



**ELİT SPORCULARDA PERKÜSYON TERAPİ
UYGULAMASININ KAS AKTİVASYONU, KAS
KUVVETİ VE ANAEROBİK GÜÇ ÜZERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Kemalettin SEREN

Doktora Tezi

Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı

2025

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
KİŞ SPORLARI VE SPOR BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANA BİLİM DALI
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR BİLİM DALI

**ELİT SPORCULARDA PERKÜSYON TERAPİ UYGULAMASININ KAS
AKTİVASYONU, KAS KUVVETİ VE ANAEROBİK GÜÇ ÜZERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

(Investigation of the Effect of Percussion Therapy Application on Muscle Activation, Muscle
Strength and Anaerobic Power in Elite Athletes)

DOKTORA TEZİ

Kemalettin SEREN

Danışman: Prof. Dr. Necip Fazıl KİŞHALI

Erzurum
Ekim, 2025

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Kemalettin Seren tarafından hazırlanan “Elit Sporcularda Perküsyon Terapi Uygulamasının Kas Aktivasyonu, Kas Kuvveti ve Anaerobik Güç Üzerine Etkisinin İncelenmesi” başlıklı çalışması 15/10/2025 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı, Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı,	Prof. Dr. Necip Fazıl KİSHALI	
Danışman:	<i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Murat KALDIRIMCI	
	<i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Orcan MIZRAK	
	<i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Özgür BOSTANCI	
	<i>Ondokuz Mayıs Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Serhat ÖZBAY	
	<i>Erzurum Teknik Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

.... / / 202..

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Erdiñ ŞİKTAR

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Doktora Tezi olarak sunduğum “Elit Sporcularda Perküsyon Terapi Uygulamasının Kas Aktivasyonu, Kas Kuvveti ve Anaerobik Güç Üzerine Etkisinin İncelenmesi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

15 / 10 / 2025

Aslı ıslak imzalıdır

Kemalettin SEREN

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi, tecrübe ve rehberliğiyle bana yol gösteren, değerli katkılarını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Necip Fazıl KİSHALI'ya,

Lisansüstü eğitimim ve akademik hayatım boyunca rehberliği, önderliği ve kıymetli bilgileriyle her zaman yanımda olan Prof. Dr. Özgür BOSTANCI ve Doç. Dr. Ali Kerim YILMAZ hocalarıma,

Tez çalışmam sürecinde gerek ölçüm aşamasında gerekse yazım aşamasında fikir veren ve desteklerini esirgemeyen kıymetli mesai arkadaşlarım Doç. Dr. Hasan Hüseyin YILMAZ, Doç. Dr. Gökhan ATASEVER, Dr. Öğr. Üyesi Fatih AĞDUMAN, Dr. Öğr. Üyesi Gökhan AYDIN ve Arş. Gör. Çağrı ÇİYDEM'e,

Tez çalışmamın ölçüm sonuçlarının istatistiksel analiz, değerlendirme ve tablolastırma aşamalarında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Süleyman ULUPINAR ve Doç Dr. Hasan Hüseyin YILMAZ'a,

Tezimin ölçüm sürecine gönüllü olarak katılım gösteren ve bu çalışmanın gerçekleşmesine katkı sağlayan tüm sporculara

Çalışmanın gerçekleşmesinde maddi destek ve katkılarından dolayı; Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon (BAP) birimine (TDK-2024-13641),

Çalışmanın ölçüm süreçleri için bizlere kapılarını açan Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi ve merkez müdürümüz Prof. Dr. Fatih KIYICI'ya,

Hayatım boyunca bana daima destek olan, sevgilerini ve sabırlarını hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli aileme,

Son olarak, her zaman yanımda olan, sabır ve anlayışını esirgemeyen sevgili eşim Buse SEREN ve hayatıma anlam katan değerli kızım Merin Sıla SEREN'e teşekkür ederim.

Kemalettin SEREN

ÖZ

DOKTORA TEZİ

ELİT SPORCULARDA PERKÜSYON TERAPİ UYGULAMASININ KAS AKTİVASYONU, KAS KUVVETİ VE ANAEROBİK GÜÇ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Kemalettin SEREN

Ekim 2025, 73 Sayfa

Amaç: Bu çalışmanın amacı elit sporcularda egzersiz öncesi uygulanan perküsyon terapinin kas kuvveti, anaerobik güç ve kas aktivasyonuna akut etkilerinin araştırılmasıdır.

Yöntem: Araştırmaya futbol (n=7), basketbol (n=9) ve voleybol (n=10) sporu yapan 26 erkek sporcu (yaş: 22.38 ± 2.48 yıl, boy: 183.69 ± 7.92 cm, vücut ağırlığı: 77.77 ± 14.27 kg, yağ yüzdesi: 8.37 ± 3.45 , BKİ: 22.92 ± 2.91 kg/m²) katılmıştır. Çalışma çapraz randomizasyon yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kas kuvveti izokinetik dinamometre ile anaerobik güç ise Counter Movement Jump (CMJ) testi ile belirlenmiştir. Kas aktivasyon ölçümü için izokinetik kuvvet ve anaerobik güç ölçümleri sırasında sağ ve sol quadriceps kas grubundan yüzeysel EMG (sEMG) ile eş zamanlı olarak alınmıştır. Verilerin analizi için tekrarlı-ölçümler ANOVA testi kullanılmış ve anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak alınmıştır.

Bulgular: Perküsyon Terapi Uygulaması (PTU)'nın sıçrama yüksekliği üzerinde ön test ile son test arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. PTU'nun baskın bacakta fleksör kaslar için zirve torkta anlamlılık bulurken; baskın olmayan bacakta fleksör kaslar için anlamlılık bulunmamıştır. Her iki ekstremitte ekstansör kaslar için PTU'nun anlamlı bir etkisi olmadığı bulunmuştur. PTU'nun kas kuvveti ölçümleri ve sıçrama testleri sırasında alınan kas aktivasyon ortalaması ve zirve kas aktivasyonunda anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Sonuç: PTU sıçrama performansını akut olarak artırabildiğini sonucuna ulaşılmıştır. Kuvvet parametrelerinde agonist kasa uygulanan perküsyonun baskın bacakta antagonist kas üzerinde artış sağlayabildiği gözlemlenmiştir. Hem sıçrama sırasında hem de kuvvet ölçümleri sırasında alınan sEMG sonuçları PTU'nun kas aktivasyonu üzerinde etkilerinin sınırlı kaldığını göstermektedir. PTU, ısınmada destekleyici olabilir; ancak kuvvet ve kas aktivasyonu artışı için tek başına yeterli değildir.

Anahtar Kelimeler: perküsyon terapi, masaj tabancası, kas aktivasyonu, EMG, izokinetik kuvvet, dikey sıçrama

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PERCUSSION THERAPY APPLICATION ON MUSCLE ACTIVATION, MUSCLE STRENGTH AND ANAEROBIC POWER IN ELITE ATHLETES

Kemalettin SEREN

October 2025, 73 Pages

Purpose: The aim of this study is to investigate the acute effects of pre-exercise percussion therapy on muscle strength, anaerobic power and muscle activation in elite athletes.

Method: Twenty-six male athletes (age: 22.38 ± 2.48 years, height: 183.69 ± 7.92 cm, body weight: 77.77 ± 14.27 kg, fat percentage: 8.37 ± 3.45 , BMI: 22.92 ± 2.91 kg/m²) who played football (n=7), basketball (n=9) and volleyball (n=10) participated in the study. The study was conducted using the crossover randomization method. Muscle strength was determined using an isokinetic dynamometer, and anaerobic power was determined using the Counter Movement Jump (CMJ) test. For muscle activation measurement, surface electromyography (sEMG) was simultaneously recorded from the right and left quadriceps muscles during isokinetic strength and anaerobic power measurements. Repeated-measures ANOVA test was used to analyze the data and the significance level was taken as $p < 0.05$.

Findings: A significant correlation was found between the pretest and posttest for PTU on jump height. While PTU was found to be significant for peak torque in the flexor muscles of the dominant leg, no significance was found for the flexor muscles of the non-dominant leg. No significant effect of PTU was found for the extensor muscles of either extremity. No significant effect of PTU was observed on the mean muscle activation or peak muscle activation measured during muscle strength measurements and jump tests.

Result: It was concluded that PTU can acutely improve jumping performance. In terms of strength parameters, it was observed that percussion applied to the agonist muscle can increase the antagonist muscle in the dominant leg. sEMG results obtained during both the jump and strength measurements indicate that PTU has limited effects on muscle activation. PTU can be helpful in warming up, but it is not sufficient on its own to increase strength and muscle activation.

Keywords: percussion therapy, massage gun, muscle activation, EMG, isokinetic strength, vertical jump

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	iii
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xi
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Araştırmanın Amacı	2
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	3
Araştırmanın Sınırlılıkları	4
İKİNCİ BÖLÜM	5
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar.....	5
Kas Fizyolojisi	5
İskelet Kası.....	5
Kas Kasılması	7
Kasılma Türleri	8
Fasya	8
Miyofasyal Gevşeme Teknikleri	9
Kendi Kendine Uygulanan Miyofasyal Gevşeme (SMR).....	10
Perküsyon Terapi	12
Masaj Tabancası.....	13
Quadriceps Kas Grubu	15
Kas Aktivasyonu	16
Kas Kuvveti.....	17
Anaerobik Güç	18
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	19

Yöntem	19
Araştırma Yöntemi.....	19
Katılımcılar	19
Isınma Prosedürü.....	20
Perküsyon Terapi Uygulaması	20
Veri Toplama Araçları	21
Kişisel Bilgi Formu.....	21
Vücut Kompozisyon Ölçümü.....	21
Kas Aktivasyon Ölçümü	22
İzokinetik Kuvvet Ölçümü.....	24
Anaerobik Güç Ölçümü	25
Süreç.....	26
Verilerin Analizi.....	28
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	29
Bulgular	29
BEŞİNCİ BÖLÜM	44
Tartışma ve Sonuç	44
Öneriler.....	50
KAYNAKÇA	52
EKLER	58
Ek 1. Etik Kurul Kararı	58
Ek 2. Proje Onay Yazısı	59
ÖZGEÇMİŞ.....	60

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 1. <i>EMG Elektrot Yerleşimi (Yılmaz, 2022)</i>	23
Tablo 2. <i>Deneklere Ait Tanımlayıcı Bilgiler</i>	29
Tablo 3. <i>PTU Öncesi ve Sonrası Dikey Sıçrama Performansı ve Sıçrama Sırasındaki Zirve Kas Aktivasyon Değerlerinin Tekrarlı ANOVA Sonuçları</i>	30
Tablo 4. <i>PTU Öncesi ve Sonrası Sıçrama Sırasındaki Ortalama Kas Aktivasyon Değerlerinin Tekrarlı ANOVA Sonuçları</i>	32
Tablo 5. <i>PTU Öncesi ve Sonrası İzokinetik Zirve Tork ve H/Q Oranlarının Tekrarlı ANOVA Sonuçları</i>	33
Tablo 6. <i>PTU Öncesi ve Sonrası İzokinetik Relatif Tork ve Bilateral Fark Oranlarının Tekrarlı ANOVA Sonuçları</i>	35
Tablo 7. <i>PTU Öncesi ve Sonrası İzokinetik Kuvvet Testleri Sırasında Zirve Torka Göre Elde Edilen Kas Aktivasyon Ortalama Değerlerinin Tekrarlı ANOVA Sonuçları</i>	37
Tablo 8. <i>PTU Öncesi ve Sonrası Diz Ekstansiyonu İzokinetik Kas Kuvveti Zirve Tork Ortalama ve Zirve Torka Ulaşma Açısı Ortalama Değerlerinin Tekrarlı ANOVA Sonuçları</i>	38
Tablo 9. <i>PTU Öncesi ve Sonrası İzokinetik Kuvvet Testleri Sırasında Elde Edilen Zirve Kas Aktivasyonu Ortalamasına Ait Tekrarlı ANOVA Sonuçları</i>	39
Tablo 10. <i>PTU Öncesi ve Sonrası İzokinetik Kuvvet Testleri Sırasında Zirve Kas Aktivasyonuna Ulaşma Açılarının Ortalamasına Ait Tekrarlı ANOVA Sonuçları</i>	41
Tablo 11. <i>PTU Öncesi ve Sonrası İzokinetik Kuvvet Testleri Sırasında Zirve Kas Aktivasyonunda Elde Edilen Tork Ortalamasına Ait Tekrarlı ANOVA Sonuçları</i>	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. İskelet Kası Yapısı (Mansfield & Neumann, 2008)	6
Şekil 2. Fasya Yapısı (Yektaei, 2021)	9
Şekil 3. Masaj Tabancası (Enfıto, 2025)	14
Şekil 4. Quadriceps Kas Grubu	15
Şekil 5. Perküsyon Terapi Uygulaması	20
Şekil 6. Theragun PRO Plus Marka Masaj Tabancası (Enfıto, 2025)	21
Şekil 7. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Cihazı	22
Şekil 8. Yüzeysel EMG Ölçüm Cihazı	23
Şekil 9. Yüzeysel Elektrot Yerleşimi	24
Şekil 10. İzokinetik Kuvvet Ölçüm Cihazı	25
Şekil 11. Dikey Sıçrama Ölçüm Cihazı	26
Şekil 12. Planlanan Çalışma Tasarımı	27
Şekil 13. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak Sıçrama Performansındaki Değişimler	30
Şekil 14. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak Sıçrama Sırasındaki Zirve Kas Aktivasyon Değişimleri	31
Şekil 15. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak Sıçrama Sırasındaki Kas Aktivasyon Ortalamasındaki Değişimleri	32
Şekil 16. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak İzokinetik Zirve Tork ve H/Q Oranlarındaki Değişimler	34
Şekil 17. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak İzokinetik Relatif Tork ve Bilateral Fark Oranlarındaki Değişimler	36
Şekil 18. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak İzokinetik Kuvvet Testleri Sırasındaki Zirve Torka Göre Elde Edilen Kas Aktivasyon Ortalamasındaki Değişimleri	37
Şekil 19. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak Diz Ekstansiyon Zirve Tork Ortalaması ve Zirve Torka Ulaşılan Açık Ortalamasındaki Değişimleri	38
Şekil 20. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak İzokinetik Testler Sırasındaki Zirve Kas Aktivasyon Ortalamasındaki Değişimleri	40

Şekil 21. <i>PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak İzokinetik Testler Sırasındaki Zirve Kas Aktivasyonunda Ulaşılan Açıların Ortalamasındaki Değişimler</i>	41
Şekil 22. <i>PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak İzokinetik Testler Sırasındaki Zirve Kas Aktivasyonunda Elde Edilen Torkların Ortalamasındaki Değişimler</i>	43



KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

PTU	: Perküsyon Terapi Uygulaması
EMG	: Elektromyografi
sEMG	: Yüzeysel Elektromyografi
ATP	: Adenosin Trifosfat
Ca	: Kalsiyum
SMR	: Kendi Kendine Uygulanan Mifofasyal Gevşetme
MVC	: Maksimum Voluntary Contraction
RF	: Rectus Femoris
VL	: Vastus Lateralis
VM	: Vastus Medialis
MUAP	: Motor Ünite Aksiyon Potansiyelleri
Na	: Sodyum
mV	: Milivolt
MİK	: Maksimum İstemli Kasılma
RMS	: Root Mean Square
ROM	: Perküsyon Terapi Uygulaması
Hz	: Hertz
Nm	: Newton Metre
CMJ	: Counter Movement Jump
GI	: Genel Isınma
BKİ	: Beden Kitle İndeksi

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Son dönemdeki teknolojik ve bilimsel gelişmeler, spor dünyasında performansın üst düzeye çıkarılması için birçok araç ve gereç geliştirilmesine neden olmuştur. Özellikle ısınma amaçlı üretilen araç gereçler, sporcuların performansını artırmak ve sakatlık riskini azaltmak için oldukça etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Araştırmalar, ısınma amaçlı kullanılan araç gereçlerin, kasları, eklemleri ve vücut fonksiyonlarını hazırlamak için etkili olduğunu göstermektedir (Duncan, 2021; Kalichman & David, 2017).

