




Standart Dinamik Esneklik Protokolünün Futbolcularda Dikey Sıçrama Performansı ve Nöromusküler Aktivasyon Üzerine Akut Etkisi

İsa Erdemir ¹, Muhammed Yusuf Kahraman ², Selda Uzun ³

¹Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hareket ve Antrenman Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye.

²Haliç Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Rekreasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye.

³Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye.

Özet

Erdemir, İ., Kahraman, M. Y., & Uzun, S. (2026). Standart Dinamik Esneklik Protokolünün Futbolcularda Dikey Sıçrama Performansı ve Nöromusküler Aktivasyon Üzerine Akut Etkisi. *Genç Spor Akademi Dergisi*, 2(1), 1–13.

Sorumlu Yazar: İsa Erdemir, erdemirisa@gmail.com

Geliş Tarihi/Received: 03.12.2025

Kabul Tarihi/Accepted: 03.01.2026

Yayın Tarihi/Published: 15.02.2026

Bu araştırma, standart bir dinamik esneklik (DE) egzersiz protokolünün dikey sıçrama performansı ve nöromusküler aktivasyon üzerindeki akut etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmaya, yaş ortalaması $21,20 \pm 3,16$ yıl olan 10 lisanslı erkek futbolcu katılmıştır. Katılımcılara beş farklı kas grubunu (plantar fleksörler, kalça ekstansörleri, hamstring, kalça fleksörleri ve kuadriceps) hedef alan DE egzersizleri uygulanmıştır. Protokol öncesi ve sonrasında Countermovement Jump (CMJ) ve Squat Jump (SJ) testleri uygulanmış, eş zamanlı olarak Vastus Lateralis (VL), Vastus Medialis (VM) ve Biceps Femoris (BF) kaslarından yüzeysel elektromiyografi (yEMG) kayıtları alınmıştır. Verilerin analizinde Wilcoxon İşaretili Sıralar testi kullanılmıştır. DE protokolü sonrası CMJ ($p=0,093$) ve SJ ($p=0,649$) sıçrama yüksekliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Benzer şekilde, sıçrama testleri sırasında VL, VM ve BF kaslarının aktivasyon düzeylerinde ve VM/VL oranında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Sonuç olarak, standart DE protokolünün erkek futbolcularda dikey sıçrama performansını koruduğu ve nöromusküler aktivasyon üzerinde herhangi bir akut değişime yol açmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dikey sıçrama, dinamik esneklik, elektromiyografi, futbol, nöromusküler aktivasyon

Copyright for articles published in this journal is retained by the authors, with first publication rights granted to the journal under the CC BY-NC 4.0 license.



Acute Effects of Standard Dynamic Stretching Protocol on Vertical Jump Performance and Neuromuscular Activation in Soccer Players

Research Article

Abstract

This study aimed to examine the acute effects of a standard dynamic stretching (DS) exercise protocol on vertical jump performance and neuromuscular activation. Ten licensed male soccer players with a mean age of 21.20 ± 3.16 years participated in the study. DS exercises targeting five different muscle groups (plantar flexors, hip extensors, hamstrings, hip flexors, and quadriceps) were applied to the participants. Countermovement Jump (CMJ) and Squat Jump (SJ) tests were performed before and after the protocol, and surface electromyography (sEMG) recordings were taken simultaneously from the Vastus Lateralis (VL), Vastus Medialis (VM), and Biceps Femoris (BF) muscles. The Wilcoxon Signed-Rank Test was used for data analysis. No statistically significant change was observed in CMJ ($p=0.093$) and SJ ($p=0.649$) jump heights following the DS protocol. Similarly, no statistically significant difference was detected in the activation levels of VL, VM, and BF muscles and the VM/VL ratio during the jump tests ($p>0.05$). As a result, it was determined that the standard DS protocol preserved vertical jump performance in male soccer players and did not cause any acute changes in neuromuscular activation.

Keywords: Dynamic stretching, electromyography, neuromuscular activation, soccer, vertical jump

GİRİŞ

Futbol; ani hızlanmalar, sprintler, yön değişiklikleri ve sıçramalar gibi patlayıcı güç gerektiren hareketlerin yoğun olarak yer aldığı bir branştır (Little ve Williams, 2006). Bu nedenle, futbol özelinde tercih edilen ısınma egzersizlerinin hem performansı desteklemesinin hem de yaralanma riskini azaltmasının kritik önem taşıdığı belirtilmektedir (Gök vd., 2023; Owoeve ve ark., 2014). Isınma egzersizleri genellikle, düşük – orta seviyeli aerobik egzersizler, esneklik egzersizleri ve spora özgü hareketlerden oluşur (Safran vd., 1989). Hangi tür esneklik egzersizinin hazırlık safhasında daha faydalı olacağı konusu literatürde sıklıkla sorgulanmaktadır (Behm ve Chaouachi, 2011; Kay ve Blazeovich, 2012). Statik esneklik egzersizleri kısa süreli olarak kas tendon ünitesinin sertliğini azaltarak hareket açıklığının artmasına katkı sağlar (Takeuchi ve ark., 2023). Ancak literatürde, performans öncesinde uygulanan statik esneklik egzersizlerinin, kas kuvveti ve patlayıcı güç üretimi üzerinde olumsuz etkileri olduğunu bildiren birçok çalışma bulunmaktadır (Fowles ve ark., 2000; Kay ve Blazeovich, 2012; Li ve ark., 2023).

