.68 ± 37.04	-11.36	4.816	-0.466 <sup>K</sup>	0.161

MİK: Maksimum İstemli Kasılma; Ort: Ortalama; SS: Standart Sapma; SH: Standart Hata; <sup>o</sup>: Önemsiz Etki Büyüklüğü <sup>k</sup>: Küçük Etki Büyüklüğü; <sup>o</sup>:Orta Etki Büyüklüğü; <sup>B</sup>:Büyük Etki Büyüklüğü; \*p <0.05



**Şekil 2.** Farklı zeminlerde PM kasının normalleştirilmiş elektromiyografik aktivitesi (%MİK).

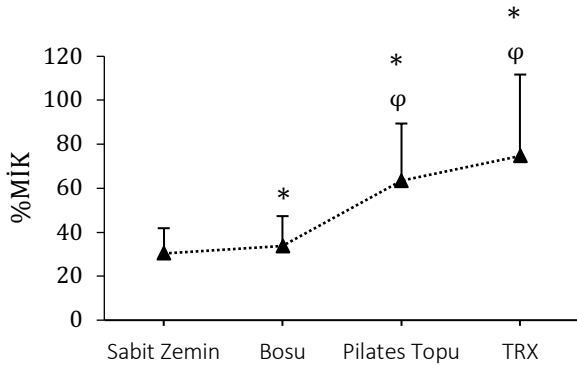
\* Sabit zemine kıyasla anlamlı seviyede daha yüksek kas aktivasyonu  
<sup>o</sup> BOSU'ya kıyasla anlamlı seviyede daha yüksek kas aktivasyonu (p<0.05).



**Şekil 3.** Farklı zeminlerde AD kasının normalleştirilmiş elektromiyografik aktivitesi (%MİK).

<sup>o</sup> Sabit zemine kıyasla anlamlı seviyede daha düşük kas aktivasyonu  
<sup>†</sup> TRX'e kıyasla anlamlı seviyede daha düşük kas aktivasyonu (p<0.05).





**Şekil 4.** Farklı zeminlerde TB kasının normalleştirilmiş elektromiyografik aktivitesi (%MİK).

\* Sabit zemine kıyasla anlamlı seviyede daha yüksek kas aktivasyonu  
φ BOSU'ya kıyasla anlamlı seviyede daha yüksek kas aktivasyonu ( $p < 0.05$ ).

Bu çalışmanın ana bulguları şunlardır: a) PM kasında TRX'te sabit zemine ve BOSU'ya göre anlamlı kas aktivasyon artışı tespit edilmiştir. b) AD kasında Pilates topunda TRX'e ve sabit zemine göre daha az aktivasyon tespit edilmiştir. c) TB kasında BOSU'da sabit zemine göre, Pilates topunda ve TRX'te hem BOSU'ya hem de sabit zemine göre daha fazla aktivasyon tespit edilmiştir. d) Tüm kaslarda en fazla aktivasyon TRX'te gerçekleşmiştir.

## Tartışma

Son yıllarda, kuvvet antrenmanlarında denge platformlarının kullanılması oldukça yaygınlaşmıştır. Bu platformlarda vücut ağırlığıyla yapılan egzersizler sırasında kas aktivasyonları seviyelerinin belirlenmesi, uygulayıcılar için uygun yüzey seçimine rehberlik edebilir. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı, instabilite cihazlarında ve sabit zeminde yapılan şınav egzersizi sırasında PM, AD ve TB kaslarının elektromiyografik aktivasyonlarının belirlenmesidir. Elde edilen bulgulara göre en fazla aktivasyonun TRX'te olacağını varsayan hipotez 2'i tamamen doğrulanırken, denge platformlarında yapılan şınav egzersizinin sabit bir yüzeye göre daha fazla aktivasyon üreteceğini varsayan hipotez 1 ise kısmen doğrulanmıştır.