Isınma, kas ve sinir reaksiyon süresini kısaltarak sporcuların daha hızlı ve etkili tepki vermesini sağlamaktadır. Ayrıca, kas elastikiyetini artırarak daha büyük eklem hareket açıklıklarına izin vermektedir. Bu da sporcuların daha esnek olmalarını ve performanslarını artırmalarını sağlamaktadır (Topçu, 2017). Bu nedenle farklı ısınma ve gevşeme tekniklerinin performans çıktıları üzerindeki etkilerini incelemek ve farklarını ortaya koymak büyük önem taşımaktadır. Egzersiz öncesi ve sonrası kullanımı son zamanlarda yaygınlaşan metotlardan birisi olarak perküsyon terapi geliştirilmiştir (Matney, 2016). Bu terapi yöntemi, kas dokusuna kuvvetli darbeler uygulayarak kasları gevşetmeyi, gerginlikleri azaltmayı, kan dolaşımını iyileştirerek oksijen ve besin taşınmasını artırmayı hedeflemektedir. Ayrıca, perküsif terapi, sporcuların performansını artırmak, kas ağrılarını hafifletmek ve genel sağlık ve refahı desteklemek için ideal bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Ferreira vd., 2023; Hernandez, 2020; Menek & Menek, 2024).

Masaj tabancası teknolojisinin kullanımı çoğunlukla perküsyon terapi olarak adlandırılmaktadır. Perküsyon terapinin egzersiz öncesi (García-Sillero vd., 2021; Rao vd., 2023; Siminghalam vd., 2022) ve sonrası (Chen vd., 2021; Cullen vd., 2021; Leabeater vd., 2023) etkileri son yıllardaki çalışmalara konu olmuştur. Perküsyon terapinin etkilerinin kapsamlı literatür çalışmaları olmasına rağmen, fizyolojik adaptasyonlar ve kas aktivasyonu üzerine olan etkileri tam olarak belirlenememiştir (Ferreira vd., 2023; Kalichman & David, 2017; Matney, 2016). Bu kapsamda perküsyon terapinin egzersiz öncesindeki kullanımının performans verileri ve kas aktivasyonundaki değişimler üzerindeki etkisinin ortaya konulmasının önemli olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zamanda sportif performans için perküsyon terapinin önemi belirlenerek sporcu ve antrenörlere müsabakalar ve antrenmanlar öncesinde performansın en yüksek düzeye çıkarılmasında yardımcı olacaktır.

Son yıllarda, spor bilimlerinde sEMG kullanımı önemli ölçüde artış göstermiştir. sEMG, tek başına bir ölçüm aracı olarak kullanıldığı gibi, görüntü analizi, kuvvet platformları, izokinetik dinamometre gibi destekleyici unsurlarla birlikte de kullanılmaktadır. EMG yöntemi, teknik gelişimin değerlendirilmesi, uygun antrenman programlarının oluşturulması, sporcunun gelişiminin takip edilmesi ve yetenek seçimi amacıyla elde edilen bilgilerle öne çıkmaktadır. Bu verilere dayalı olarak, antrenörler ve spor bilimciler farklı antrenman yaklaşımlarını belirleyebilirler (Cerrah vd., 2010).

Kas kuvvetinin spor performansına etkisi, atletik başarı için kritik bir bileşen olarak kabul edilmektedir. Spor dallarının çeşitliliği göz önüne alındığında, her branşın kendine özgü güç gereksinimleri ve bu güçlerin belirlenmesinde kas kuvvetinin rolü farklılaşmaktadır. Örneğin, patlayıcı güç gerektiren sporlar, sprint ve ağırlık kaldırma kas kuvvetinin ön planda olduğu alanlardır. Bu spor dallarında, kas kuvveti; ani ve güçlü hareketlerin gerçekleştirilmesi için elzemdir. Öte yandan, dayanıklılık sporları, maraton koşusu ya da bisiklet sürme, kas kuvvetinin daha uzun süre devam etmesi yönünde bir etki yaratırken, aerobik dayanıklılık ve kas dayanıklılığı gibi alt bileşenleri de ön plana çıkarmaktadır. Bu noktada, kas kuvvetinin destekleyici bir rol oynadığı görülmektedir (Suchomel vd., 2016).

Bu bağlamda elit sporcularda perküsyon terapi uygulamasının kas kuvveti, anaerobik güç ve kas aktivasyonu üzerine etkilerini incelemek amaçlanmaktadır.

Araştırmanın Amacı

Egzersiz öncesi uygulanan gevşeme teknikleri ve masaj uygulamaları, sporcuların performansını artırmak, sakatlanma riskini azaltmak ve vücudu egzersize hazırlamak için etkili bir yöntem olabilmektedir. Özellikle foam roller veya masaj tabancası gibi araçlar kullanılarak kaslara kendi kendimize masaj yapabilmek mümkün kılınmıştır. Isınma ve gevşeme teknikleri bu bağlamda birbiriyle yakından ilişkilidir ve vücudu fiziksel aktiviteye hazırlamada önemli rol oynamaktadır. Bu bağlamda çalışmanın amacı, perküsyon terapi uygulamasının sportif performansın bileşenlerinden olan kas kuvvet, anaerobik kuvvet ve kas aktivasyonu üzerindeki etkisinin incelenmesidir.

Dolayısıyla bu araştırma kapsamındaki çalışma problemlerimiz,

1. Sportif performans öncesi perküsyon terapi uygulamalarının kas aktivasyonu üzerindeki etkisi nedir?
2. Perküsyon terapi uygulamalarının kas kuvveti ve anaerobik performans üzerindeki etkisi nedir?

3. Farklı spor branşlarındaki sporcularda perküsyon terapi uygulamalarının performans artışındaki farklılıklar nelerdir?
şeklindedir.

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Sportif performansta yüksek verime ulaşabilmek için egzersiz öncesi uygulanan ısınma ve soğuma çalışmaları büyük öneme sahiptir. Yapılan çalışmalar yeterli süre ve amacına uygun olarak yapılan ısınma çalışmalarının performans artırıcı özelliklerinin olduğu belirtmişlerdir. Ayrıca, egzersiz öncesinde kullanılan gevşeme teknikleri ve masaj uygulamaları, kasları, eklemleri ve tendonları hazırlamanın yanı sıra vücut ısısını artırarak esnekliği geliştirir ve genel olarak vücudu egzersize hazırlamak açısından kritik bir öneme sahiptir. Yine egzersiz öncesi uygulanan gevşeme teknikleri ve masaj uygulamaları, sporcuların performansını artırmak, sakatlanma riskini azaltmak ve vücudu egzersize hazırlamak için etkili bir yöntem olabilmektedir. Özellikle foam roller veya masaj tabancası gibi araçlar kullanılarak kaslara kendi kendimize masaj yapabilmek mümkün kılınmıştır. Isınma ve gevşeme teknikleri bu bağlamda birbiriyle yakından ilişkilidir ve vücudu fiziksel aktiviteye hazırlamada önemli rol oynamaktadır.

Egzersiz öncesi uygulanan perküsyon terapi uygulamalarının akut etkilerini ortaya koymak sportif performansın geliştirilmesine olumlu katkılar sağlayacaktır.

Isınma, kas ve sinir reaksiyon süresini kısaltarak sporcuların daha hızlı ve etkili tepki vermesini sağlar. Ayrıca, kas elastikiyetini artırarak daha büyük eklem hareket açıklıklarına izin verir. Bu da sporcuların daha esnek olmalarını ve performanslarını artırmalarını sağlar. Bu nedenle farklı ısınma ve gevşeme tekniklerinin performans çıktıları üzerindeki etkilerini incelemek ve farklarını ortaya koymak büyük önem taşımaktadır. Egzersiz öncesi ve sonrası kullanımı son zamanlarda yaygınlaşan metotlardan birisi olarak perküsyon terapi geliştirilmiştir. Bu terapi yöntemi, kas dokusuna kuvvetli darbeler uygulayarak kasları gevşetmeyi, gerginlikleri azaltmayı, kan dolaşımını iyileştirerek oksijen ve besin taşınmasını artırmayı hedefler. Ayrıca, perküsyon terapi, sporcuların performansını artırmak, kas ağrılarını hafifletmek ve genel sağlık ve refahı desteklemek için ideal bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

Bu bağlamda çalışmanın amacı, perküsyon terapi uygulamasının sportif performansın bileşenlerinden olan kas kuvvet, anaerobik kuvvet ve kas aktivasyonu üzerindeki etkisinin incelenmesidir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmanın belirli sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle, çalışma grubu yalnızca elit düzeydeki sporculardan oluştuğu için elde edilen bulguların farklı performans seviyelerine sahip sporculara veya sedanter bireylere genellenebilirliği sınırlıdır. Uygulamanın kısa süreli olması, perküsyon terapinin uzun vadeli fizyolojik adaptasyonlar ve kalıcı etkileri hakkında çıkarım yapılmasını engellemektedir.

Bununla birlikte, katılımcıların motivasyon düzeyleri, günlük aktiviteleri, uyku ve beslenme alışkanlıkları gibi dışsal faktörler tam olarak kontrol altına alınamamış ve bu durum performans parametrelerini dolaylı olarak etkilemiş olabilir. Elektromiyografik (EMG) ölçümler yalnızca belirli kas gruplarından alınmış olup, alt ekstremitenin tamamındaki nöromüsküler aktivasyonu tam olarak temsil etmeyebilir.

Ayrıca, bireysel kas mimarisi, kas sertliği, toparlanma kapasitesi ve antrenman geçmişi gibi değişkenler, katılımcılar arasında farklı tepkilerin ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir. Son olarak, laboratuvar koşullarında yapılan ölçümler, saha ortamındaki gerçek performans koşullarını tam olarak yansıtmayabilir.

İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Kas Fizyolojisi

Kas dokusu, vücudun dört temel doku türünden biridir ve vücutta iskelet kası, kalp kası ve düz kas olmak üzere üç farklı kas dokusu bulunmaktadır. Bu üç kas dokusunun ortak bazı özellikleri vardır. Hepsi, uyarılabilirlik adı verilen bir özelliğe sahiptir. Plazma zarları elektriksel durumlarını değiştirebilmekte (polarize halden depolarize hale geçebilir) ve zar boyunca aksiyon potansiyeli adı verilen elektriksel bir dalga iletebilmektedirler. Sinir sistemi, kalp kası ve düz kasın uyarılabilirliğini belirli bir ölçüde etkileyebilse de iskelet kası tamamen sinir sisteminden gelen sinyallere bağımlıdır ve düzgün çalışabilmesi için bu sinyalleri alması gerekir. Buna karşın, kalp kası ve düz kas, hormonlar ve yerel uyarılar gibi sinir sistemi dışındaki faktörlere de yanıt verebilir (Betts vd., 2024).

Kas dokusu, farklı özelliklere sahip karakteristik yapısıyla dikkat çekmektedir. Bu temel özellikler arasında uyarılabilme, iletilebilme, kasılabilme ve uzayabilme yer almaktadır. Uyarılabilme, kas dokusunun sinir sistemi tarafından iletilen nörotransmitter sinyallerini algılayabilmesi ve bu uyarılara hücre zarı boyunca oluşan aksiyon potansiyeli ile tepki verebilmesi anlamına gelmektedir. Kasılabilme, gelen uyarılara karşılık olarak kasın boyunun kısalmasıyla ortaya çıkan bir mekanizmadır. Kasılma süreci, vücutta kuvvet üretebilen tek sistem olan kas dokusunun aktif hale gelmesini ve kuvvet üretmesini sağlamaktadır. Uzayabilme, kas dokusunun dışarıdan uygulanan bir kuvvetin etkisiyle gerilebilmesi ya da genişleyebilmesi olarak tanımlanmaktadır. İletilebilme ise kasın uzama sürecinden sonra başlangıçtaki boyutuna geri dönebilme yeteneğidir ve bu özellik kas hareketlerinin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesini desteklemektedir (Betts vd., 2024; Hall & Hall, 2020; Plowman & Smith, 2013; Yılmaz, 2022).

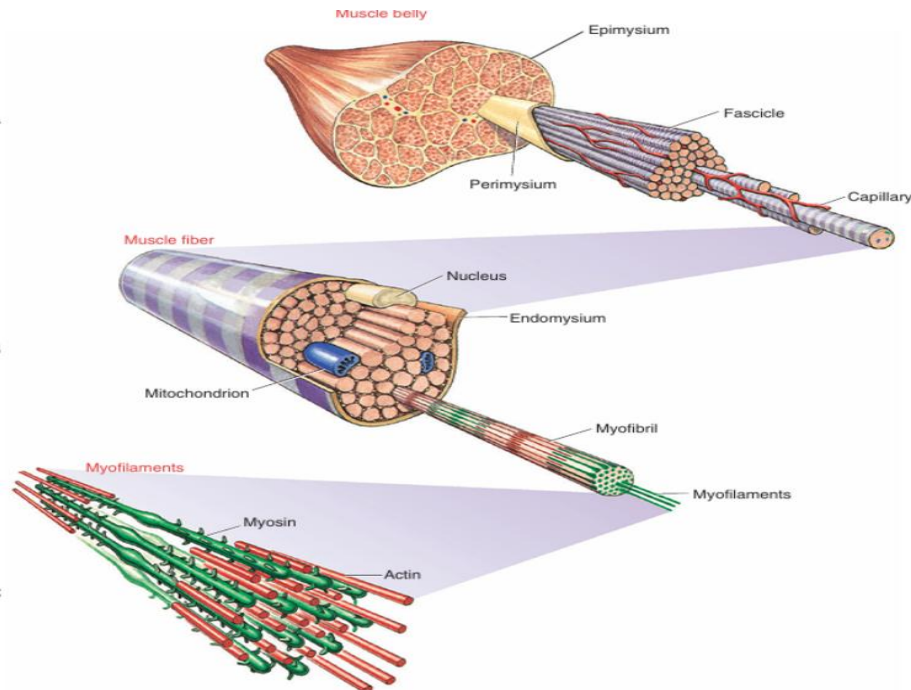
İskelet Kası

İskelet kasının çeşitli işlevleri bulunmaktadır. İskelet kasının en belirgin işlevi hareket sağlamaktır. İskelet kasları dış travmalara karşı koruma sağlamak ve alttaki kemikler ve iç organlar için şok emici görevi görmektedir. Kas ve tendonların gerginliği yoluyla eklemlere destek sağlamak iskelet kasının bir diğer işlevidir. Kaslar ve tendonlar tarafından sağlanan eklem desteğinin başlıca örneği vücut duruşudur. Oturmak, ayakta durmak, yürümek, koşmak

ve vücudun hemen hemen her aktivitesi sırasında eklemlerden geçen kaslar ve tendonlar destek sağlamaktadır. İskelet kasının sıklıkla gözden kaçan bir fonksiyonu ısı üretimidir. Kas kasılması süreci ısının serbest bırakılmasını içermektedir. Bunun iyi bir örneği basit bir titreme eylemidir (Behnke, 2012).