Hazırlık safhasında yaygın olarak kullanılan bir diğer esneklik egzersizi türü ise dinamik esneklik (DE) egzersizleridir. Performans öncesi uygulandığında DE egzersizlerinin nöromüsküler hazırlığı artırarak çeviklik, hız, kas aktivasyonu ve patlayıcı kuvvet gibi performans parametreleri üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu bildirilmektedir (Fletcher, 2010; Fletcher ve Monte-Colombo, 2010; Hough ve ark., 2009). Bu olumlu etkilerin; kas sıcaklığındaki artış, sinir iletim hızının yükselmesi, kaslar arası koordinasyonun gelişmesi ve post-aktivasyon potansiyasyonu (PAP) mekanizmasının devreye girmesi gibi fizyolojik süreçlerle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Daneshjoo ve ark., 2024; Koundourakis ve ark., 2020; Wang ve ark., 2024). Bu nedenle DE egzersizlerinin ısınma rutininin bir parçası olarak uygulanması performansın artırılması ve sporcu hazırlığının desteklenmesi açısından önerilmektedir (Li ve ark., 2023).

Countermovement jump (CMJ) testi, alt ekstremité patlayıcı güç üretimini değerlendirmede güvenilir ve yaygın kullanılan bir yöntemdir (Markovic ve ark., 2004). Eksantrik ve konsantrik kasılma fazlarını birlikte içermesi nedeniyle CMJ testi, DE egzersizleri sonrası ortaya çıkabilecek nöromüsküler değişimlerin incelenmesine olanak sağlar (Hough ve ark., 2009; Komi, 2000). Squat jump (SJ) testi ise uzama-kısalma döngüsünü içermemesi nedeniyle CMJ'den ayrılır ve saf konsantrik patlayıcı güç üretimini değerlendirmek için kullanılır (Van Hooren ve Zolotarjova, 2017). Bu iki farklı sıçrama testinin ayrı ayrı

değerlendirilmesi, DE egzersizleri gibi akut uygulamaların hem performans hem de altta yatan nöromusküler aktivasyon üzerindeki etkilerini değerlendirebilmek için önemlidir.

Mevcut literatür incelendiğinde, DE egzersizlerinin hem nöromusküler aktivasyon hem de sıçrama performansı (CMJ, SJ) üzerindeki akut etkilerini eş zamanlı değerlendiren çalışma sayısı sınırlıdır (Fletcher, 2010; Hough ve ark., 2009; Yapicioglu ve ark., 2013). Bu kriterleri karşılayan mevcut çalışmalar futbolcular üzerinde yürütülmemiş, katılımcı grupları çoğunlukla sağlıklı erkekler veya üniversite sporcularından oluşmuştur. Ancak bildiğimiz kadarıyla, DE egzersizleri sonrası futbolcularda sıçrama testleri sırasında kas aktivasyonunu inceleyen bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, futbolcularda uygulanan dinamik esneklik egzersizlerinin sıçrama performansı ve seçilmiş alt ekstremitte kaslarının nöromusküler aktivasyonu üzerindeki akut etkilerini incelemektir.

YÖNTEM

Katılımcılar

Bu araştırmaya yaşları $21,20 \pm 3,16$ yıl, boy uzunluğu $188,20 \pm 8,92$ cm, vücut ağırlığı $77,51 \pm 7,63$ kg ve vücut kitle indeksi $23,10 \pm 1,84$ kg/m² olan 10 futbolcu dahil edilmiştir. Katılımcılar, ulaşılabilirlik ve çalışma koşullarının uygunluğu doğrultusunda kolayda örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. En az 3 yıldır bir kulüpte lisanslı olarak futbol oynamak ve haftanın en az 5 günü takım antrenmanlarına katılmak araştırmaya dahil olma kriterleri, son 1 yıl içinde alt ekstremitte cerrahisi geçirmek, son 6 ayda alt ekstremitte yaralanması öyküsü bulunmak ve herhangi bir kardiyovasküler, nörolojik, sistemik veya psikiyatrik hastalığı olmak araştırmadan hariç tutulma kriteri olarak belirlenmiştir. Tüm katılımcılar, Helsinki Deklarasyonu ilkelerine uygun olarak, çalışmanın deneysel prosedürleri hakkında bilgilendirilerek test yapılmadan önce yazılı onayları alınmıştır. Bu araştırma, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Etik Kurul Protokol Kodu: 09.2025.25-0206; Karar No: 2025/03-21).