Literatüre bakıldığında, farklı instabilite cihazlarında çeşitli egzersizler yapılırken seçilen kasların EMG aktivasyonlarını araştıran birçok makale bulunmaktadır (Anderson ve diğ., 2013; Beach ve diğ., 2008; de Araújo, R. C. ve diğ., 2020; Freeman, Karpowicz, Gray ve McGill, 2006; Nascimento ve diğ., 2017). Torres ve diğerlerinin 2017 yılında şınav egzersizi sırasında sabit yüzey ile BOSU'nun kas aktivasyonlarına etkisini araştırdığı çalışmada PM ve TB'de anlamlı fark tespit edilmezken, AD'de anlamlı düzeyde BOSU'da kas aktivasyon azalması tespit edilmiştir. PM ve AD'de bizim çalışmamızda da benzer sonuç saptanmıştır. Ancak, TB'de Torres ve diğerlerinin (2017) bulgularından farklı olarak bizim çalışmamızda BOSU'da sabit yüzeye göre anlamlı seviyede daha fazla kas aktivasyonu tespit edilmiştir. Ortaya çıkan bu farkın egzersiz yöntemlerinin farklılıklarından olabileceğini düşünmekteyiz. Torres ve diğerlerinin (2017) çalışmasında katılımcılar

hem ellerini hem de ayaklarının BOSU'ya yerleştirerek şınav hareketini uygularken, bizim çalışmamızda katılımcılar ellerini BOSU'ya, ayaklarını ise BOSU'nun yüksekliğine eşit sehpa yerleştirerek şınav hareketini gerçekleştirmişlerdir. Literatürde egzersizler sırasında instabilite aletlerinin kullanımını araştıran birçok çalışmada, pilates topunun etkisi incelenmiş ve kas aktivasyon artışı için etkili olduğu vurgulanmıştır (Beach ve diğ., 2008; Freeman ve diğ., 2006; Marshall ve Murphy, 2005; Marshall ve Murphy, 2006a; Marshall ve Murphy, 2006b). Lehman ve diğerleri (2006) şınav egzersizi sırasında pilates topu kullanımının sabit zemine göre kas aktivasyonundaki etkisini incelemiş, PM'de belirgin bir fark bulamazken, TB'de anlamlı düzeyde bir aktivite artışı tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda Lehman ve diğerlerinin çalışmasından farklı olarak PM kasında da anlamlı bir aktivasyon artışı saptanmıştır. Bu farklı sonuçların, Lehman ve diğerlerinin çalışmasında şınav hareketi sırasında katılımcıların ayakları yerde iken bizim çalışmamızda pilates topunun yüksekliğine denk bir sehpa olmasından kaynaklanan vücut açısı farkından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Snarr ve Esco (2013) TRX ile sabit yüzeyi karşılaştırdıkları makalede PM, AD, TB kaslarında TRX'te daha yüksek elektromiyografik aktivite tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda, PM ve TB'de önceki çalışmaların sonuçlarına benzer sonuçlar elde edilmiştir. AD'de ise önceki çalışmalardan farklı olarak bizim bulgularımızda Pilates topunda kas aktivasyonunda azalma görülmektedir. Oluşan bu farkın şınav egzersizinde PM'nin ana hareket ettirici kaslardan birisi olarak görev yapması, TB'nin hem dirsek eklemine ekstansiyon yaptıran ana kaslardan birisi olması hem de omuz eklemine sabitlenmesinde görev almasından dolayı stabilitenin azalmasına ters orantılı olarak elektromiyografik aktivitenin arttığını düşünmekteyiz (Soslowsky, Malicky ve Blasier, 1997; Wilk ve diğ., 2009). Pilates topunun yuvarlanarak dengesiz ortam oluşturması yük dağılımında PM ve TB kasına binen yükü artırdığını ve böylece bir diğer omuz stabilizatörü olan AD kasına olan ihtiyacı azalttığını ve böylece AD'de daha az kas aktivasyonu olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın bazı sınırlılıkları şunlardır: İlk olarak, denge platformları olarak BOSU, Pilates topu ve TRX cihazları kullanıldı. Fakat Fitness sektöründe bu cihazların dışında kullanılan birçok denge cihazları (örn. Dyna disk, Denge tahtası vb.) vardır ve çalışma bulguları bu cihazlar için garanti edilmemektedir. Gelecekteki çalışmalarda fitness endüstrisinde sıklıkla kullanılan diğer denge cihazlarının da incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. İkinci olarak, cihaza sadece eller yerleştirilerek EMG ölçümleri yapıldı. Ayrıca ayakların cihaza yerleştirildiği durumun kas aktivitesini nasıl etkilediğini araştırmak ve belirlemek gerekir. Üçüncüsü, bu çalışmaya sağlıklı genç erkekler dâhil edildi ve örneklem büyüklüğü küçüktü. Bu nedenle, sonuçlarımız yaşlılar, kadınlar, bel ağrısı olan vb. diğer popülasyonlara genelleştirilemez. Son olarak, katılımcıların PM, AD ve TB kasları ve bu kasların baskın taraflarının kas aktiviteleri ölçüldü. İleriki çalışmalarda şınav hareketinde PM, AD ve TB kaslarının baskın olmayan taraflarının aktiviteleri ve PM, AD ve TB kaslarının dışındaki kasların aktivasyonları da incelenebilir.

## Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada sabit ve üç farklı denge cihazında gerçekleştirilen şınav egzersizi sırasında PM, AD ve TB kaslarının elektromiyografik aktiviteleri karşılaştırılmıştır. PM ve TB kaslarının aktivitesi TRX'te sabit zemin ve BOSU'ya göre daha yüksek çıkmıştır. PM ve TB kasları için daha fazla zorluk isteyen çalıştırıcı ve sporcular için şınav egzersizinde TRX'i kullanmak iyi tercih olabilir. TB kası için en fazla aktivasyon TRX'te olsa da diğer denge cihazları da sabit zemine göre daha fazla aktivasyon oluşturmaktadır. Bu nedenle TRX'in kullanılmadığı durumlarda Pilates topu ve BOSU'nun da önemli derecede zorluk oluşturabileceğini belirtmek gerekir. AD kasını güçlendirmek için yapılan şınav egzersizinde Pilates topunu kullanmak doğru tercih olmayabilir.

### Yazar notu

Bu çalışma, Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'nin DDP(SPF)-2020/19 kodlu desteği ile hazırlanan doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

### Finans Kaynakları

Bu çalışmanın hazırlanması ve yazımı sırasında kurum ve/veya kuruluşlardan herhangi bir maddi destek alınmamıştır.

### Çıkar Çatışması

Bu makalenin yayınlanması hususunda yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### Yazar Katkı Payı

**Araştırma Fikri:** HT, RA; **Araştırma Tasarımı:** HT, RA; **Verilerin Analizi:** AKM, YZB, SP; **Makale Yazımı:** HT, RA, AKM, YZB, SP; **Eleştirel İnceleme:** RA

## Kaynaklar

- Anderson, G. S., Gaetz, M., Holzmann, M. ve Twist, P. (2013). Comparison of EMG activity during stable and unstable push-up protocols. *European Journal of Sport Science*, 13(1), 42-48.
- Anderson, K. ve Behm, D. G. (2005). The impact of instability resistance training on balance and stability. *Sports Medicine*, 35(1), 43-53.
- Beach, T. A., Howarth, S. J. ve Callaghan, J. P. (2008). Muscular contribution to low-back loading and stiffness during standard and suspended push-ups. *Human Movement Science*, 27(3), 457-472.
- Behm, D. G. ve Anderson, K. G. (2006). The role of instability with resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 716-722.
- Cogley, R. M., Archambault, T. A., Fibeger, J. F. ve Koverman, M. M. (2005). Comparison of muscle activation using various hand positions during the push-up exercise. *Journal of Strength And Conditioning Research*, 19(3), 628-633.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155. doi:10.1037/0033-2909.112.1.155
- Contreras, B., Schoenfeld, B., Mike, J., Tiryaki-Sonmez, G., Cronin, J. ve Vaino, E. (2012). The biomechanics of the push-up: Implications for resistance training programs. *Strength and Conditioning Journal*, 34(5), 41-46.