İskelet kasları, hareket sisteminin aktif ögesini oluşturan ve kemiklerle tendonlar aracılığıyla bağlantı kuran yapılardır. Her iki ucu kemiklere bağlanan iskelet kası, bu bağlantıyı tendon adı verilen, sağlam ve fibröz bağ dokusu yapılarıyla sağlamaktadır. Kas kasılması sonucu oluşan kuvvet, tendonlar aracılığıyla kemiğe iletilir ve bu sayede insan hareketi meydana gelir (Tortora & Derrickson, 2018). Makroskobik düzeyde, bütün bir kas yapısı çok sayıda fasikülden meydana gelmektedir. Her fasikül bir araya gelmiş bir grup kas lifinden oluşmaktadır. Kas lifleri, çok çekirdekli, uzun ve silindirik yapıda hücrelerdir. Bu hücreler, uyarıldıklarında kuvvet üretme kapasitesine sahiptirler. Her bir kas lifi, içerisinde miyofibril adı verilen daha küçük yapılara ayrılmaktadır. Miyofibriller, kasın kasılma işlevini yerine getiren esas yapısal birimlerdir (Boron & Boulpaep, 2017; Lieber, 2002). Miyofibrillerin yapısında, ince ve kalın filamentlerden oluşan aktin ve miyozin proteinleri bulunmaktadır. Bu proteinler, literatürde sıklıkla “kasılma proteinleri” olarak adlandırılmaktadır. Aktin (ince filament) ve miyozin (kalın filament), sarkomer adı verilen fonksiyonel birimler içerisinde düzenlenmiştir. Her miyofibril, düzenli bir şekilde sıralanmış sarkomerlerden oluşur ve bu yapıların tekrarı, kas lifine çizgili görünüm kazandırmaktadır. Bu nedenle iskelet kasları mikroskobik olarak incelendiğinde, çizgili kas dokusu olarak sınıflandırılmaktadır (McArdle vd., 2010; Powers & Howley, 2018).

Şekil 1. İskelet Kası Yapısı (Mansfield & Neumann, 2008)



Kas Kasılması

Kas kasılması, kas liflerindeki aktin ve miyozin filamentlerinin birbiri üzerinden kayarak kasılmayı tetikleyen bir biyokimyasal süreçtir. Bu süreç, kalsiyum iyonlarının salınımı ve adenosin trifosfat (ATP) moleküllerinin hidrolizi ile enerji sağlanmasıyla başlamaktadır. Sinir impulsu, kalsiyum kanallarını açarak kalsiyumun sarkoplazmik retikulumdan serbest kalmasına neden olur; bu durum, aktin ve miyozin arasındaki etkileşimi başlatırken kas liflerinin içindeki bu dinamik değişim, kas kasılmasının temel mekanizmasını oluşturmaktadır. Kasılmanın devam edebilmesi için ATP sürekli bir şekilde tüketilirken, kasın gevşeme fazı kalsiyumun geri çekilmesiyle sağlanmaktadır. Bu karmaşık biyolojik mekanizma, kas dokusunun fonksiyonel kapasitesinin sürdürülmesi ve motor hareketlerin gerçekleştirilmesi açısından hayati bir rol oynamaktadır (Karip & Balcıoğlu, 2021; Mansfield & Neumann, 2008).

Kas kasılmasının başlatılması ve yürütülmesi aşağıdaki ardışık adımlarda gerçekleşir.

1. Bir aksiyon potansiyeli, motor sinir boyunca kas liflerindeki uçlarına doğru ilerlemektedir.
2. Sinir, her uçta az miktarda nörotransmitter asetilkolin salgılamaktadır.
3. Asetilkolin, kas lifi zarının yerel bir alanına etki ederek zarda yüzen protein molekülleri aracılığıyla asetilkolin kapılı katyon kanallarını açmaktadır.
4. Asetilkolin kapılı kanalların açılması, büyük miktarda sodyum iyonunun kas lifi zarının iç kısmına yayılmasına izin vermektedir. Bu eylem, sırayla voltaj kapılı sodyum kanallarının açılmasına yol açan ve zarda bir aksiyon potansiyeli başlatan yerel bir depolarizasyona neden olmaktadır.
5. Aksiyon potansiyeli, aksiyon potansiyellerinin sinir lifi zarları boyunca hareket ettiği şekilde kas lifi zarı boyunca hareket etmektedir.
6. Aksiyon potansiyeli kas zarını depolarize eder ve aksiyon potansiyeli elektriğinin çoğu kas lifinin merkezinden akar. Burada sarkoplazmik retikulumun bu retikulumda depolanmış olan büyük miktarda kalsiyum iyonunu serbest bırakmasına neden olmaktadır.
7. Kalsiyum iyonları aktin ve miyozin filamentleri arasında çekici kuvvetler başlatmakta ve bunların birbirlerinin yanında kaymasına neden olmaktadır. Bu da kasılma sürecidir.
8. Bir saniyeden kısa bir süre sonra, kalsiyum iyonları bir Ca^{2+} membran pompası tarafından sarkoplazmik retikuluma geri pompalanır ve yeni bir kas aksiyon potansiyeli ortaya çıkana kadar retikulumda depolanır; miyofibrillerden kalsiyum iyonlarının bu şekilde

uzaklaştırılması kas kasılmasının durmasına neden olmaktadır (Betts vd., 2024; Hall & Hall, 2020; Mansfield & Neumann, 2008).

Kasılma Türleri

Kas kasılmaları, insan vücudunun hareket etmesini sağlayan temel biyomekanik olaylardır. Bu kasılmalar, kas liflerinin uyarılması sonucu meydana gelmektedir. Kas kasılması, kasta oluşan uzunluk değişimi, zaman (süre/hız) ve kuvvet üretimi faktörlerine bağlı olarak izotonik, izometrik ve izokinetik kasılmalar olarak üç ana başlık altında sınıflandırılmaktadır (Günay vd., 2019; Yılmaz, 2022).

İzotonik kasılma. İzotonik kasılmalarda, kastaki gerilim sabit fakat uzunluğunda bir değişiklik meydana gelmektedir. Bu kasılma türü iki alt başlıkta incelenir:

- **Konsantrik kasılma:** Kas kasılması sırasında gerilimin sabit fakat kas boyunun kısalmasıyla oluşur.
- **Eksantrik kasılma:** Kas kasılması esnasında gerilim sabit fakat kas boyunun uzamasıyla oluşur (Mansfield & Neumann, 2008; Serbest & Eldoğan, 2014).

İzometrik kasılma. İzometrik kasılmalar, kasın uzunluğunun değişmediği, ancak kasın geriliminde değişiklik meydana geldiği kasılmalardır. Bu tür kasılmalar genellikle sabit pozisyonlar alırken veya bir nesneye baskı yaparken gerçekleşir (Serbest & Eldoğan, 2014).

İzokinetik kasılma. İzokinetik kasılmalar, kas liflerinin sabit bir açısal hızda kasılmasıyla gerçekleşen dinamik kasılma türlerinden biridir. Bu kasılmaların sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesi, eklem hareketleri sırasında oluşabilecek hız değişimlerini dengelemek amacıyla izokinetik dinamometreler kullanılmasını gerektirmektedir (Yılmaz, 2022; Zoladz vd., 2019).

Fasya

Fasya, kas grupları arasında bulunan ve kas kılıflarını oluşturan veya içerideki sinir, damar gibi yapıları saran lifsi bağdoku katmanının genel adıdır. Terim olarak, insan vücudundaki tüm lifsel dokuları kapsayan bağ dokularını tanımlamak için kullanılmaktadır. Fasya, yerel gerilim ihtiyacına uyacak şekilde düzenlenmiş olan ve birbirleriyle bağlantılı olan gerilim ağını ifade etmektedir (Kurt & Kafkas, 2018; Paolini, 2009).

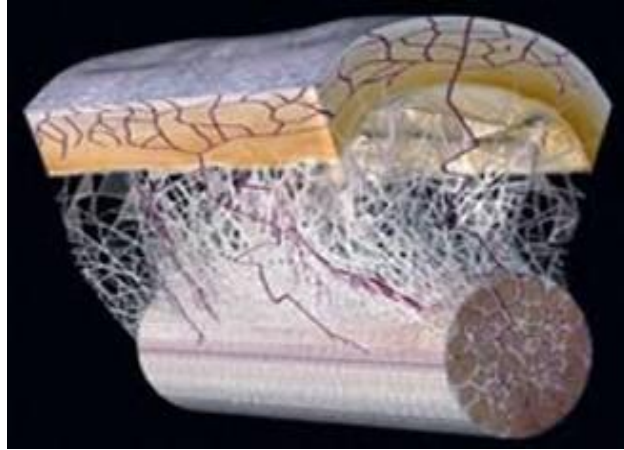
Her vücut tipi, fasya tarafından çevrelenmiştir ve hem dokuları hem de organları birbirine bağlayarak formu ve işlevi sağlayan sürekli bir yapı oluştururlar. Fasyalar, birbiriyle

etkileşim içinde olan bir işlevsel birim olarak kabul edilebilmektedir (Bordoni & Zanier, 2014; Dönmez, 2019).

Kas iskelet sisteminin biyomekanik yapısında, fasyanın önemli bir rolü bulunmaktadır. Fasya ve kaslar, birbirleriyle miyofasiyal sistemi oluştururlar. Fasyada ortaya çıkabilecek fonksiyon kayıpları, doğrudan güç üretimini ve kassal kuvveti etkileyebilir (Cael, 2014; Çoban, 2018; Kurt & Kafkas, 2018).

Bağ dokusunun yumuşak doku bileşenine fasya denir. Fasya dokusu vücuttaki her kas ve organı çevreleyen fasya olarak tanımlanmaktadır (Beardsley & Škarabot, 2015). Fasya yüzeysel, derin ve suberöz bir doku içerir (Rhyu vd., 2018). Fasya dokusu gerginleştğinde esneklik kaybına neden olabilir ve fasyanın tam uzunluğuna ulaşması engellenebilir (Findley vd., 2012). Fasyadaki artan gerginlik, eklem hareket açıklığının, kas gücünün ve yumuşak doku uzayabilirliğinin azalmasına neden olur (MacDonald vd., 2013). Literatürde miyofasiyal salınımın fasyanın etkilenen bölgelerindeki gerginliğin azaltılmasına yardımcı olduğunu göstermiştir. Miyofasiyal terapi, “miyofasiyal sistem tarafından karşılıklı mekanik, sinirsel ve psikofizyolojik adaptif potansiyelin kolaylaştırılması” olarak tanımlanır (Manheim & Lavett, 2008). Miyofasiyal gevşetme tekniklerinin çoğunluğu sıkı gevşeme kavramına odaklanır. Konsept, agonist kasın gerginleşmesi için artan bir uyarı seviyesi sağlamaya odaklanır ve kas ne kadar sıkılaşır, karşılıklı inhibisyon yoluyla agonist kası da o kadar gevşer (Duncan, 2014).

Şekil 2. Fasya Yapısı (Yektaei, 2021)



Miyofasiyal Gevşeme Teknikleri

Fasya, kasları, kemikleri ve diğer dokuları bir arada tutan ve koruyan bir tür bağ dokusudur. Fasya, kaslara destek sağlamanın yanı sıra, sinirleri, kan damarlarını ve lenf damarlarını saran bir koruyucu kılıf görevi görmektedir. Ayrıca, vücudun her yerinde bulunan bu yapı, kas gruplarını bir arada tutarak vücut mekaniğinin düzgün çalışmasını sağlamaktadır. Fasya, vücuttaki gerilme ve basınç kuvvetlerini dengeleyerek kas gruplarının birbirlerine

sürtünmeden hareket etmesini sağlamaktadır. Miyofasyal sistem, bu fasya dokusunun oluşturduğu ağ yapının tamamını ifade etmektedir. Bu sistemde, kas liflerini saran ve vücudun her yerinde bulunan fasya dokusu, kas ve omurga sisteminin işleyişini düzenlemekte ve vücut mekaniğinin koordinasyonunu desteklemektedir (George & De Jesus, 2021; Klingler vd., 2014).

Miyofasyal (miyo bağ dokusal) gevşetme, insan derisine uygulanan masaj tekniklerinden biridir ve yeni bir yöntem olmayıp köklü bir geçmişe sahiptir. Barnes'in (1997) bu tekniği fizik tedavi ve rehabilitasyon amacıyla kullandığı bilinmektedir. Günümüzde ise literatürde "miyofasyal gevşetme" tekniği olarak yer almaktadır.

Teknik açıdan bakıldığında, miyofasyal gevşetme; terapist tarafından yumuşak dokulara uygulanan ve uygulanan kişinin kaslarından alınan geri bildirimle ilgili olarak açısı, şiddeti ve süresi değişebilen bir tekniktir. Yumuşak dokulardaki kasılmaları azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak amacıyla gerçekleştirilen bu yöntem, kademeli germe (stretch) esasına dayanmaktadır (Manheim, 2008).

Miyofasyal gevşeme, vücudun yumuşak dokularında ortaya çıkan hareket kısıtlamalarını serbest bırakmaya odaklanan bir yaklaşım ve tekniktir. Bu teknik, doğrudan fiziksel etkiler sağlamanın yanı sıra, ağrının azalması, atletik performansın artması, esneklik ve hareket kabiliyetinin gelişmesi gibi faydalar sunmaktadır. Ayrıca, daha iyi postür gibi öznel faktörler üzerinde de olumlu etkiler yaratabilmektedir. Daha dolaylı hedefler arasında duygusal gevşeme, derin gevşeme veya genel bağlantı ve esenlik duyguları yer almaktadır. Miyofasyal gevşeme, belirli bir teknik olmaktan ziyade, doku tabanlı kısıtlamalarla ve bunların hareket ve duruşla iki yönlü etkileşimleriyle çalışmaya yönelik hedef odaklı bir yaklaşım olarak daha iyi anlaşılmaktadır (Grant & Riggs, 2009).

Kendi Kendine Uygulanan Miyofasyal Gevşeme (SMR)

Masaj uygulaması önceden miyofasyal gevşemenin bir versiyonu olarak spor performansını artırmaya yardımcı olmak için kullanılmaktaydı (Behara & Jacobson, 2017). Masaj geçmişte kas fonksiyon bozukluklarını önlemek, kas gevşemesini artırmak ve atletik performansı geliştirmek içinde kullanılmıştır (Healey vd., 2014). Miyofasyal gevşetme uygulaması, kas ve fasyaya aynı anda basınç yapılan farklı bireysel uygulama metotları için ortak bir ifade olarak kullanılmaktadır (McKenney vd., 2013). Yapılan çalışmalar mekanik basınç uygulanarak yapılan masajın, doku katmanları arasındaki adezyonları ve kas liflerinin sertliğini azaltmaya yardımcı olduğunu öne sürmüşlerdir (Kalichman & David, 2017; Weerapong vd., 2005). Miyofasyal gevşetme, fasyal doku katmanları arasında görülen

kısıtlayıcı engelleri veya fibröz yapışıklıkları azaltmaya yardımcı olmak için Barnes tarafından geliştirilen bir manuel terapi tekniğidir (Barnes, 1997). Miyofasyal gevşemenin yeni tekniği olarak kendi kendine uygulanan miyofasyal gevşeme (SMR) yöntemi fasyadaki fibröz adezyonların tedavisi için masajı taklit edecek şekilde teorileştirildi ve masajla benzer terapötik etkileri olduğu öne sürüldü (Behara & Jacobson, 2017; Paolini, 2009). Bu yöntem ayrıca popüleritesi büyüyen miyofasyal gevşemenin bit türü olarak değerlendirilmektedir. Sıklıkla kişinin bir alet kullanarak ve kendi vücut ağırlığıyla baskı uygulayarak gerçekleştirilmektedir (Beardsley & Škarabot, 2015).