Veri Toplama Araçları

Testler sırasındaki kas aktivasyon ölçümleri yEMG cihazı (Biometrics Datalite Wireless EMG Advanced System) ile gerçekleştirilmiştir. Elektrot yerleşimi, dominant bacağın Vastus Lateralis ve Biceps Femoris kaslarına SENIAM (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles) kılavuzu dikkate alınarak yapılmıştır. Sinyal örnekleme hızı 2000 Hz olarak belirlenmiştir. Sıçrama testleri sırasındaki performans ölçümü, Kistler kuvvet

platformu (Type 9260AA6; Kistler, Winterthur, Switzerland) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sıçrama yüksekliği, havada kalış (uçuş) süresi verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

Araştırma Prosedürü

Katılımcıların ilk olarak ISAK (International Society for the Kinanthropometry) protokolüne uygun şekilde boy, vücut ağırlığı, deri kıvrım kalınlığı ve bacak uzunluğu ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ardından SENIAM kılavuzu referans alınarak elektrot yerleşim yerleri aşağıdaki gibi belirlendikten sonra elektrot yerleşim yerleri deri empedansını azaltmak amacıyla tıraş edilerek alkollü bez ile temizlenmiştir.

- Vastus Medialis: Anterior superior spina iliaca ile medial kolletral ligamanın ön kenarı önündeki eklem boşluğu arasındaki çizginin %80 diz eklemine yakın olan kısma diyagonal olarak yerleştirilmiştir.
- Vastus Lateralis: Anterior spina iliaca superior'dan patella'nın lateral tarafına kadar olan çizginin 2/3'üne,
- Biseps Femoris: İskiyal tüberosite ile tibianın lateral epikondili arasındaki çizginin %50'sine,

Elektrot yerleşimi tamamlandıktan sonra katılımcılardan, 5 dakika boyunca submaksimal yoğunlukta bisiklet ergometresi (Monark 824 Ergomedic, Varberg, İsveç) kullanarak genel ısınma protokolünü uygulamaları istenmiştir. (70-75 rpm, 1 kg direnç). Katılımcılar ısınma sonrası oturma pozisyonunda, kalça-diz 90° fleksiyon pozisyonunda olacak şekilde maksimum istemli izometrik kontraksiyon (MİİK) ölçümleri gerçekleştirmişlerdir. Dominant bacak diz ekstansiyon ve fleksiyon izometrik kontraksiyonlarının her biri için en az 5 saniye boyunca MİİK uygulanmış; üç tekrar arasından elde edilen en yüksek aktivasyon değeri analize dahil edilmiştir. Elde edilen MİİK verileri, yEMG sinyallerinin normalizasyonu için kullanılmıştır. Ardından katılımcılar ön performans testlerine tabii tutularak kuvvet platformu üzerinde sırasıyla CMJ ve SJ testleri uygulamışlardır. Her test 5 tekrar şeklinde gerçekleştirilmiş olup, ortadaki 3 tekrarın ortalaması analize dahil edilmiştir. Tekrarlar arası 30 saniye ayakta dinlenme, CMJ testinden SJ testine geçerken 2 dakika oturarak dinlenme aralığı verilmiştir. Testler sırasında dominant bacak VL ve BF kaslarından yEMG kayıtları alınmıştır. CMJ testinde katılımcılar başlangıç pozisyonu ayakta ve gövde dik bir pozisyonda konumlandırılmıştır. Katılımcılardan, eller belde sabit beklerken maksimum hızda squat pozisyonuna inip sonrasında yine maksimum eforla dikey doğrultuda sıçramaları istenmiştir.

SJ testinde de katılımcılar aynı başlangıç pozisyonunda konumlandıktan sonra eller belde sabit, kontrollü bir hızda squat pozisyonuna gelmiş ve dizler 90° fleksiyon pozisyonunda 2 saniye bekledikten sonra maksimum eforla dikey doğrultuda sıçramaları istenmiştir. Ön performans testleri tamamlandıktan sonra ara verilmeden dinamik esneklik (DE) egzersizleri ayakta, hedef kasın antagonistini kasarak kontrollü, ritmik ve sürekli hareketlerle uygulanmıştır. Katılımcılar sırasıyla plantar fleksörler, kalça ekstansörleri, hamstring, kalça fleksörleri ve kuadris kasları için egzersizleri önce 5 defa yavaş, sonra 10 defa hızlı olacak şekilde yerde sekmeden gerçekleştirmiştir. Egzersizler önce sol, sonra sağ bacak için uygulanmış ve her uygulama sonrası 20 saniye dinlenme aralığı verilmiştir. Toplam uygulama süresi yaklaşık 8 dakika sürmüştür (Yamaguchi & Ishii, 2005).

Verilerin Analizi

Sıçramalar sırasında kaydedilen kuvvet-zaman ve yEMG verileri özelleştirilmiş bir MATLAB kod bloğu kullanılarak analiz edilmiştir (MathWorks Inc., ABD). Kuvvet- zaman verileri, sıfır faz gecikmeli 4. dereceden Butterworth 25 Hz düşük geçiren filtre uygulanmıştır. Vücut ağırlığı (VA) Newton cinsinden her katılımcı için oturum başında sakın ayakta duruş sırasındaki dikey yer tepki kuvvetinin (Fz) medyanı olarak tanımlanmıştır. Daha sonra yer çekim ivmesine bölünerek kg cinsinden hesaplanmıştır. Hareketin başlaması (onset of movement) literatürde tanımlanan güncel yöntem kullanılarak belirlenmiştir (Owen ve ark., 2014). Sıçrama komutundan sonra ayakta sabit duruşta hesaplanan vücut ağırlığının standart sapması beş ile çarpılarak oluşturulan eşik değeri referans alınmıştır. Bu andan 30 ms önceki zaman noktası, hareketin başlaması olarak tanımlanmıştır (Owen ve ark., 2014). Dikey kuvvetin 20 N eşik değerinin altına düştüğü zaman noktası kalkış anı olarak tanımlanmıştır. SJ’de hareketin başlaması ve kalkış anı arasındaki epok CMJ’de ise yer tepki kuvvetinin frenleme noktası olarak tanımlanan kalkıştan önceki negatif eğimden pozitif dönen ilk yerel minimum dikey kuvvetin olduğu andan kalkışa kadar geçen süre konsantrik faz olarak tanımlanmıştır. Kalkış anından yer tepki kuvvetinin 20 N üstüne çıktığı zaman noktası (iniş anı) arasındaki kısım uçuş fazı olarak kabul edilmiştir (Harper ve ark., 2020). Sıçrama yüksekliği (SY), yer temasının kesildiği an ile yeniden sağlandığı an arasındaki uçuş süresi (t) ve yer çekimi ivmesi (g) üzerinden, kalkış ile inişte kütle merkezinin yüksekliklerinin eşit olduğu varsayımıyla aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır.