- de Araújo, R. C., Nascimento, V. Y. S., Torres, R. J. B., Trombini-Souza, F., Behm, D. ve Pitangui, A. C. R. (2020). Can the use of unstable surfaces and instruction for conscious abdominal contraction increase the emg activity of the periscapular muscles during the dynamic push-up?, *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(2), 225-230.
- De Oliveira, A. S., de Moraes Carvalho, M. ve de Brum, D. P. C. (2008). Activation of the shoulder and arm muscles during axial load exercises on a stable base of support and on a medicine ball. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(3), 472-479.
- Freeman, S., Karpowicz, A., Gray, J. ve McGill, S. (2006). Quantifying muscle patterns and spine load during various forms of the push-up. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(3), 570-577.
- Gouvali, M. K. ve Boudolos, K. (2005). Dynamic and electromyographical analysis in variants of push-up exercise. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 146-151.
- Lee, D., Lee, S., Park, J. ve Roh, H. (2013). The effect of fixed ankle and knee joints on postural stability and muscle activity. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(1), 33-36.
- Lehman, G. J., Gilas, D. ve Patel, U. (2008). An unstable support surface does not increase scapulothoracic stabilizing muscle activity during push up and push up plus exercises. *Manual Therapy*, 13(6), 500-506.
- Marshall, P. ve Murphy, B. (2006b). Changes in muscle activity and perceived exertion during exercises performed on a swiss ball. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 31(4), 376-383.
- Marshall, P. W. ve Murphy, B. (2006a). Increased deltoid and abdominal muscle activity during Swiss ball bench press. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 745-750.
- Marshall, P. W. ve Murphy, B. A. (2005). Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(2), 242-249.
- Nascimento, V. Y. S., Torres, R. J. B., Beltrão, N. B., Dos Santos, P. S., Pirauá, A. L. T., de Oliveira, V. M. A., ... ve de Araújo, R. C. (2017). Shoulder muscle activation levels during exercises with axial and rotational load on stable and unstable surfaces. *Journal of Applied Biomechanics*, 33(2), 118-123.
- Park, S. Y. ve Yoo, W. G. (2011). Differential activation of parts of the serratus anterior muscle during push-up variations on stable and unstable bases of support. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21(5), 861-867.
- Pirauá, A. L. T., Pitangui, A. C. R., Silva, J. P., dos Passos, M. H. P., de Oliveira, V. M. A., Batista, L. D. S. P. ve de Araújo, R. C. (2014). Electromyographic analysis of the serratus anterior and trapezius muscles during push-ups on stable and unstable bases in subjects with scapular dyskinesis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(5), 675-681.
- Redfern, M., Hughes, R. ve Chaffin, D. (1993). High-pass filtering to remove electrocardiographic interference from torso EMG recordings. *Clinical biomechanics*, 8(1), 44-48.
- Sandhu, J. S., Mahajan, S. ve Shenoy, S. (2008). An electromyographic analysis of shoulder muscle activation during push-up variations on stable and labile surfaces. *International Journal of Shoulder Surgery*, 2(2), 30-35.
- Seo, S. H., Jeon, I. H., Cho, Y. H., Lee, H. G., Hwang, Y. T. ve Jang, J. H. (2013). Surface EMG during the push-up plus exercise on a stable support or Swiss ball: scapular stabilizer muscle exercise. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(7), 833-837.
- Snarr, R. L. ve Esco, M. R. (2013). Electromyographic comparison of traditional and suspension push-ups. *Journal of Human Kinetics*, 39, 75-83.

24. **Soslowsky, L. J., Malicky, D. M. ve Blasier, R. B.** (1997). Active and passive factors in inferior glenohumeral stabilization: a biomechanical model. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 6(4), 371-379.
25. **Torres, R. J., Pirauá, A. L., Nascimento, V. Y., Dos Santos, P. S., Beltrão, N. B., de Oliveira, V. M., ... ve de Araújo, R. C.** (2017). Shoulder muscle activation levels during the push-up-plus exercise on stable and unstable surfaces. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(4), 281-286.
26. **Vera-Garcia, F. J., Grenier, S. G. ve McGill, S. M.** (2000). Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical Therapy*, 80(6), 564-569.
27. **Wilk, K. E., Reinold, M. M., Macrina, L. C., Porterfield, R., Devine, K. M., Suarez, K. ve Andrews, J. R.** (2009). Glenohumeral internal rotation measurements differ depending on stabilization techniques. *Sports Health*, 1(2), 131-136.
28. **Youdas, J. W., Hartman, J. P., Murphy, B. A., Rundle, A. M., Ugorowski, J. M. ve Hollman, J. H.** (2015). Magnitudes of muscle activation of spine stabilizers, gluteals, and hamstrings during supine bridge to neutral position. *Physiotherapy Theory and Practice*, 31(6), 418-427.