Sportif performansın artırılması için kişinin kendi kendine uygulayabildiği masaj yöntemine kendi kendine uygulanan miyofasyal gevşetme (SMR) denilmektedir. Son yıllarda SMR uygulamalarında kullanılmak üzere birçok araç geliştirilmiştir. Son yirmi yılda, çeşitli yoğunluk, malzeme, şekil ve boyutlardaki araçların kullanıldığı aktif kendi kendine masaj tedavileri, elit ve eğlence amaçlı sporcular arasında hızla popülerlik kazanmıştır (Cheatham vd., 2015; Ferreira vd., 2022; Kalichman & David, 2017). Foam roller, graston, masaj topları ve masaj tabancaları SMR için üretilen araçlar içerisinde yer almaktadır. Bu araçlar içerisinde birçok etkiye sahip olduğu için en yaygın kullanılan araç foam roller olduğu bilinmektedir (Beardsley & Škarabot, 2015). Bu etkiler arasında özellikle akut ve kronik eklem hareket açıklığını geliştirmesi ve kas ağrılarının azaltılması yer almaktadır (Righi vd., 2019; Skinner vd., 2020). Son yıllarda spor bilimi üzerine çalışan uzmanlar tarafından miyofasyal gevşetmede kullanılan bu araçlar üzerine çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir (Hernandez, 2020; Konrad vd., 2020; Patel & Patel, 2020; Trainer vd., 2022). Sportif teknolojisinin gelişimi ile birlikte perküsyon terapi araçları son yıllarda çalışmalara konu olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmalar foam roller uygulamalarının etkileri üzerine kanıtlar sunarak destekler nitelikte olsa da perküsyon terapinin etkileri üzerine yapılan çalışmalar yeterli kanıtlar sunamamıştır. Çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde SMR'nin eklem hareket açıklığı ve esneklik üzerine etkilerinin olduğunu bildirmektedir (Cheatham vd., 2015; Patel & Patel, 2020). Miyofasyal gevşeme tekniklerinin etkisinin araştırıldığı çalışmalarda eklem hareket açısının gelişiminin olduğu, diz ekstansiyon kuvvet parametrelerinde ise herhangi olumsuz değişimin olmadığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır (MacDonald vd., 2013; Sullivan vd., 2013). Çalışmaların birbirlerinden farklılık göstermesinin sebepleri arasında miyofasyal gevşeme yöntemlerinin uygulama süresi, uygulama bölgeleri ve uygulamanın şiddeti gösterilebilmektedir (Couture vd., 2015).

Perküsyon Terapi

Perküsyon terapi vibrasyon terapisinin bir şekli olarak değerlendirilmektedir. Kendi kendine miyofasyal gevşetme araçlar içerisinde daha yeni olan bir uygulamadır. Perküsyon terapi, kas dokusuna kuvvetli darbeler ve titreşimler uygulayarak yumuşak doku ağrısını tedavi etmek için tasarlanmış bir masaj tekniğidir. Bu teknik, sporcuların performansını artırmak, kas ağrılarını hafifletmek ve genel sağlık ve refahı desteklemek için ideal bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Sams vd., 2023). Perküsyon terapisi, profesyonel terapistler veya kişisel kullanım için tasarlanmış perküsyon cihazları aracılığıyla uygulanabilmektedir. Titreşim kullanılarak yapılan yöntem önceden ayakta veya yatarken tüm vücuda titreşim uygulaması ile gerçekleştirilirken günümüz teknolojisinin gelişimiyle birlikte bu uygulamalar sadece ihtiyaç duyulan bölgeye yapılabilir hale gelmiştir. Perküsyon terapi bu amaçla tasarlanmış taşınabilir bir cihaz yardımıyla yani masaj tabancaları ile yapılabilir (Yektaei, 2021).

Perküsyon terapi uygulamalarının sportif performansa olan etkileri son yıllarda çalışmalara konu olmuştur (Canbulut vd., 2023; Cheatham vd., 2021; Hernandez, 2020; Sams vd., 2023). Canbulut vd. (2023) quadriceps kas gruplarına uygulanan perküsyon terapinin akut etkilerini inceledikleri çalışmalarında eklem hareket açıklığında fark bulurken, dikey sıçrama performansında herhangi bir artış gözlemlemişlerdir. Bu çalışmayı destekler nitelikte çalışmalar mevcuttur. Çalışmalar perküsyon terapi uygulamalarının sıçrama performansında istatistiksel olarak artış olmadığını buna karşı eklem hareket açıklığında anlamlı sonuçlar elde edildiğini gösterir niteliktedir (Byrne vd., 2020; Hernandez, 2020; Kujala vd., 2019). Bu çalışmaların tersine perküsyon terapinin statik germe egzersizlerine göre sıçrama ve denge performansını geliştirdiği bildirilmiştir (Menek & Menek, 2024). Genel olarak literatür incelendiğinde perküsyon terapi uygulamalarının en yaygın pozitif etkilerinden birinin akut olarak eklem hareket açıklığı üzerine artışa sebep olduğu bilinmektedir. Özellikle literatürde ayak bileği, diz ve kalça eklemlerinin hareket açıklığında gelişimler gözlemlenmiştir (Guzman vd., 2021; Konrad vd., 2020). Sıçrama ve sprint gibi patlayıcı kuvvet ve yüksek enerji gerektiren egzersizlerde kas sertliği ve kas yaralanması arasında bir ilişki bulunmaktadır (McHugh vd., 1999). Konrad vd. (2020) perküsyon terapi uygulamalarının sonrasında kas sertliğinde azalma ve ağrı algısındaki değişikliklerin hareket açıklığının artırılmasında etkili olduğunu bildirmiştir. Wang vd. (2022) iki farklı şiddette (36 Hz ve 46 Hz) uygulanan perküsyon terapinin üç farklı yorgunluk durumlarında (30s, 60s ve 90s) trapezius kaslarına etkisini inceledikleri çalışmalarında yüzeysel EMG ile yorgunluk durumlarını değerlendirmişlerdir. 36 Hz’de perküsyon terapi uygulaması sonrası sağ üst trapeziusun MVC yüzdesi 30 s, 60s ve 90 s yorgunluk durumunda azalma göstermiş, 46 Hz’de yapılan uygulama sonrası ise sağ üst

trapeziusun MVC yüzdesi hem 60s hem de 90s yorgunluk durumunda azalma gösterdiğini ifade etmişlerdir. Lee vd. (2022) yürüttüğü araştırmaya göre, masaj tabancasının kas içi kan akışını, kas oksijen satürasyonunu, konsantrasyonu ve kırmızı kan hücrelerinin hareketlerini pozitif yönde hızlandırdığını belirtmişlerdir. Ancak, bu bulguların üzerine kesin bir yargıda bulunabilmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulabileceğini vurgulamışlardır. Yapılan çalışmada masaj tabancasının olumlu etkileri ortaya konmuş olsa da kanda bulunan kırmızı kan hücrelerinin konsantrasyonunun 5. dakikadan sonra olumsuz bir yönde ilerlediği ifade edilmiştir.

Yapılan bir derleme çalışmasında perküsyon masaj aletlerinin kas aktivasyonu üzerine bir çalışmanın güncel olarak yapılmadığını belirtmiştir (Martin, 2021). Aynı derleme çalışması içerisinde Hernandez (2020) yapmış olduğu çalışmada sıçrama sırasında kas aktivasyon ölçümü yapıldığı bildirilse de çalışmanın sonuçlarında böyle bir bulguya rastlanılmamıştır. Fiziksel aktivite öncesi ısınmanın bir parçası olarak perküsyon terapi uygulamasının kas aktivasyonuna olan etkisi tam olarak belirlenememiştir.

Masaj Tabancası

Kendi kendine yapılan miyofasyal gevşeme yöntemlerinden biri olan vurmali tekniklerle gerçekleştirilen perküsyon uygulamaları, özellikle yoğun egzersizlerin ardından sporcu rehabilitasyonu ve hızlı toparlanmanın sağlanması amacıyla tercih edilen yöntemler arasında yer almaktadır. Son yıllarda, perküsyon uygulaması için kullanılan cihazlarda önemli gelişmeler kaydedilmiş olup, bu doğrultuda tasarlanan masaj tabancaları giderek daha etkili makineler haline gelmektedir. Perküsyon terapisi için kullanılan aletler genellikle masaj tabancaları veya perküsyon masaj cihazlarıdır. Bu cihazlar, özel başlıklar veya adaptörler aracılığıyla farklı bölgelere ve kas gruplarına uygulanabilen vuruşlar ve titreşimler üretir (Cheatham vd., 2021). Taşınabilir perküsyon masaj terapisi son birkaç yılda terapötik ve elit egzersiz yapan gruplar arasında popülerlik kazanmıştır. Theragun ve Hyperice gibi farklı üreticiler hem kendi kendine masaj hem de bir terapist tarafından yapılan masaj için perküsyon terapi cihazları üretmekte ve geliştirmektedir. Bu tür cihazlar 53 Hz'e kadar farklı frekanslarda titreşim oluşturabilmektedir. Uygulanacak dokuya bağlı olarak cihazlara kendi içerisinden çıkan farklı başlıklar takılabilmektedir. Bu başlıklar sayesinde bölgesel olarak hedef noktayı gevşetme ve masaj uygulanabilmektedir.

Masaj tabancaları, günümüzde hem iyileşme hem de ısınma amaçlarıyla kullanılabilir. Özellikle ısınma aşamasında perküsyon terapisi uygulandığında, hedef alınan kas grubunun kan akışı artar, miyofasyal sınırlamalar azalır, eklem hareket açıklığı artar, ağrı hafifler ve vücut spor yapmaya hazır hale gelir. Isınma için uygun başlık kullanılarak, ısıtılmak istenen kas

grubuna bir dakikadan daha kısa süreli ileri geri hareketler uygulanabilir. Bu yöntem, ısınma süresini kısaltarak sportif sakatlıkların önlenmesine olumlu katkı sağlayabilmektedir. Masaj tabancalarının egzersiz sırasında kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Egzersizde ağrıya başlayan kaslara setler arasında uygulama yapıldığında kan akışını hızlandırdığı ve oksijen iletiminin kolaylaştırdığından dolayı kaslar gevşemekte ve antrenmana hazır hale gelmektedir. (Cheatham vd., 2021; Ferreira vd., 2023; Yektaei, 2021).

Bu bağlamda ısınma amaçlı titreşim terapileri ve miyofasyal gevşeme yöntemleri kas aktivasyonundaki değişiklikleri incelemiş olsalar da perküsyon terapi özelinde kapsamlı bir çalışmanın kas aktivasyonu üzerindeki etkileri belirsiz kalmaktadır. Kuvvet ve sıçrama gibi performans bileşenlerinin perküsyon terapi sonrası değişimleri çalışmalarda incelenmiş olsalar bile çalışmaların sonuçları birbirinden farklılık göstermektedir. Bu farklılığın temel sebepleri arasında kullanım süresi ve şiddetindeki değişiklikler gösterilebilmektedir. Bu yüzden çalışmamız perküsyon terapi uygulamalarında kas aktivasyon değişimlerini göstererek literatüre katkı sağlayacaktır. Aynı zamanda performans bileşenlerinin etkilerini bilimsel çalışmalarda yöntemlerle destekleyerek literatüre katkı sağlayacaktır. Bu çalışma egzersiz öncesi perküsyon terapi uygulamasının kas kuvveti, anaerobik güç ve kas aktivasyonuna olan etkilerine odaklanmaktadır.

Şekil 3. Masaj Tabancası (Enfito, 2025)

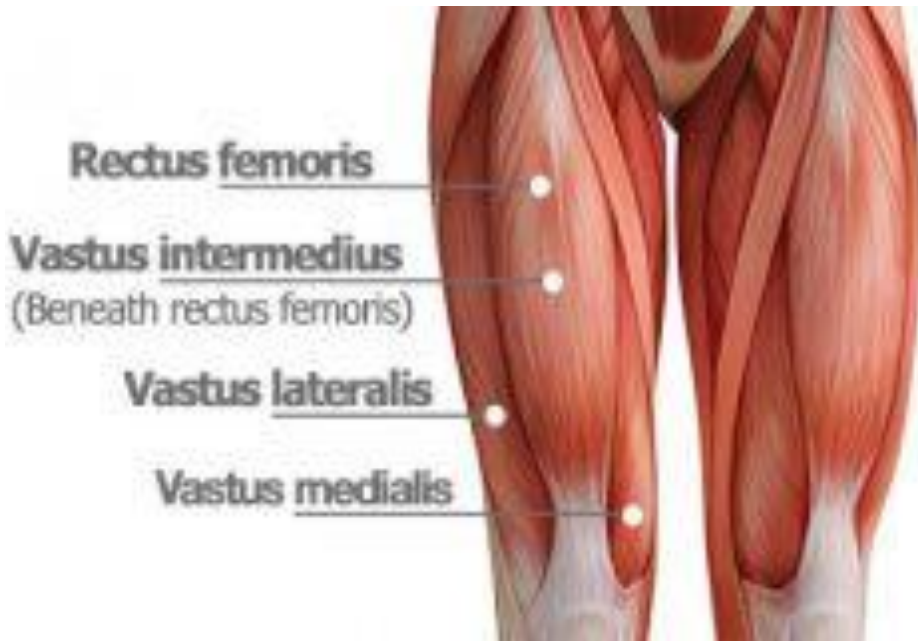


Quadriceps Kas Grubu

Quadriceps kas grubunun, insan anatomisinin ön yüzeyinde yer alan dört temel kası bir arada ifade etmektedir. Bu kasların ana bileşenleri; rektus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermedius olarak sıralanmaktadır. Quadriceps, femur kemiğinin çıkıntıları aracılığıyla diz eklemine ekstansiyonuna yardımcı olmanın yanı sıra, bacağın düzleşmesini ve hareket etmesini sağlamakta kritik bir işlev üstlenmektedir. Bu kas grubu, insan vücudunun en büyük ve en güçlü kası olma özelliği taşıırken, günlük yaşam aktiviteleri ve sportif performans açısından da son derece önemli bir rol oynamaktadır (Aslantekin, 2022; Sever & Kır, 2021).

Quadriceps kasları, sporcuların koşma, zıplama gibi çeşitli fiziksel aktivitelerde yüksek performans sergilemelerine katkıda bulunurken, aynı zamanda temel hareket kabiliyetini güçlendirerek bireylerin sağlıklı yaşam sürmelerini de önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır. Quadriceps kasları, zıplama, hızlı koşma ve atak yapma gibi temel hareketlerde kullanılır ve oyuncuların performansını büyük ölçüde etkilemektedir (Ritsche vd., 2024). Ayrıca, bu kasların farklı spor branşlarında performansı artırmak amacıyla düzenli olarak çalıştırılması ve güçlendirilmesi gerekmektedir. Böylelikle, bireylerin dayanıklılık, hız ve güç gerektiren aktivitelerde daha etkili olmaları sağlanmakta ve bu süreçte quadriceps kas grubunun önemi bir kez daha belirgin hale gelmektedir (Ahsan & Alzahrani, 2024).

Şekil 4. Quadriceps Kas Grubu (Fzt. Dülger, 2025)



Kas Aktivasyonu

Kas kasılmaları, merkezi sinir sisteminden gelen elektriksel uyarıların kaslara iletilmesi sonucunda meydana gelen motor ünite aksiyon potansiyelleri (MUAP) aracılığıyla gerçekleşmektedir. Motor ünite, bir motor nöronun aksonu tarafından uyarılan kas liflerinden oluşmaktadır. Her motor nöron, belirli bir kas grubuna ait birden fazla kas lifini uyararak bir motor üniteyi meydana getirmektedir. Bu motor ünitelerinin tümü, kasın işlevselliğini sağlayan temel yapıları teşkil etmektedir (Cerrah vd., 2010; Enoka, 2008).

Kas aktivasyonu, sinirsel uyarıların kas liflerine iletilmesi sonucu kasın mekanik yanıt vermesi sürecidir. Bu süreç, motor nöronlardan gelen aksiyon potansiyelleri ile başlar ve kas liflerinde aksiyon potansiyellerinin üretilmesi ile devam etmektedir. Motor nöronlar, merkezi sinir sisteminin omurilik ve beyin sapındaki motor nöron havuzlarından çıkarak kas liflerine ulaşır ve her bir motor nöron birden fazla kas lifiyle bağlantı kurarak motor üniteyi oluşturur. Bu motor ünitelerinin aktive olması, kasların kasılmasını başlatır ve kas hareketi sağlar. Kasın kasılması, motor ünite aksiyon potansiyellerinin (MUAP) toplamı ve kas liflerinin kasılmaya yanıt veren biyokimyasal süreçlerin bir sonucudur (Boron & Boulpaep, 2017; Burke, 2001; Heckman & Enoka, 2012).