$$SY = \frac{(g * t^2)}{8}$$

Maksimum istemli kontraksiyon ve sıçrama testleri sırasında kaydedilen yEMG verileri ilk olarak sıfır gecikmeli dördüncü dereceden Butterworth filtresi kullanılarak 20–450 Hz'de bant geçiren filtre uygulanmıştır. VL ve BF kaslarının filtrelenmiş yEMG verileri, 100 ms hareketli pencere ile karelerinin ortalama karekökü (KOKK) alınarak rektifikasyon ve sinyal yumuşatması gerçekleştirilmiştir. CMJ ve SJ testleri sırasında kaydedilen yEMG sinyalleri, MİİK testleri sırasında kaydedilen yEMG sinyalinin 1 saniyelik epokta hesaplanan maksimum referans değerine göre normalize edilmiştir. Yüzeysel EMG verileri, her bir sıçrama için kuvvet platformu verileri üzerinden işaretlenen konsantrik fazı epokunun ortalama genlik değeri hesaplanmıştır.

BULGULAR

Çalışmaya gönüllü olarak katılan 10 erkek futbolcunun yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi (VKİ) ve deri kıvrım kalınlığı ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

| Değişkenler | Ortalama \pm Ss | Minimum | Maksimum |
|--|-------------------|---------|----------|
| Yaş (yıl) | 21,20 \pm 3,16 | 18,00 | 27,00 |
| Boy Uzunluğu (cm) | 188,20 \pm 8,92 | 171,00 | 196,00 |
| Vücut Ağırlığı (kg) | 77,51 \pm 7,63 | 64,00 | 87,50 |
| Vücut Kitle İndeksi (kg/m ²) | 23,10 \pm 1,84 | 20,43 | 26,19 |
| Kuadriceps Deri Kıvrımı (mm) | 12,66 \pm 5,10 | 5,40 | 20,60 |

Bu çalışmada elde edilen veriler, her bir test koşulu için gerçekleştirilen 5 tekrarın ilk ve son tekrarları (1. ve 5. tekrar) dışlanarak, ortadaki 3 tekrarın ortalaması alınmak suretiyle analiz edilmiştir. Katılımcıların dinamik esneklik protokolü öncesi ve sonrası CMJ ve SJ testlerine ait tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Dinamik Esneklik Protokolü Öncesi ve Sonrası Dikey Sıçrama Performans Değerleri

| Test | Zaman | n | Ort. (cm) | Ss. | Değişim (%) | Z | p |
|------|----------|----|-----------|------|-------------|--------|-------|
| CMJ | Ön-Test | 10 | 30,93 | 4,99 | -1,7% | -1,682 | 0,093 |
| | Son-Test | 10 | 30,39 | 4,35 | | | |
| SJ | Ön-Test | 10 | 29,12 | 3,46 | -0,4% | -0,459 | 0,649 |
| | Son-Test | 10 | 29,00 | 3,44 | | | |

p<.05*, CMJ: Countermovement Jump, SJ: Squat Jump

Tablo 2 incelendiğinde, katılımcıların dinamik esneklik protokolü öncesi CMJ performans ortalaması 30,93 \pm 4,99 cm iken, uygulama sonrasında bu değer 30,39 \pm 4,35 cm

seviyesinde olduğu görülmüştür. İstatistiksel analiz sonucunda, ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($Z=-1,682$; $p=0,093$). Benzer şekilde, SJ testinde de ön test ($29,12 \pm 3,46$ cm) ile son test ($29,00 \pm 3,44$ cm) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir ($Z=-0,459$; $p=0,649$). Bu bulgular, uygulanan DE protokolünün dikey sıçrama yüksekliğini CMJ ve SJ testlerinde akut olarak değiştirmedini göstermektedir.