Motor nöron, omuriliğin ventral boynuzunda veya beyin sapında yer almakta olup, sinirsel girdileri aldıktan sonra, aksonları aracılığıyla periferel sinirlere ulaşmaktadır. Akson terminaline ulaşan sinirsel iletimin ardından, asetilkolin adlı nörotransmitter salınmaktadır. Asetilkolin molekülleri, kas hücresi zarında bulunan reseptörlere bağlanarak iyon kanallarını açmaktadır. Bu süreç, sodyum iyonlarının (Na^+) hücre içine girmesine ve hücre zarının depolarize olmasına neden olmaktadır. Depolarizasyon, aksiyon potansiyelinin oluşumunu tetiklemektedir (Merletti & Farina, 2016; Powers & Howley, 2018).

Depolarizasyon süreci esnasında, kalsiyum iyonları (Ca^{2+}) sarkoplazmik retikulumdan serbest kalmakta ve kasılma için gerekli olan biyokimyasal süreçleri başlatmaktadır. Kalsiyum iyonlarının miyofilamentlere doğru hareketi, kasın kasılmasını sağlamakta ve kas kasılmasının mekanik temeli oluşmaktadır (Cerrah vd., 2010).

Aksiyon potansiyeli sırasında meydana gelen iyon hareketleri, elektromanyetik bir alan oluşturmaktadır. Bu alan, elektrotlar aracılığıyla yüzeyde tespit edilebilmektedir. Dinlenme halinde olan kas hücresinin zar potansiyeli yaklaşık -70 mV civarındayken, aksiyon potansiyeli sırasında bu değer +30 mV'a kadar yükselir ve hızla dinlenme seviyesine geri döner. Bu elektriksel potansiyel değişiklikleri yalnızca kas hücre zarında değil, aynı zamanda deriye de yayılmaktadır. Deriye uygulanan iki yüzey elektrotu (bipolar yerleşim) ile bu elektriksel aktivite ölçülebilmektedir (McArdle vd., 2010; Merletti & Farina, 2016).

Birden fazla kas lifinin eş zamanlı kasılması durumunda, bu liflerden kaynaklanan elektriksel potansiyellerin toplamı, yüzey elektrotlarıyla ölçülebilecek büyüklüklere ulaşır. Kas kasılmasının şiddeti, motor ünite aksiyon potansiyellerinin sayısı ve frekansına bağlı olarak artar. Kasların aktif veya pasif durumlarındaki MUAP özellikleri, kas fonksiyonlarındaki bozulmaları tespit etmek için klinik ve bilimsel açıdan önemli bir veri kaynağıdır (Cerrah vd., 2010; Enoka, 2008).

Elektromiyografi (EMG), kas aktivasyonunu değerlendirmek için kullanılan önemli bir ölçüm yöntemi olup, kasların elektriksel etkinliğini kaydetme işlemini içermektedir. Bu teknik, kas liflerinden kaynaklanan elektrik sinyallerinin analizi yoluyla, kasların ne zaman ve ne kadar etkin çalıştığını belirlemeye olanak tanımaktadır. EMG, klinik uygulamalardan spor bilimlerine kadar geniş bir yelpazede kullanılmakta; kas fonksiyon bozuklukları, yorgunluk belirtileri ve optimal performans düzeylerinin belirlenmesi gibi hedeflerle önemli bilgiler sunmaktadır (Alcan & Zinnuroğlu, 2023; Yılmaz, 2022).

EMG uygulaması, yüzeysel ve iğne olmak üzere iki temel yöntem üzerinden gerçekleştirilmektedir. Yüzeysel EMG, elektrotların cilt yüzeyine yerleştirilmesiyle kasların elektriksel aktivitesini kaydederken, iğne EMG daha derin kas liflerinin fonksiyonunu incelemek için ince iğne elektrotlar kullanarak kaydedilmektedir. Her iki yöntem de kas aktivasyonu sırasında ortaya çıkan elektrik sinyallerinin zamanla değişimini inceleyerek, kasların foliküler (gerilim ve kasılma) tepkimelerini ayrıntılı olarak anlamayı sağlamaktadır. EMG'de elde edilen sinyaller, belirli bir kas grubunun çalışmasını değerlendirmek için analiz edilir ve gelişmiş yazılımlar aracılığıyla grafiksel verilere dönüşerek, antrenörler ve araştırmacılara yardımcı olmaktadır (Karacan & Türker, 2025).

Kas Kuvveti

Kas kuvveti, bir kasın veya kas grubunun dış bir direnci yenebilme ya da ona karşı koyabilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. İskelet kasları, merkezi sinir sisteminden iletilen uyarılarla aktive edilerek kasılma fonksiyonunu yerine getirir ve bu süreç sonucunda hareket, duruş kontrolü ve dış kuvvetlere karşı direnç sağlanmaktadır. Kas kuvveti, yalnızca sporcular için değil, günlük yaşam aktivitelerini sürdürebilme ve fonksiyonel bağımsızlığı koruma açısından da temel bir fiziksel kapasitedir (Bostan, 2022; Özsoy vd., 2017).

Kas kuvveti, organizmanın hareket üretme kapasitesinin temel belirleyicilerinden biridir. Spor bilimlerinde, kuvvet hem performans geliştirme hem de fonksiyonel sağlık açısından büyük bir öneme sahiptir (Stone vd., 2007). Kas kuvveti, temel olarak bir kas grubunun dış bir dirence karşı üretebildiği maksimal kasılma kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Bu tanım, yalnızca fiziksel performansa değil, aynı zamanda yaşam kalitesine ve kas-iskelet sağlığına da işaret etmektedir (Fragala vd., 2019).

Kuvvetin üretimi; motor ünite aktivasyonu, kas kesit alanı, kas lif tipi dağılımı, tendon sertliği ve nöral kontrol gibi birçok fizyolojik faktöre bağlıdır (Enoka & Duchateau, 2016). Kuvvet türleri genel olarak üç ana başlık altında toplanmaktadır: maksimal kuvvet, patlayıcı kuvvet ve kas dayanıklılığı. Bu sınıflandırma antrenman programlarının planlanmasında belirleyici bir role sahiptir (Bompa & Buzzichelli, 2019).

Kas kuvveti, laboratuvar veya saha ortamında çeşitli yöntemlerle ölçülebilmektedir. Dinamik ölçümler (ör. 1 Tekrar Maksimum testi) ve izometrik testler en sık başvuru yöntemleridir. Bunun yanında izokinetik dinamometreler yardımıyla belirli hızlarda maksimum kuvvet ölçümleri de yapılabilmektedir. Bu yöntemler, kuvvet profili çıkarmada ve antrenman programlarının planlanmasında bilimsel veri sağlamaktadır (Baechle & Earle, 2008).

Anaerobik Güç

Anaerobik güç, kasların oksijen kullanımına ihtiyaç duymadan, kısa süreli ve yüksek şiddetli aktiviteler sırasında maksimum kuvvet ve hız üretme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Bu fiziksel özellik, özellikle patlayıcı güç, sprint, sıçrama, ani yön değiştirme gibi hareketlerde başarıyı belirleyen kritik bir performans unsurudur (McArdle vd., 2010). Anaerobik güç, genellikle 10-30 saniye süren maksimal veya supramaksimal aktiviteler sırasında fosfojen sistemi (ATP-PCr sistemi) ve anaerobik glikoliz gibi oksijensiz enerji sistemlerinin etkinliği ile ilişkilidir (Powers & Howley, 2018).

Kasların yüksek yoğunluklu ve kısa süreli aktivitelerde, enerji üretimini oksijen olmadan gerçekleştirme yeteneği hem fosfokreatin depolarının kullanımına hem de glikolitik sistemin hızına bağlıdır (Tarakci, 2022). Bu bağlamda anaerobik güç, yalnızca patlayıcı kuvvetin değil, aynı zamanda kasın enerji üretim hızının da bir göstergesidir.

Anaerobik güç; Wingate anaerobik testleri, dikey sıçrama testleri ve kısa mesafe sprint testleri gibi çeşitli protokollerle değerlendirilebilmektedir (Bar-Or, 1987). Elde edilen veriler, sporcunun hızlı enerji üretim kapasitesi, yorgunluk direnci ve genel anaerobik performansı hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Spor bilimlerinde anaerobik güç düzeyi, atletik performansın kritik belirleyicilerinden biri olarak kabul edilmekte ve performans artırıcı antrenman programlarının temel hedeflerinden biri olmaktadır (Chtourou & Souissi, 2012).

Sonuç olarak, anaerobik güç, oksijen kullanılmadan kısa sürede yüksek enerji üretme kapasitesini ifade etmektedir ve özellikle kısa süreli, yüksek yoğunluklu spor dallarında performansın temel belirleyicilerindendir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Yöntemi

Çalışmada için nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışma tekrarlı ölçümleri içermektedir. Çalışma ölçüm süresince çapraz randomizasyon yöntemi kullanılmıştır. Bunun için deneklere: “Uygulama 1: Perküsyon Terapi Uygulaması (PTU), 48 saat sonra genel ısınma” ve Uygulama 2: Genel ısınma, 48 saat sonra PTU” şeklinde iki farklı uygulama yapılmıştır. Uygulamalar sonrasında deneklere EMG elektrotları yerleştirilmiştir. Elektrotlar yerleştirildikten sonra izokinetik kuvvet, anaerobik güç ve kas aktivasyon ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen verilerin analizi ve görselleştirilmesi için Jamovi programı kullanılmıştır. Çalışma “Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulları” arasında “Sağlık Bilimleri Alanında” birim etik kurullarından biri olan “Spor Bilimleri Fakültesi Birim Etik Kurulu” tarafından onaylanmıştır (Ek 1). Bu tez çalışması “Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi” tarafından [TDK-2024-13641] numaralı proje kapsamında desteklenmiştir (Ek 2).

Katılımcılar

Çalışmaya katılacak deneklerin sayısının belirlenmesinde G*Power 3.1 programı kullanılmıştır. Denek sayısı belirlenirken Yang vd. (2023) çalışması referans alınarak hesaplama yapılmıştır [$\alpha=0.05$, power=%80]. Analiz sonucunda çalışma için 27 kişinin yeterli olacağı hesaplanmıştır. Ölçümlere başlangıçta toplamda 30 sporcu ile başlanmıştır fakat çalışma sırasında 3 futbolcu son ölçümlere katılmamış ve 1 basketbolcunun EMG verileri olmadığı için çalışmadan çıkarılmıştır. Çalışmaya aktif olarak spor hayatı devam eden, haftada en az 3 gün antrenman yapan basketbol (n=9), futbol (n=7) ve voleybol (n=10) sporcuları katılmıştır. Alt ekstremiteden yaralanmış veya ameliyat geçirmiş, alt ekstremitede herhangi bir nörolojik rahatsızlığı olan, kronik herhangi bir rahatsızlığı olan, hipotroid hastalığı olan ve quadriceps kasında herhangi bir yırtığı olanlar dahil edilmemiştir. Deneklerin tamamı sağ bacağı dominant olan sporculardan oluşmaktadır.

Isınma Prosedürü

Deneklere, ölçümler öncesinde standart bir genel ısınma uygulanmıştır. Genel ısınma için maksimal oksijen kapasitesinin %40'ı ile bisikletle sabit tempoyla 10 dakikalık bir ısınma uygulanmıştır. Genel ısınmanın ardından özellikle diz eklemi etrafındaki majör kas gruplarını (quadriceps, hamstring ve gastroknemius) kapsayan esneme ve ısınma egzersizleri gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 12–15 dakika süren bu genel ısınma protokolü ile deneklerin fizyolojik, nöromusküler ve eklem-mekanik açıdan ölçümlere hazır hale gelmeleri sağlanmıştır.

Perküsyon Terapi Uygulaması

Perküsyon terapi uygulaması bilateral olarak Quadriceps kas grubuna (Rectus Femoris, Vastus Lateralis, Vastus Medialis) Theragun™ PRO 6 cihazı ile yapılmıştır. Denekler sırt üstü masaj koltuğuna uzanmaları istenmiştir. Perküsyon terapi uygulaması için her kas grubuna yukarı ve aşağı yönlü olarak toplamda 60 saniye (20 sn. RF, 20 sn. VL, 20 sn. VM) uygulanmıştır. Uygulama için cihaza ait mobil uygulamada belirtilen esnek başlık kullanılacaktır. Uygulama aynı araştırmacı tarafından 2100 bpm ile ve aynı yoğunlukta basınç ile gerçekleştirilmiştir (Michal, 2021; Sams vd., 2024).

Şekil 5. *Perküsyon Terapi Uygulaması*



Şekil 6. *Theragun PRO Plus Marka Masaj Tabancası (Enfito, 2025)*



Veri Toplama Araçları

Kişisel Bilgi Formu

Araştırmacı tarafından geliştirilen “Kişisel Bilgi Formu”; araştırmaya konu olan örneklem grubu hakkında bilgi toplamak amacıyla hazırlanmıştır. Kişisel bilgi formu; yaş, cinsiyet ve spor branşı gibi bağımsız değişkenler ile ilgili sorulardan oluşmaktadır.

Vücut Kompozisyon Ölçümü

Deneklerin vücut kompozisyon ölçümü için BODPOD Gold Standart (Cosmed, Italy) cihazı kullanılmıştır. BOD POD, vücut kompozisyonunu (yağ, kas, kemik vb.) hassas bir şekilde ölçmek için kullanılan bir ölçüm yöntemidir. Bu yöntem, hava değişimini temel alan bir teknoloji kullanır ve kişinin vücut yoğunluğunu ölçerek vücut kompozisyonunu tahmin eder. Ölçüm öncesinde deneklere cihazın tanıtımı yapılmış ve testler sırasında uyulması gereken kurallar anlatılmıştır.

Ölçümlerden 1 saat öncesinde cihazın kullanım kılavuzunda belirtilen kalibrasyon uygulamaları yapılmıştır. Ayrıca ölçümün hemen öncesinde ölçüm sıralamalarından biri olan kalibrasyon işlemi tekrar uygulanmıştır. Böylelikle elde edilecek sonuçların doğruluğu kuvvetlendirilmiştir. Deneklerden ölçümden 3 saat öncesinde yemek ve içecek almamaları ve 24 saat öncesinde ağır bir egzersiz yapmamış olmaları talimatları verilmiştir. Ölçümler için denekler, standart bir mayo ya da boxer veya yüzme kıyafeti gibi özel bir kıyafet giymeleri hakkında bilgilendirilmiştir. Ayrıca, takı, gözlük ve diğer metal aksesuarları çıkarmaları sağlanmıştır. Ölçüm işleminde cihaza entegre edilmiş hesaplama yöntemi olarak Siri yöntemi seçilmiştir (Bijlsma vd., 2023). Cihazdan vücut ağırlığı (kg), vücut yağ oranı (%), Beden Kitle

İndeksi (BKI) bilgileri elde edilmiştir. Deneklerin boy ölçümü için DESİS B5 ölçüm cihazı kullanılmıştır.

Şekil 7. *Vücut Kompozisyonu Ölçüm Cihazı (Atatürk Üniversitesi, 2025)*



Kas Aktivasyon Ölçümü

Kas aktivasyon ölçümleri NORAXON Ultium EMG cihazı kullanılarak kaydedilmiştir. Kablosuz olma özelliğine sahip olan cihaz yüksek doğrulukta ve sportif performansı kısıtlamamasından dolayı tercih edilmiştir. Senkronizasyon özelliği sayesinde saniyede 4000 örneklem yapabilmektedir. Kas aktivasyonu ölçümlerinde alt ekstremita kas gruplarından olan Quadriceps kas grubu tercih edilmiştir. Quadriceps kasları yürüme, koşma, sıçrama ve squat gibi alt ekstremita hareketlerinde önemli rol oynamaktadır. Elektrotların yerleştirileceği kaslar sağ ve sol ekstremitada rectus femoris kası, vastus medialis kası ve vastus lateralis kası olarak belirlenmiştir. Elektrotlar kas liflerinin doğrultusuna dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Sensör kasın en geniş kesit alanının merkezine yerleştirilmiştir (Seniam, 2020). EMG verileri 2000 Hz. ile alınmıştır. Elektrot yerleşimi öncesinde deri üzerindeki kıllar ve ölü deri traş edilmiştir. Traş edilen bölge aşındırıcı jel ve etil alkol ile temizlenmiştir. Elektrot yerleştirimi uygun hale getirilen bölgeye kendinden yapışkanlı, Noraxon üretimi jel elektrotlar ve sensörler elastik bantlar yardımıyla dört tarafından tutturularak sabitlenmiştir. Tüm ölçümler öncesinde EMG dalgaları kontrol edilmiştir. 50 Hz altına düştüğü zaman ölçüm başlamıştır.

Yüzeysel EMG ölçümlerinde fonksiyonel değerlendirme yapılmadan önce izokinetik ölçüm cihazına yerleştirilen deneklere Maksimum İstemli Kasılma (MİK) testi uygulanmıştır. Maksimum İstemli Kasılma testi quadriceps kasları için diz ekstansiyonu sırasında 90° diz açısında oturur pozisyonda alınmıştır. Her bir MİK testi 6 saniye sürecek şekilde 3 tekrar olarak uygulanmıştır. Tekrarlar arası dinlenme süresi için 1 dakika verilmiştir. MİK testlerinden elde edilen maksimum EMG genliği izokinetik kuvvet ve sıçrama testi sırasında alınan EMG verilerinin genlik normalizasyonu için kullanılmıştır (Darendeli vd., 2023).

Deneklerden elde edilecek EMG verileri highpass-lowpass filtre ile filtrelenmiştir. Highpass filtre frekansı 20 olarak belirlenmiştir. Filtreleme işlemi sonrasında verilerin pürüzsüzleştirme işlemi yapılmıştır. Pürüzsüzleştirme için RMS yöntemi kullanılmış ve pencere aralığı 200 ms olarak belirlenmiştir. Filtreleme ve Pürüzsüzleştirme işlemleri sonrası her kas için belirlenmiş olan Maksimum İstemli Kasılma düzeyleri analize dahil edilerek değerlendirme yapılmıştır (Yılmaz, 2022). Tablo 1’ de elektrotların yerleşim yerleri ile alakalı bilgiler sunulmuştur.

Tablo 1. *EMG Elektrot Yerleşimi (Yılmaz, 2022)*

Rectus Femoris			
Elektrot Boyutu	10 mm	Elektrot Mesafesi	20 mm
Elektrotların Yeri	Anterior Superior Spina İliaka ile Superior Patella arasında %50 (1/2) oranına denk gelen bölgeye yerleştirilmelidir.		
Vastus Medialis			
Elektrotların Yeri	Anterior Superior Spina İliaka ile Diz medial ligamentinin önünden eklem boşluğu arasında %80 (4/5) oranına denk gelen bölgeye yerleştirilmelidir.		
Vastus Lateralis			
Elektrotların Yeri	Anterior Superior Spina İliaka ile Patellanın lateral bölgesi arasında diz eklemine yakın olarak 2/3 oranındaki bölgeye yerleştirilmelidir.		

Şekil 8. *Yüzeysel EMG Ölçüm Cihazı (Atatürk Üniversitesi, 2025)*



Şekil 9. Yüzeysel Elektrot Yerleşimi



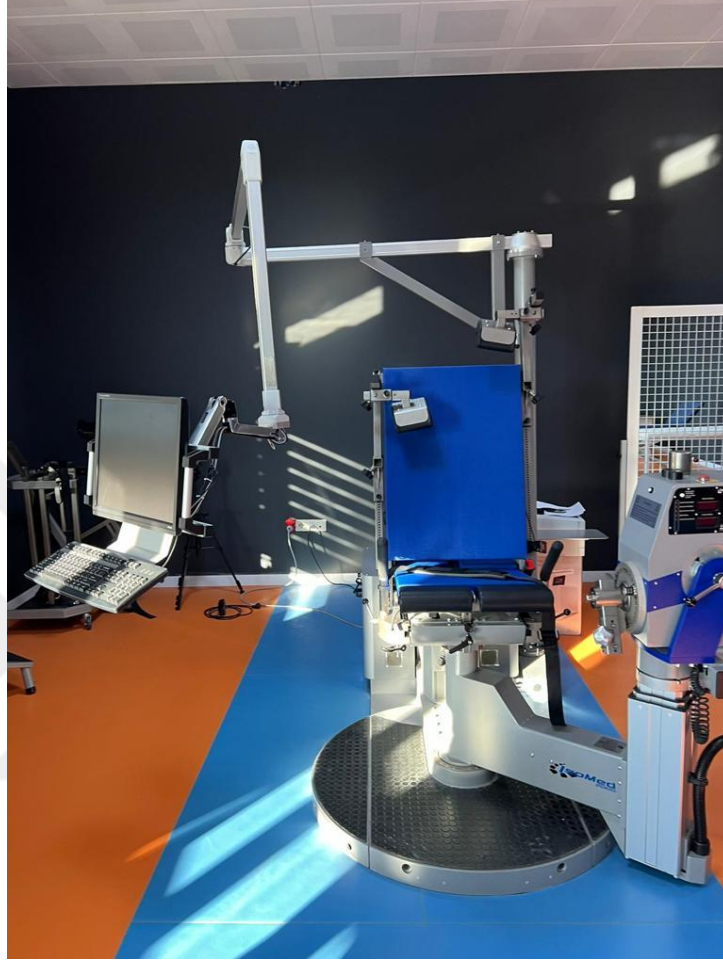
İzokinetik Kuvvet Ölçümü

Deneklerin izokinetik kuvvet ölçümleri için İSOMED 2000 İzokinetik Sistem kullanılmıştır. İzokinetik kuvvet ölçümleri diz ekleminden konsantrik/konsantrik fazda fleksiyon/ekstansiyon olarak ölçülmüştür. Ölçümler öncesinde deneklerin ısınma prosedürünü tamamlamaları istenmiştir.

Isınma prosedürü sonrasında denekler izokinetik diz fleksiyon/ekstansiyon ölçümleri için referans değerlerine uygun bir şekilde cihaza yerleştirilmiş ve ölçümler alınmaya başlanmıştır. Referans değerlerine uygun bir şekilde yerleştirilen deneklerin gövdeleri; omuz aparatları, bel ve gövde kemerleriyle, test yapılacak uzuv ise eklemine yakın bölgeden sabitlenmiştir. Referans değerlerine göre izokinetik ölçüm cihazının koltuk sırt açısı 85° olarak ayarlanmıştır. Diz ekleminin hareket açısı (ROM), 0-90 derece aralığa ayarlanmıştır. Dinamometrenin kolu diz ekleminin rotasyon eksenini olan lateral femoral kondil ile aynı hizaya gelmesi cihazın lazer işaretleme aparatı ile sağlanmıştır. Dinamometrenin diz adaptörü ölçüm yapılacak ekstremitedeki ayağın dorsal yüzüne yaklaşık olarak 3 cm proksimal bir konuma yerleştirilmiştir. Ölçümlere başlamadan önce, deneklerin diz eklemleri serbest pozisyonda ve 90 derece eksenrik konuma getirilerek bacağın yer çekimi etkisi elimine edilmiştir. Böylelikle ölçülecek tork değerinin doğru hesaplanması sağlanmıştır. Deneklerin diz fleksiyon ve ekstansiyon ölçümleri 60 °/sn açısal hızda, 5 tekrar Kons/Kons kasılmalarla uygulanmıştır. Düşük açısal hızlar kasların maksimal kuvvet üretme kapasitesini ortaya koyduğu için 60 °/sn açısal hız tercih edilmiştir. Ölçümler dominant ve non-dominant bacadan alınmıştır. Dominant bacağı belirlemek için deneklere topa vururken tercih edilen bacağın hangisi olduğu sorusu

sorulmuştur. Ölçümler arası dinlenme süresi için sporculara 2 dakika verilmiştir. Ölçüm sonuçları kas kuvvetini temsil eden Newton metre (Nm) cinsinden kaydedilmiştir (Yılmaz vd., 2023).

Şekil 10. İzokinetik Kuvvet Ölçüm Cihazı (Atatürk Üniversitesi, 2025)



Anaerobik Güç Ölçümü

Anaerobik gücün belirlenmesi için dikey sıçrama ölçümlerinden faydalanılmıştır. Dikey sıçrama antrenör ve araştırmacılar tarafından çok kullanılan testlerden birisidir. Bu test alt ekstremitenin patlayıcı gücünü ölçmek amacıyla kullanılmaktadır (Glatthorn vd., 2011). Deneklerin dikey sıçrama performanslarının ölçümü için Optojump (Microgate, Italy) cihazı kullanılmıştır. Cihaz yere sabitlenmiş her biri 96 LED içeren verici ve alıcı çubuklardan oluşan optik bir ölçüm sistemini içermektedir. Verici çubuktaki LED'le alıcı çubuktaki LED'lerle sürekli iletişim halindedir. Sistem, çubuklar arasındaki iletişimde meydana gelen kesintileri tespit ederek bunların süresini hesaplamaktadır. Bu kesinti ayakların yerle olan temasının kesilmesi ile birlikte başlamaktadır. Ayaklar tekrar yerle temas ettiğinde ölçüm gerçekleştirilmiş olacaktır (OptoJump Next, 2014). Dikey sıçrama testi için Counter Movement Jump (CMJ) testi gerçekleştirilmiştir. Test öncesi deneklere sıçrama 1 kez gösterilmiş ve 2

deneme yapmalarına izin verilmiştir. Sıçrama prosedüründe denekler cihazın içerisinde hazır bir şekilde bekleyerek CMJ testi protokolünde eller serbest bir şekilde sıçrayabilecekleri en yüksek mesafeye sıçramaları istenmiştir. CMJ testi sıçrama yüksekliği santimetre cinsinden cihaza kayıt edilmiştir (Leonte vd., 2021).

Şekil 11. Dikey Sıçrama Ölçüm Cihazı (Atatürk Üniversitesi, 2025)

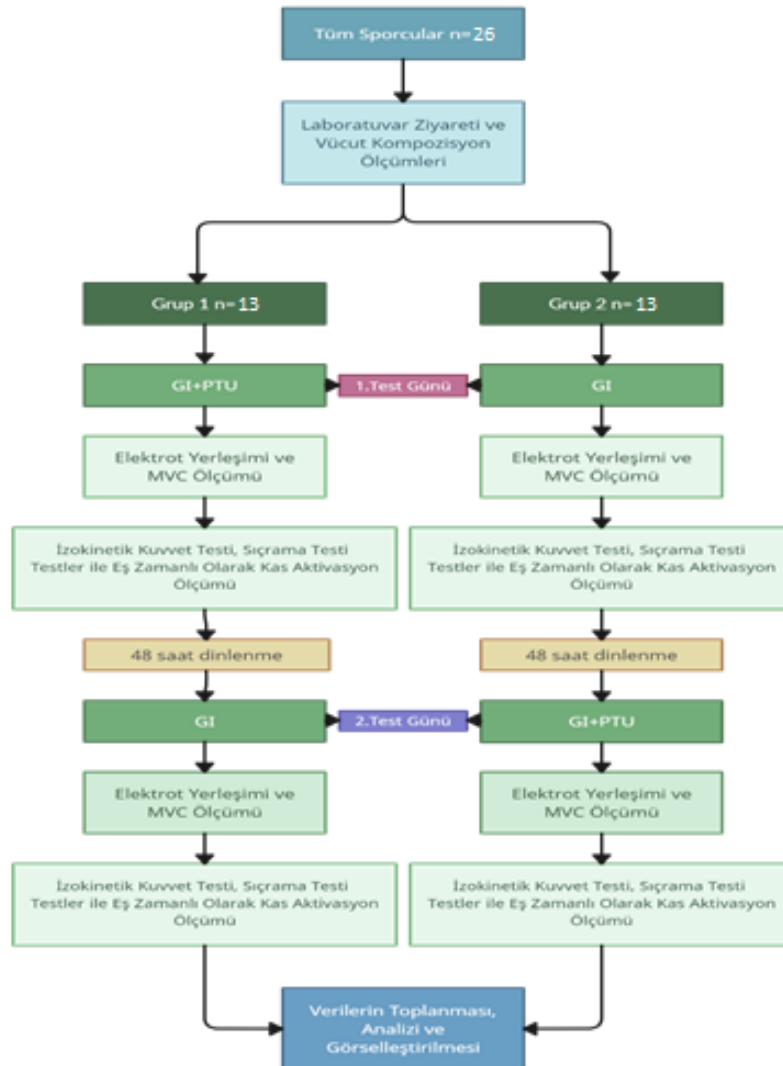


Süreç

Araştırma ölçüm süresince çapraz randomizasyon yöntemi kullanılmıştır. Bunun için deneklere: “Uygulama 1: Genel ısınma (GI)+Perküsyon Terapi Uygulaması (PTU), 48 saat sonra genel ısınma” ve Uygulama 2: Sadece genel ısınma, 48 saat sonra GI+PTU” şeklinde iki farklı uygulama yapılmıştır. Ölçümler öncesinde deneklere ölçüm yapılacak laboratuvar ve ölçümlerin tanıtılacağı ziyaret uygulaması yapılmıştır. Bu ziyarette deneklerin demografik bilgileri kayıt edilmiş ve aynı zamanda vücut kompozisyon ölçümü yapılmıştır. Deneklerin ölçümleri 48 saat arayla iki kez gerçekleştirilmiştir. Birinci gün uygulama 1 veya 2 prosedüründe belirtilen genel ısınmayı veya Perküsyon Terapi Uygulamasını tamamlayan deneklere EMG elektrotları belirlenen dominant ve non-dominant kas gruplarına uygun şekilde yerleştirilmiştir. Elektrot yerleştirilmesi sonrasında denekler MİK testi yapılmıştır. MİK testi sonrasında izokinetik kas kuvveti ölçümü EMG ile eş zamanlı olarak yapılmış ve hem kas gücü hem de kas aktivasyonu belirlenmiştir. İzokinetik ölçümler sonrasında denekler Counter Movement Jump (CMJ) ölçümünü gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Sıçrama performansını gerçekleştirirken takılı olan EMG elektrotlarından kas aktivasyon ölçümü eş zamanlı olarak

elde edilmiştir. Ölçümün ikinci günü ise uygulama 1 veya 2 prosedüründe belirtilen genel ısınmayı veya Perküsyon Terapi Uygulamasını tamamlayan deneklere aynı birinci günde olduğu gibi EMG elektrotları belirlenen dominant ve non-dominant kas gruplarına uygun şekilde yerleştirilmiştir. Elektrot yerleştirilmesi sonrasında denekler MİK testi yapılmıştır. MİK testi sonrasında izokinetik kas kuvveti ve sıçrama performansları, kas aktivasyon ölçümü ile eş zamanlı olarak ölçülmüştür. Elde edilen tüm veriler kas kuvveti, sıçrama yüksekliği ve performans ölçümleri sırasındaki kas aktivasyonları ön test ve son test olarak karşılaştırılması yapılmıştır. Testlerden önce deneklere yeme-içme talimatları anlatılmış ve her test gününde yapılacak testler hakkında bilgi verilmiştir. Laboratuvar ziyaretlerinden önce katılımcılara yaklaşık 24 saat boyunca antrenmandan kaçınmaları, 24 saat öncesi kafein almamaları ve önceki 3 saat boyunca yemek yememeleri talimatı verilmiştir. Vücut kompozisyon ölçümü, izokinetik kuvvet testleri, anaerobik performans testi ve kas aktivasyon ölçümleri Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir. Merkezin sıcaklığı ortalama 24 °C ve nem oranı ortalama %65 olarak ayarlanmıştır.