Tablo 3. Dinamik Esneklik Protokolü Öncesi ve Sonrası Kas Aktivasyon Düzeyleri (%MİİK)

| Test | Zaman | n | Ort. %MİİK | Ss. | Değişim (%) | Z | p |
|------|----------|----|---------------|--------|-------------|--------|-------|
| CMJ | | | | | | | |
| VL | Ön-Test | 10 | 144,20 | 77,34 | -3,16 | 0,561 | 0,625 |
| | Son-Test | 10 | 139,65 | 76,78 | | | |
| VM | Ön-Test | 10 | 181,10 | 95,83 | -6,93 | 0,357 | 0,770 |
| | Son-Test | 10 | 168,54 | 123,60 | | | |
| BF | Ön-Test | 10 | 29,84 | 15,24 | -8,34 | 0,764 | 0,492 |
| | Son-Test | 10 | 15,24 | 16,09 | | | |
| SJ | | | | | | | |
| VL | Ön-Test | 10 | 128,16 | 77,07 | 12,87 | -1,376 | 0,193 |
| | Son-Test | 10 | 144,66 | 69,18 | | | |
| VM | Ön-Test | 10 | 148,01 | 84,87 | 26,14 | -1,48 | 0,160 |
| | Son-Test | 10 | 186,70 | 113,68 | | | |
| BF | Ön-Test | 10 | 32,03 | 23,72 | 8,30 | -0,866 | 0,432 |
| | Son-Test | 10 | 34,69 | 12,87 | | | |

$p<.05^*$, CMJ: Countermovement Jump, SJ: Squat Jump, VL: Vastus Lateralis, VM: Vastus Medialis, BF: Biceps Femoris

Tablo 3 incelendiğinde, katılımcıların DE protokolü öncesi ve sonrası CMJ ve SJ testleri sırasındaki VL, VM ve BF kas aktivasyon düzeyleri görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre; CMJ testi sırasında incelenen tüm kas gruplarının aktivasyon düzeylerinde sayısal olarak düşüş eğilimi gözlenmiştir. VL aktivasyonunda %-3,16 (Ön test: $\%144,20 \pm 77,34$ MİİK vs. Son test: $\%139,65 \pm 76,78$ MİİK), VM aktivasyonunda %-6,93 (Ön test: $\%181,10 \pm 95,83$ MİİK vs. Son test: $\%168,54 \pm 123,60$ MİİK) ve BF aktivasyonunda %-8,34 (Ön test: $\%29,84 \pm 15,24$ MİİK vs. Son test: $\%27,35 \pm 16,09$ MİİK) oranında azalmalar tespit edilmiştir. Ancak yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucunda, bu düşüşlerin hiçbiri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). SJ performansı değerlendirildiğinde ise; CMJ testinin aksine kuadriçeps grubu kaslarında belirgin artış eğilimleri dikkat çekmektedir. Özellikle VM kas aktivasyonunda son testte %26,14 oranında (Ön test: $\%148,01 \pm 84,87$ MİİK vs. Son test: $\%186,70 \pm 113,68$ MİİK) ve VL kasında %12,87 oranında (Ön test: $\%128,16 \pm 77,07$ MİİK vs. Son test: $\%144,66 \pm 69,18$ MİİK) artışlar kaydedilmiştir. Buna paralel olarak antagonist BF kasında da %8,30 oranında bir artış meydana gelmiştir. Ancak tüm bu değişimlere rağmen, ön

test ve son test değerleri arasındaki farklar istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır (sırasıyla; $Z=-1,478$, $p=0,160$; $Z=-1,376$, $p=0,193$ ve $Z=-0,866$, $p=0,432$).

Tablo 4. Dinamik Esneklik Protokolü Öncesi ve Sonrası VM/VL Aktivasyon Oranları

| Test | Zaman | n | Ort. %MİİK | Ss. | Değişim (%) | Z | p |
|--------|----------|----|---------------|------|-------------|-------|-------|
| CMJ | | | | | | | |
| VM/ VL | Ön-Test | 10 | 1,41 | 0,67 | 1,78 | 0,051 | 1,000 |
| | Son-Test | 10 | 1,24 | 0,54 | | | |
| SJ | | | | | | | |
| VM/VL | Ön-Test | 10 | 1,23 | 0,54 | -12,01 | 0,866 | 0,432 |
| | Son-Test | 10 | 1,26 | 0,43 | | | |

$p<.05^*$, CMJ: Countermovement Jump, SJ: Squat Jump, VL: Vastus Lateralis, VM: Vastus Medialis, BF: Biceps Femoris

VM/VL aktivasyon oranı incelendiğinde; CMJ testi sırasında oranda sayısal olarak %12,01'lik bir düşüş (Ön test: $1,41 \pm 0,67$ vs. Son test: $1,24 \pm 0,54$) gözlemlense de, bu değişimin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($Z=0,866$; $p=0,432$). SJ testi sırasında ise VM/VL oranının %1,78'lik minimal bir artışla korunduğu (Ön test: $1,23 \pm 0,54$ vs. Son test: $1,26 \pm 0,43$) ve istatistiksel olarak herhangi bir değişimin meydana gelmediği görülmüştür ($Z=0,051$; $p=1,000$). Bu sonuçlar, uygulanan dinamik esneklik protokolünün kuadriseps kasları arasındaki nöromusküler dengeyi bozmadığını göstermektedir.