Şekil 12. Planlanan Çalışma Tasarımı



Verilerin Analizi

Verilerin analizinde Jamovi 2.6.44 programı kullanılmıştır. Verilerin normallik sınamaları Shapiro-Wilk testi ile yapılmıştır. Veriler aritmetik ortalama ve standart sapma olarak ortaya konulmuştur. Normal dağılım gösteren veriler için tekrarlı-ölçümler ANOVA (3X2) testi kullanılmıştır. Bu analiz, zaman (ön test-son test) ve grup (branşlar) faktörleri arasındaki temel etkileri ve etkileşimleri incelemek amacıyla tercih edilmiştir. Çoklu karşılaştırmaları belirlemek için Bonferroni düzeltmeli post-hoc testleri kullanılmıştır. Yapılan tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucunda elde edilen η^2p değerleri, Cohen (1988) ve Lakens (2013) tarafından önerilen sınır değerler dikkate alınarak yorumlanmıştır. Buna göre $\eta^2p \geq 0.14$ değerleri büyük etki, 0.06–0.14 arası orta düzeyde etki, 0.01–0.06 arası küçük etki ve 0.01 altındaki değerler ise ihmal edilebilir etki düzeyinde kabul edilmiştir. Anlamlılık düzeyi 0,05 olarak belirlenecektir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar tablo ve grafikler halinde açıklanarak sunulmuştur.

Tablo 2. *Deneklere Ait Tanımlayıcı Bilgiler*

	Spor	n	$\bar{X}$	SS	Min.	Mak.
Yaş (yıl)	Futbol	7	24.14	3.13	18.00	27.00
	Basketbol	9	22.78	1.72	21.00	26.00
	Voleybol	10	20.80	1.62	19.00	23.00
	Toplam	26	22.38	2.48	18.00	27.00
Boy Uzunluğu(cm)	Futbol	7	178.86	7.38	164.00	188.00
	Basketbol	9	188.89	6.81	175.00	197.00
	Voleybol	10	182.40	7.06	173.00	196.00
	Toplam	26	183.69	7.92	164.00	197.00
Vücut Ağırlığı (kg)	Futbol	7	71.61	13.21	59.60	99.30
	Basketbol	9	90.23	14.73	67.00	112.70
	Voleybol	10	70.86	4.33	64.90	79.70
	Toplam	26	77.77	14.27	59.60	112.70
Yağ Yüzdesi (%)	Futbol	7	7.10	2.24	4.10	10.70
	Basketbol	9	11.80	2.69	8.10	15.80
	Voleybol	10	6.17	2.21	3.20	9.90
	Toplam	26	8.37	3.45	3.20	15.80
Beden Kitle İndeksi (kg/m ²)	Futbol	7	22.31	3.02	18.80	28.10
	Basketbol	9	25.18	2.98	20.40	29.30
	Voleybol	10	21.31	1.12	19.80	23.20
	Toplam	26	22.92	2.91	18.80	29.30

n: Örneklem Sayısı; $\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart Sapma; Min: Minimum; Mak: Maksimum;

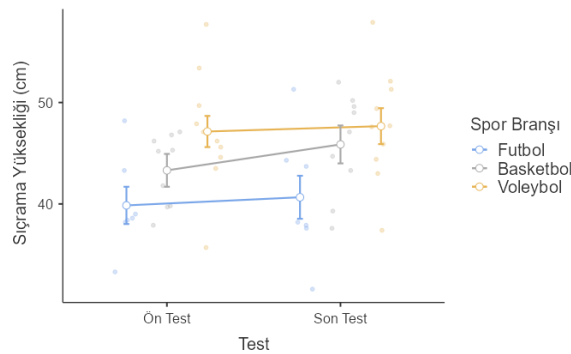
Tablo 2’de deneklere ait tanımlayıcı bilgiler sunulmuştur. Çalışmaya futbol (n=7), basketbol (n=9) ve voleybol (n=10) sporu yapan toplam 26 erkek denek katılmıştır. Çalışmaya katılan deneklerin tanımlayıcı bilgileri incelendiğinde yaşları 22.38 ± 2.48 yıl, boy uzunluğu 183.69 ± 7.92 cm, vücut ağırlığı 77.77 ± 14.27 kg, yağ yüzdesi 8.37 ± 3.45 ve beden kitle indeksi 22.92 ± 2.91 kg/m² ortalamalarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Tablo 3. PTU Öncesi ve Sonrası Dikey Sıçrama Performansı ve Sıçrama Sırasındaki Zirve Kas Aktivasyon Değerlerinin Tekrarlı ANOVA Sonuçları

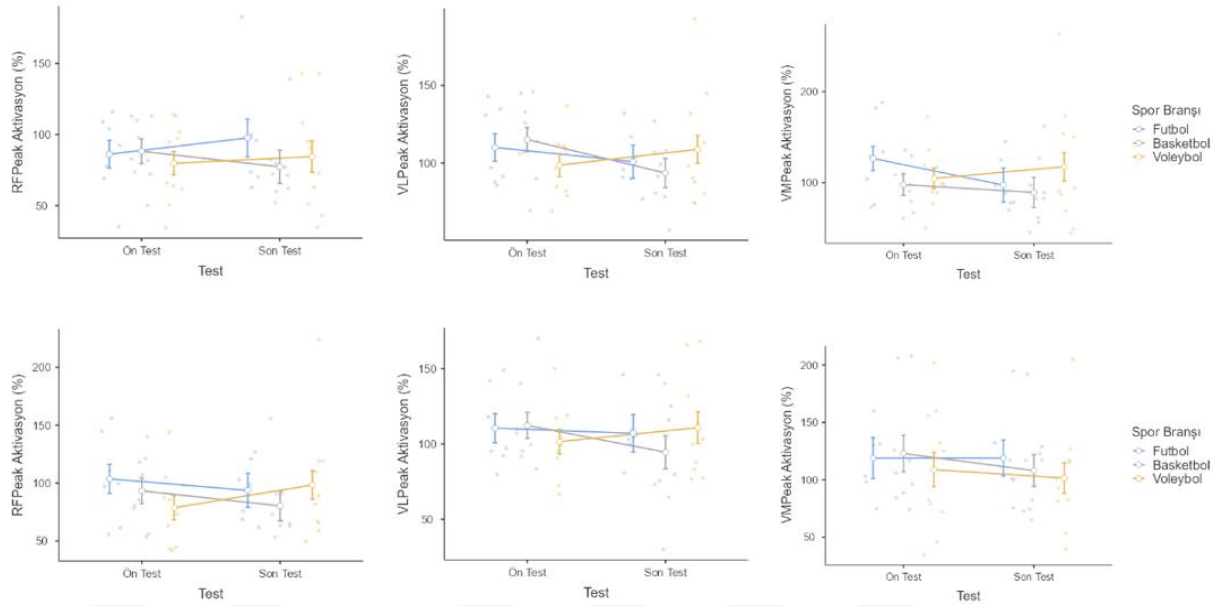
Taraf	Değişkenler	Spor Branşı	Tanımlayıcı İstatistikler		Tekrarlı Ölçümler ANOVA			
			Ön Test ($\bar{X} \pm SS$)	Son Test ($\bar{X} \pm SS$)	Etkiler	F	p	η^2_p
Sağ	CMJ (cm)	Futbol ^a	39.86±4.68	40.66±6.34	Zaman	6.150	0.021	0.211
		Basketbol ^{ab}	43.31±3.52	45.87±5.01	Zaman*Grup	1.580	0.228	0.121
		Voleybol ^b	47.14±5.88	47.67±5.59	Grup	4.080	0.030	0.262
		Toplam	43.85±5.53	45.16±6.11*				
	Kas Aktivasyonu RF (%)	Futbol	86.17±28.13	97.61±40.48	Zaman	0.106	0.748	0.005
		Basketbol	88.22±21.80	77.28±25.18	Zaman*Grup	1.511	0.242	0.116
		Voleybol	79.76±27.84	84.47±38.67	Grup	0.298	0.745	0.025
		Toplam	84.42±25.21	85.52±34.65				
	Kas Aktivasyonu VL (%)	Futbol	110.03±25.11	100.87±18.59	Zaman	1.520	0.230	0.062
		Basketbol	115.13±25.42	93.50±20.28	Zaman*Grup	3.080	0.065	0.211
		Voleybol	98.62±20.29	108.78±38.09	Grup	0.013	0.987	0.001
		Toplam	107.41±23.68	101.36±27.95				
	Kas Aktivasyonu VM (%)	Futbol	126.61±46.21	97.49±27.63	Zaman	0.802	0.380	0.034
		Basketbol	98.00±26.03	89.43±36.39	Zaman*Grup	1.669	0.210	0.127
		Voleybol	104.87±33.48	117.62±67.54	Grup	0.729	0.493	0.060
		Toplam	108.35±35.63	102.44±49.08				
Sol	Kas Aktivasyonu RF (%)	Futbol	103.67±37.98	93.71±25.55	Zaman	0.028	0.868	0.001
		Basketbol	93.34±29.92	80.31±31.07	Zaman*Grup	2.799	0.082	0.196
		Voleybol	78.71±32.50	98.41±50.70	Grup	0.304	0.741	0.026
		Toplam	90.50±33.47	90.88±38.16				
	Kas Aktivasyonu VL (%)	Futbol	110.47±26.54	107.03±19.55	Zaman	0.326	0.573	0.014
		Basketbol	112.26±27.00	94.49±39.02	Zaman*Grup	1.413	0.264	0.109
		Voleybol	101.47±23.90	110.77±34.21	Grup	0.101	0.904	0.009
		Toplam	107.63±25.16	104.13±32.46				
	Kas Aktivasyonu VM (%)	Futbol	118.94±28.59	118.93±37.79	Zaman	0.447	0.511	0.019
		Basketbol	122.89±50.31	108.04±39.94	Zaman*Grup	0.140	0.870	0.012
		Voleybol	108.85±54.56	101.50±45.67	Grup	0.371	0.694	0.031
		Toplam	116.43±46.01	108.46±40.67				

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart Sapma; **CMJ**: Counter Movement Jump; **RF**: Rectus Femoris; **VL**: Vastus Lateralis; **VM**: Vastus Medialis; F: Varyans Analizi; p: Anlamlılık Düzeyi; η^2_p : Kısmi Eta Kare; *p<0.05; **p<0.01

Şekil 13. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak Sıçrama Performansındaki Değişimler



Şekil 14. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak Sıçrama Sırasındaki Zirve Kas Aktivasyon Değişimleri



Tablo 3’de, perküsyon terapi uygulaması (PTU) öncesi ve sonrasında katılımcıların dikey sıçrama performansına ve sıçrama sırasında elde edilen zirve kas aktivasyon düzeylerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ile tekrarlı ölçümler için yapılan ANOVA sonuçları sunulmuştur.

Katılımcıların dikey sıçrama (CMJ) performanslarında zaman faktörüne bağlı olarak anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur ($F=6.150$, $p=0.021$, $\eta^2_p=0.211$). Bu bulgu, PTU’nun sıçrama yüksekliği üzerinde genel bir performans artışı sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte, zaman×grup etkileşimi anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Böylece her branşta gözlemlenen değişimin benzer düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Ancak gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ($F=4.080$, $p=0.030$, $\eta^2_p=0.262$). Post-hoc karşılaştırması sonucunda voleybolcular ile futbolcular arasında anlamlı düzeyde daha yüksek sıçrama performansı sergilediği belirlenmiştir.

Kas aktivasyonuna ilişkin değerlere bakıldığında hem sağ hem de sol alt ekstremitedeki Rectus Femoris (RF), Vastus Lateralis (VL) ve Vastus Medialis (VM) kaslarında, zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu bulgular, PTU’nun sıçrama sırasında elde edilen zirve kas aktivasyonu düzeyleri üzerinde anlamlı bir değişiklik oluşturmadığını göstermektedir. Aynı şekilde, gruplar arası ve zaman×grup etkileşimleri de istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

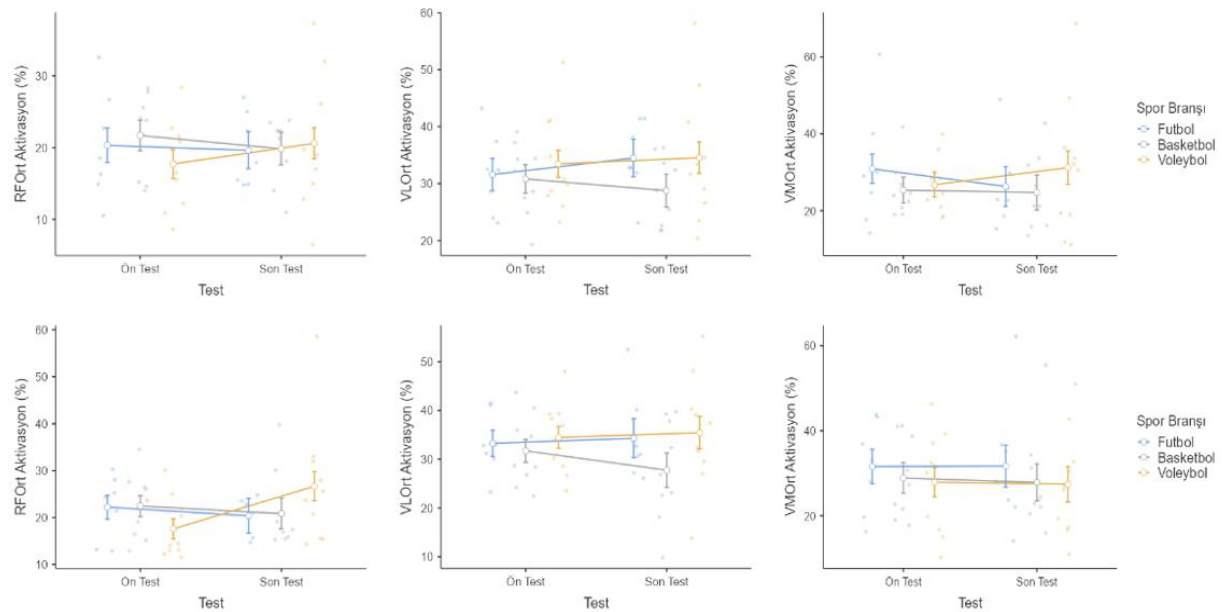
Şekil 13 ve Şekil 14’de PTU öncesi ve sonrası sıçrama performansı ve sıçrama sırasındaki kas aktivasyon değişimlerinin grafikleri branşlara bağlı olarak gösterilmiştir.

Tablo 4. PTU Öncesi ve Sonrası Sıçrama Sırasındaki Ortalama Kas Aktivasyon Değerlerinin Tekrarlı ANOVA Sonuçları

Tara	Değişkenler	Spor Branşı	Tanımlayıcı İstatistikler		Tekrarlı Ölçümler ANOVA			
			Ön Test ($\bar{X} \pm SS$)	Son Test ($\bar{X} \pm SS$)	Etkiler	F	p	η^2_p
Sağ	Ortalama Aktivasyon RF (%)	Futbol	20.31±7.55	19.63±5.10	Zaman	0.013	0.911	0.001
		Basketbol	21.69±5.68	19.84±4.54	Zaman*Grup	2.031	0.154	0.150
		Voleybol	17.71±6.09	20.60±9.11	Grup	0.169	0.845	0.015
		Toplam	19.79±6.36	20.08±6.55				
	Ortalama Aktivasyon VL (%)	Futbol	31.60±7.17	34.50±6.46	Zaman	0.142	0.710	0.006
		Basketbol	30.83±6.32	28.77±6.05	Zaman*Grup	0.701	0.506	0.057
		Voleybol	33.46±8.62	34.55±11.45	Grup	0.944	0.404	0.076
		Toplam	32.05±7.30	32.53±8.76				
	Ortalama Aktivasyon VM (%)	Futbol	30.91±15.63	26.31±11.05	Zaman	0.008	0.930	0.000
		Basketbol	25.37±7.10	24.76±9.78	Zaman*Grup	0.912	0.416	0.073
		Voleybol	26.76±7.21	31.24±17.73	Grup	0.437	0.651	0.037
		Toplam	27.40±9.93	27.67±13.48				
Sol	Ortalama Aktivasyon RF (%)	Futbol	22.21±6.85	20.39±3.87	Zaman	1.540	0.227	0.063
		Basketbol	22.46±7.01	20.84±8.44	Zaman*Grup	6.120	0.007	0.347
		Voleybol	17.59±6.38	26.68±13.07	Grup	0.027	0.974	0.002
		Toplam	20.52±6.87	22.97±9.84				
	Ortalama Aktivasyon VL (%)	Futbol	33.27±6.37	34.31±9.22	Zaman	0.098	0.756	0.004
		Basketbol	31.72±7.36	27.76±10.36	Zaman*Grup	0.658	0.527	0.054
		Voleybol	34.49±7.32	35.45±11.52	Grup	1.290	0.294	0.101
		Toplam	33.20±6.91	32.48±10.72				
	Ortalama Aktivasyon VM (%)	Futbol	31.59±10.83	31.71±15.54	Zaman	0.039	0.844	0.002
		Basketbol	28.89±9.44	27.86±11.71	Zaman*Grup	0.020	0.980	0.002
		Voleybol	27.90±11.84	27.43±12.39	Grup	0.320	0.729	0.027
		Toplam	29.23±10.46	28.73±12.67				

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart Sapma; RF: Rectus Femoris; VL: Vastus Lateralis; VM: Vastus Medialis; F: Varyans Analizi; p: Anlamlılık Düzeyi; η^2_p : Kısmi Eta Kare; *p<0.05; **p<0.01;

Şekil 15. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak Sıçrama Sırasındaki Kas Aktivasyon Ortalamasındaki Değişimleri



Tablo 4'te, PTU öncesi ve sonrasında katılımcıların dikey sıçrama sırasında elde edilen ortalama kas aktivasyon düzeylerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ile tekrarlı ölçümler için yapılan ANOVA sonuçları sunulmuştur.