TARTIŞMA

Bu çalışma, standart bir dinamik esneklik egzersizi protokolünün erkek futbolcularda dikey sıçrama performansı ve alt ekstremité kas aktivasyonu üzerindeki akut etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular DE protokolü sonrasında hem CMJ ($p = 0,093$) hem de SJ ($p = 0,649$) performanslarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim meydana gelmediğini göstermiştir. Benzer şekilde sıçrama testleri arasındaki YEMG verileri incelendiğinde VL, VM ve BF kaslarının aktivasyon düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış veya azalış tespit edilmemiştir. Erkek futbolcularda uygulanan standart DE egzersizleri protokolünün dikey sıçrama performansı ve alt ekstremité kas aktivasyonu üzerinde anlamlı bir değişikliğe yol açmadığı görülmüştür.

Literatürde DE egzersizlerinin dikey sıçrama performansına akut etkisi üzerine yapılan çalışmaların sonuçları çeşitlilik göstermektedir. Bizim çalışmamızın sonuçları ise bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildiren çalışmalarla uyumludur. Esteban-García ve ark. (2024), sistematik derleme ve meta analiz çalışmasında, dinamik esneklik egzersizlerinin dikey sıçrama performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artışa neden olmadığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Christensen ve Nordstrom (2008) tarafından 68 elit sporcu

üzerinde yapılan çalışmada, DE egzersizlerinin kontrol grubuna kıyasla sıçrama performansında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı belirtilmiştir. Ayrıca Araya-Ibacache ve ark. (2022) çalışmasında, DE egzersizleri sonrası kuvvet üretim hızı (Rate of Force Development) artmış olmasına rağmen, dikey sıçrama performansının anlamlı bir şekilde değişmediğini raporlamıştır.

DE egzersizleri protokolünün sıçrama performansı üzerinde anlamlı bir değişime yol açmamış olmasının katılımcı grubunun antrenman düzeyi ile ilgili olabileceğini düşünmekteyiz. Hough ve ark. (2009) çalışmasında, sağlıklı erkekler üzerinde uygulanan DE egzersizlerinin dikey sıçrama yüksekliğini %4,9 oranında artırdığı bildirmiştir. Ancak Hough ve arkadaşlarının çalışmasında katılımcı grubunu ‘sağlıklı erkekler’ oluşturmaktadır. Bizim çalışmamızdaki erkek futbolcu profilinin yüksek antrenman düzeyinin, sonuçlardaki bu ayrışmayı açıkladığını düşünmekteyiz. Nitekim Li ve ark. (2023) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında DE egzersizlerinin akut etkisinin farklı katılımcı popülasyonlarında farklılaştığı ortaya konmuştur. Bu meta analiz çalışmasında DE egzersizlerinin fitness yapan bireylerde sporculara göre daha büyük bir etki oluşturduğunu ve elit sporcuların yüksek yoğunluklu antrenmanlara maruziyet süresi nedeni ile bu tür akut müdahalelere karşı tavan etkisine (ceiling effect) sahip olabileceği vurgulanmıştır. Benzer şekilde, Chaouachi ve ark. (2010), antrenman düzeyi yüksek sporcuların dinamik esneklik egzersizlerinin oluşturabileceği akut etkilere karşı daha dirençli olduklarını ve performanslarını daha stabil tutabildiklerini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da DE egzersizlerinin erkek futbolcularda sıçrama performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişikliğe yol açmamış olması; literatürle uyumlu olarak, katılımcı grubunun yüksek antrenman düzeyine sahip sporculardan oluşması ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızın bulgularına göre, istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, sıçrama testlerine göre farklılaşan kas aktivasyon eğilimleri tespit edilmiştir. CMJ sırasında kas aktivasyonunda düşüş eğilimi (-%3 ile -%8), SJ sırasında ise kuadriceps kas aktivasyonunda belirgin bir artış eğilimi (VM: %26.14; VL: %12.87) gözlenmiştir. Aktivasyon paternlerindeki bu farklılaşma Vieira ve ark. (2025) çalışmasıyla açıklanabilir. Söz konusu çalışmada, DE egzersizlerinin spinal refleks aktivitesini geçici olarak baskıladığını ancak kasın uyarılmış kasılma kuvvetini (Peak Twitch Torque) artırdığı bildirilmiştir. CMJ performansı, kasın boyundaki ani değişimi algılayan kas iğcikleri aracılığı ile miyotatik reflekse duyarlıdır. Dolayısıyla çalışmamızdaki CMJ performansı sırasındaki düşüş eğilimi DE egzersizlerine bağlı olarak gerçekleşen spinal inhibisyon mekanizması ile açıklanabilir. SJ performansı sırasındaki

artış eğilimi ise SJ hareketinin, refleks katkıdan ziyade kasın kontraktıl özelliklerine dayanması ve DE egzersizlerinin sağladığı kas içi sıcaklık artışı ve post aktivasyon potansiyasyonu ile ilişkilendirilebilir.

VM/VL oranı patellafemoral eklem biyomekaniğinin korunması ve diz eklemi stabilizasyonunun sağlanmasında önemli bir yere sahiptir (Souza & Powers, 2009). Literatürde VM/VL oranının azalması ile birlikte patellafemoral ağrı (PFPS) ile ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Cesarelli ve ark., 2000; Souza & Powers, 2009; Tang ve ark., 2001). Irish ve ark. (2010) bazı yorgunluk oluşturan egzersiz protokollerinin de bu oranı akut olarak değiştirebileceğini bildirmiştir. Çalışmamızda ise, DE egzersizleri sonrası VM/VL oranı hem SJ hem de CMJ testleri sırasında korunmuş ve istatistiksel olarak değişmemiştir. Dolayısıyla bulgularımızdan hareketle, DE egzersizlerinin erkek futbolcularda kullanımının VM/VL oranını değiştirmediği ve patellafemoral problemleri tetikleyecek bir risk faktörü oluşturmadığı söylenebilir (Bishop, 2003; Bosco ve ark., 1982; Tillin & Bishop, 2009).

SONUÇ

Sonuç olarak, erkek futbolcularda uygulanan DE egzersizlerinin CMJ ve SJ testleri sırasındaki sıçrama performansını koruduğu ve kas aktivasyonunda herhangi bir değişim yaratmadığı tespit edilmiştir. Sıçrama testleri sırasındaki farklı kas aktivasyon paternlerinin de testin mekaniğine (miyotatik refleks varlığına) göre farklılaşma eğilimi gösterdiği görülmüştür. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar doğrultusunda erkek futbolcuların antrenman veya müsabaka öncesinde performans kaybı yaşamadan ve nöromusküler dengelerini koruyarak bu protokolü güvenle uygulayabilecekleri söylenebilir.

Beyanlar

Çıkar Çatışmaları Yazar(lar)ın beyan edeceği herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Etik Beyanı Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi ve yazılmasında bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve kullanılan tüm kaynaklara usulüne uygun şekilde atıfta bulunulduğu beyan edilmiştir.

Finansal Destek Bu çalışma herhangi bir finansal destek almamıştır.

Yazar Katkı Oranı: Araştırmanın tasarımı: İ.E %34 – M.Y.K. %33 – S.U. %33, Veri Toplama: İ.E %34 – M.Y.K. %33 – S.U. %33, Veri Analizi ve Yorumlama: İ.E %34 – M.Y.K. %33 – S.U. %33, Makale Yazımı: İ.E %34 – M.Y.K. %33 – S.U. %33, Makale Gönderimi ve Revizyonu: İ.E %100

Açık Erişim Bu makale, Creative Commons Atıf-Gayri Ticari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) lisansı ile yayımlanmıştır. Bu lisans, çalışmanın orijinal yazarlarına ve yayımlandığı kaynağa uygun atıf yapılması koşuluyla, eserin ticari olmayan amaçlarla her türlü ortamda ve biçimde paylaşılmasına, kopyalanmasına, dağıtılmasına, sergilenmesine ve uyarlanmasına (türetilmiş eserler oluşturulmasına) izin verir. Ticari kullanımlar bu lisans kapsamında değildir. Lisansın tam metnine <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> adresinden ulaşabilirsiniz.

KAYNAKLAR

- Araya-Ibacache, M., Aedo-Munõz, E., Carrenõ-Ortiz, P., Moya-Jofr , C., Prat-Luri, A., & Cerda-Kohler, H. (2022). Dynamic Stretching Increases the Eccentric Rate of Force Development, but not Jump Height in Female Volleyball Players. *Journal of Human Kinetics*, 84(1), 158-165. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0071>
- Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. * inde European Journal of Applied Physiology* (C. 111, Sayı 11, ss. 2633-2651). <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1879-2>
- Bishop, D. (2003). Warm Up I Potential Mechanisms and the Effects of Passive Warm Up on Exercise Performance. * inde Sports Med* (C. 33, Sayı 6).
- Bosco, C., Tihanyi, J., Komi, P. V., Fekete, G., Apor-, P., Komi, J., & Si, G. (1982). Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 116, 343-349.
- Cesarelli, M., Bifulco, P., & Bracale, M. (2000). Study of the Control Strategy of the Quadriceps Muscles in Anterior Knee Pain. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 8(3).
- Chaouachi, A., Castagna, C., Chtara, M., Brughelli, M., Turki, O., Galy, O., Chamari, K., & Behm, D. G. (2010). Effect of Warm-Ups Involving Static or Dynamic Stretching on Agility, Sprinting, and Jumping Performance in Trained Individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24. www.nsca-jscr.org
- Christensen, B. K., & Nordstrom, B. J. (2008). *The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and dynamic stretching techniques on vertical jump performance*. www.nsca-jscr.org
- Daneshjoo, A., Hosseini, E., Heshmati, S., Sahebozamani, M., & Behm, D. G. (2024). Effects of slow dynamic, fast dynamic, and static stretching on recovery of performance, range of motion, balance, and joint position sense in healthy adults. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00841-5>
- Esteban-Garc a, P., Abi n-Vicen, J., S nchez-Infante, J., Ram rez-delaCruz, M., & Rubio-Arias, J.  . (2024). Does the Inclusion of Static or Dynamic Stretching in the Warm-Up Routine Improve Jump Height and ROM in Physically Active Individuals? A Systematic Review with Meta-Analysis. * inde Applied Sciences (Switzerland)* (C. 14, Sayı 9). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/app14093872>
- Fletcher, I. M. (2010). The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. *European Journal of Applied Physiology*, 109(3), 491-498. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1386-x>
- Fletcher, I. M., & Monte-Colombo, M. M. (2010). An investigation into the effects of different warm-up modalities on specific motor skills related to soccer performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2096-2101. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e373c3>
- Fowles, J. R., Sale, D. G., & Macdougall, J. D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. * inde J Appl Physiol* (C. 89). <http://www.jap.org>
- G k, U., Aka, H., Burak Aktu , Z., & Ibi , S. (2023). Comparison of the effects of general warm-up and FIFA 11+ warm-up programs on Functional Movement Screen test scores and athletic performance. *Turkish Journal of Sports Medicine*, 58(1), 15-20. <https://doi.org/10.47447/tjsm.0709>
- Harper, D. J., Cohen, D. D., Carling, C., & Kiely, J. (2020). Can countermovement jump neuromuscular performance qualities differentiate maximal horizontal deceleration ability in team sport athletes? *Sports*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/sports8060076>
- Hough, P. A., Ross, E. Z., & Howatson, G. (2009). *Effects of Dynamic and Static Stretching on Vertical Jump Performance and Electromyographic Activity*. www.nsca-jscr.org
- Irish, S. E., Millward, A. J., Wride, J., Haas, B. M., & Shum, G. L. K. (2010). The Effect of Closed-Kinetic Chain Exercises and Open-Kinetic Chain Exercise on the Muscle Activity of Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis. *Journal of Strength and Conditioning Research*. www.nsca-jscr.org
- Kay, A. D., & Blazevich, A. J. (2012). Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: A systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(1), 154-164. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318225cb27>

- Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *İçinde Journal of Biomechanics* (C. 33).
- Koundourakis, N. E., Owen, A., Hautier, C., & Margioris, A. N. (2020). Beneficial Acute and Lingering Effects of a Dynamic Stretching Protocol within a Pre-Competition Warm Up On Neuromuscular Performance Capacity in Professional Soccer Players. *J Phy Fit Treatment & SportsI*, 8(1). <https://doi.org/10.19080/JPFMTS.2020.08.555728>
- Li, F. Y., Guo, C. G., Li, H. S., Xu, H. R., & Sun, P. (2023). A systematic review and net meta-analysis of the effects of different warm-up methods on the acute effects of lower limb explosive strength. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00703-6>
- Little, T., & Williams, A. G. (2006). Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *İçinde Journal of Strength and Conditioning Research* (C. 20, Sayı 1). <http://journals.lww.com/nsca-jscr>
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *İçinde Journal of Strength and Conditioning Research* (C. 18, Sayı 3). <http://journals.lww.com/nsca-jscr>
- Owen, N. J., Watkins, J., Kilduff, L. P., Bevan, H. R., & Bennett, M. A. (2014). Development of a criterion method to determine peak mechanical power output in a countermovement jump. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6), 1552-1558. www.nsca.com
- Owoeye, O. B. A., Akinbo, S. R. A., Tella, B. A., & Olawale, O. A. (2014). Efficacy of the FIFA 11+ Warm-Up Programme in Male Youth Football: A Cluster Randomised Controlled Trial. *İçinde ©Journal of Sports Science and Medicine* (C. 13). <http://www.jssm.org>
- Safran, M. R., Seaber, A. V., & Garrett, W. E. (1989). Warm-Up and Muscular Injury Prevention An Update. *İçinde Sports Medicine* (C. 8, Sayı 4).
- Souza, R. B., & Powers, C. M. (2009). Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 39(1), 12-19. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2885>
- Takeuchi, K., Nakamura, M., Fukaya, T., Konrad, A., & Mizuno, T. (2023). Acute and Long-Term Effects of Static Stretching on Muscle-Tendon Unit Stiffness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Sports Science and Medicine*, 465-475. <https://doi.org/10.52082/jssm.2023.465>
- Tang, S. F. T., Chen, C. K., Hsu, R., Chou, S. W., Hong, W. H., & Lew, H. L. (2001). Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: An electromyographic study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(10), 1441-1445. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.26252>
- Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147-166.
- Van Hooren, B., & Zolotarjova, J. (2017). The Difference between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms with Practical Applications. *İçinde Journal of Strength and Conditioning Research* (C. 31, Sayı 7, ss. 2011-2020). NSCA National Strength and Conditioning Association. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001913>
- Vieira, D. C. L., Babault, N., Hitier, M., Durigan, J. L. Q., & Bottaro, M. (2025). The acute effects of dynamic stretching on the neuromuscular system are independent of the velocity. *Experimental Physiology*, 110(3), 494-505. <https://doi.org/10.1113/EP092217>
- Wang, B., Wu, B., Yang, Y., Cai, M., Li, S., & Peng, H. (2024). Neuromuscular and balance adaptations following acute stretching exercise: a randomized control trial. *Frontiers in Physiology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1486901>
- Yamaguchi, T., & Ishii, K. (2005). Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *İçinde Journal of Strength and Conditioning Research* (C. 19, Sayı 3). <http://journals.lww.com/nsca-jscr>
- Yapicioglu, B., Colakoglu, M., Colakoglu, Z., Gulluoglu, H., Bademkiran, F., & Ozkaya, O. (2013). Effects of a dynamic warm-up, static stretching or static stretching with tendon vibration on vertical jump performance and EMG responses. *Journal of Human Kinetics*, 39(1), 49-57. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0067>