PTU sonrası elde edilen verilere göre, sağ alt ekstremitedeki RF, VL ve VM kaslarının ortalama aktivasyon düzeylerinde zaman, grup ve zaman×grup etkileşimleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$). Bu sonuçlar, uygulamanın sağ bacak kas aktivasyon düzeylerinde belirgin bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Sol alt ekstremitedeki kaslara bakıldığında ise, yalnızca RF kasında zaman×grup etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($F=6.120$, $p=0.007$, $\eta^2_p=0.347$). Diğer kaslarda (VL ve VM) ise zaman, grup ve etkileşim etkileri açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

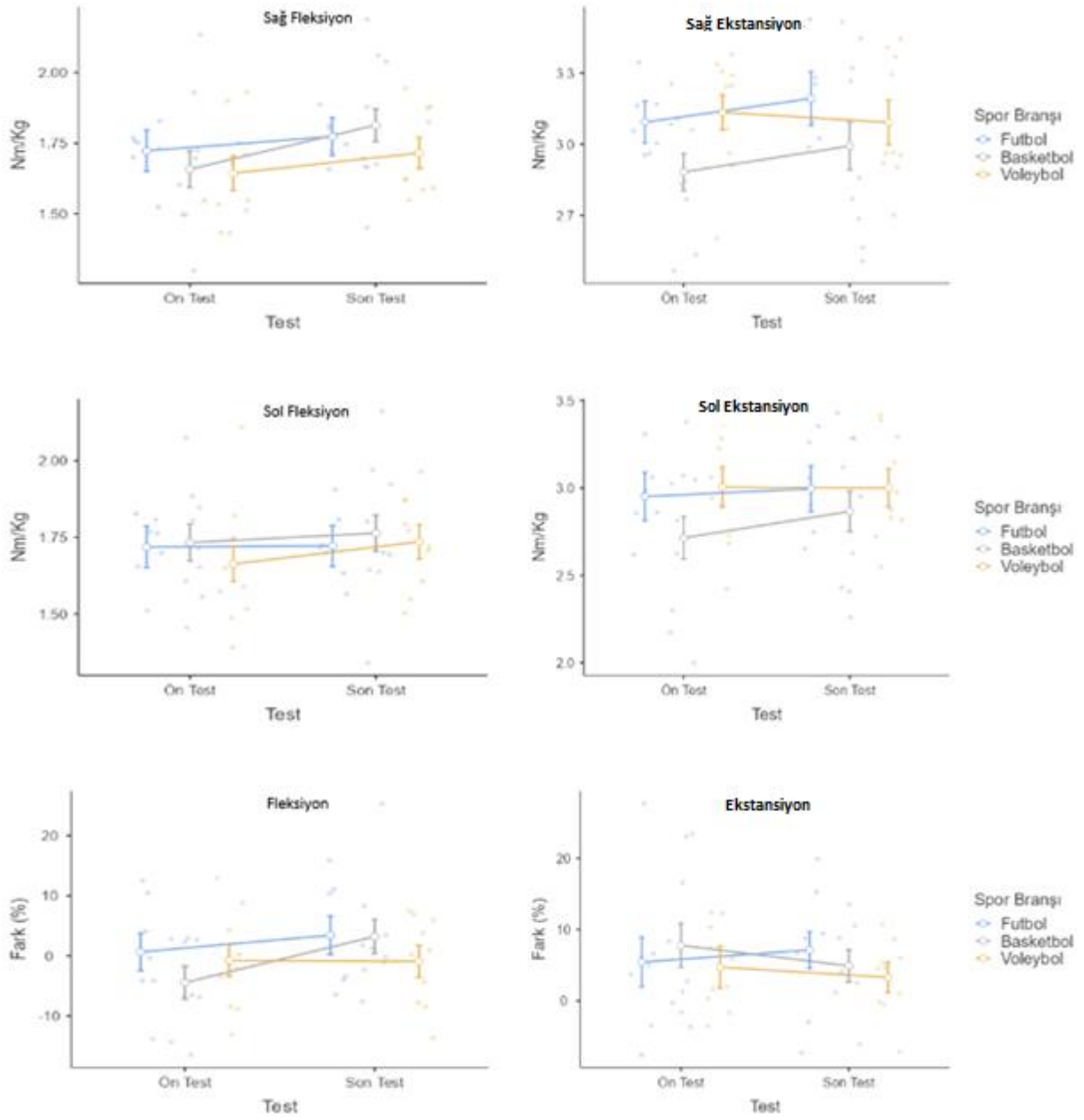
Şekil 15'de PTU öncesi ve sonrası sıçrama sırasındaki kas aktivasyon ortalaması değişimlerinin grafikleri branşlara bağlı olarak gösterilmiştir.

Tablo 5. PTU Öncesi ve Sonrası İzokinetik Zirve Tork ve H/Q Oranlarının Tekrarlı ANOVA Sonuçları

Tara	Değişkenler	Spor Branşı	Tanımlayıcı İstatistikler		Tekrarlı Ölçümler ANOVA			
			Ön Test ($\bar{X} \pm SS$)	Son Test ($\bar{X} \pm SS$)	Etkiler	F	p	η^2_p
Sağ	Zirve Tork Fleksiyon (Nm)	Futbol ^a	122.49±15.80	127.40±26.33	Zaman	10.990	0.003	0.323
		Basketbol ^b	147.78±21.16	162.08±24.85	Zaman*Grup	1.680	0.208	0.128
		Voleybol ^a	116.73±17.21	121.78±15.05	Grup	8.950	0.001	0.438
		Toplam	129.03±22.56	137.24±28.11**				
	Zirve Tork Ekstansiyon (Nm)	Futbol	221.47±42.54	230.00±54.91	Zaman	2.990	0.097	0.115
		Basketbol	258.81±41.67	269.87±57.62	Zaman*Grup	1.990	0.159	0.148
		Voleybol	222.51±26.26	219.58±27.66	Grup	2.940	0.073	0.204
		Toplam	234.80±39.44	239.79±50.77				
Sol	Zirve Tork Fleksiyon (Nm)	Futbol ^a	123.43±26.20	122.67±18.52	Zaman	0.956	0.338	0.040
		Basketbol ^b	154.74±18.73	158.06±28.37	Zaman*Grup	0.411	0.667	0.035
		Voleybol ^a	118.30±20.36	123.23±15.64	Grup	8.400	0.002	0.422
		Toplam	132.30±26.61	135.13±26.78				
	Zirve Tork Ekstansiyon (Nm)	Futbol	211.41±41.61	214.61±43.81	Zaman	3.960	0.059	0.147
		Basketbol	243.14±50.61	258.13±58.53	Zaman*Grup	2.630	0.093	0.186
		Voleybol	213.76±33.26	213.37±31.61	Grup	2.190	0.135	0.160
		Toplam	223.30±43.02	229.20±48.76				
Sağ	H/Q Oranı (%)	Futbol	55.80±4.01	55.67±3.31	Zaman	8.140	0.009	0.261
		Basketbol	57.98±10.31	61.51±11.65	Zaman*Grup	2.090	0.146	0.154
		Voleybol	52.58±5.59	55.66±4.63	Grup	1.490	0.247	0.115
		Toplam	55.32±7.40	57.69±7.86**				
Sol	H/Q Oranı (%)	Futbol	58.64±7.12	57.82±5.85	Zaman	0.197	0.661	0.008
		Basketbol	65.47±12.89	62.47±10.55	Zaman*Grup	1.913	0.170	0.143
		Voleybol	55.77±7.53	58.03±3.99	Grup	1.990	0.160	0.147
		Toplam	59.90±10.21	59.51±7.38				

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart Sapma; Nm: Newtonmetre F: Varyans Analizi; p: Anlamlılık Düzeyi; η^2_p : Kısmi Eta Kare; * $p<0.05$; ** $p<0.01$;

Şekil 16. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak İzokinetik Zirve Tork ve H/Q Oranlarındaki Değişimler



Tablo 5’te, PTU öncesi ve sonrasında katılımcıların sağ ve sol ekstremite izokinetik zirve torkları ve H/Q oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ile tekrarlı ölçümler için yapılan ANOVA sonuçları sunulmuştur. Şekil 16’de ise izokinetik zirve tork ve H/Q oranlarındaki değişimlerin grafikleri spor branşına bağlı olarak gösterilmiştir.

PTU sonrasında izokinetik kas kuvveti ölçümlerinde sağ diz fleksiyon torku değişkeninde ön test ile son test arasında anlamlı ilişki bulunmuştur ($F=10.990$, $p=0.003$, $\eta^2_p=0.323$). Aynı değişken için gruplar arasında da anlamlılık tespit edilmiştir ($F=8.950$, $p=0.001$, $\eta^2_p=0.438$). Ancak zaman×grup etkileşimi anlamlı değildir ($p>0.05$). Post-hoc karşılaştırması sonucunda basketbolcuların futbol ve voleybol sporcularına göre anlamlı düzeyde daha yüksek kuvvet performansı sergilediği belirlenmiştir.

Sağ ve sol ekstansiyon zirve torku değişkeninde ön test ile son test arasında artış gözlemlense de bu artış istatistiksel olarak anlamlılık göstermemektedir ($p>0.05$). Aynı değişkenlerin grup ve zaman×grup etkileşimi de anlamlılık göstermemektedir ($p>0.05$). Sol diz fleksiyon torku değişkeninde zaman ve zaman×grup etkileşiminde anlamlı ilişki tespit edilememiştir. ($p>0.05$). Ancak bu değişken için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunmuştur ($F=8.400$, $p=0.002$, $\eta^2_p=0.422$). Post-hoc karşılaştırması sonucunda basketbolcuların futbol ve voleybol sporcularına göre anlamlı düzeyde daha yüksek kuvvet performansı sergilediği belirlenmiştir.

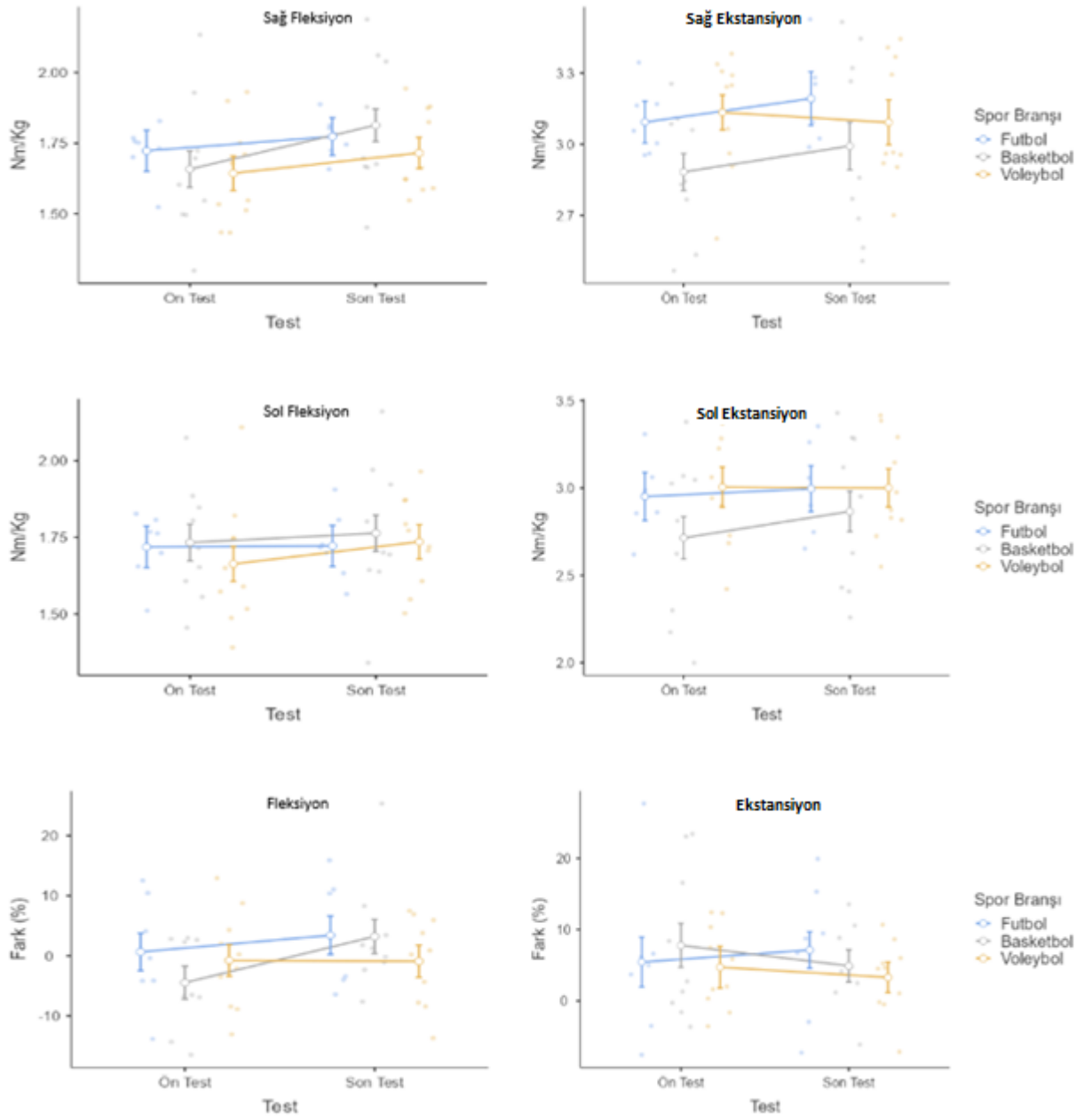
Sağ bacak H/Q oranında zaman faktörüne bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F=8.140$, $p=0.009$, $\eta^2_p=0.261$). Sol bacak H/Q oranında ise anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 6. PTU Öncesi ve Sonrası İzokinetik Relatif Tork ve Bilateral Fark Oranlarının Tekrarlı ANOVA Sonuçları

Tarf	Değişkenler	Spor Branşı	Tanımlayıcı İstatistikler		Tekrarlı Ölçümler ANOVA			
			Ön Test ($\bar{X} \pm SS$)	Son Test ($\bar{X} \pm SS$)	Etkiler	F	p	η^2_p
Sağ	Relatif Tork Fleksiyeon (Nm/Kg)	Futbol	1.72±0.10	1.77±0.07	Zaman	11.570	0.002	0.335
		Basketbol	1.66±0.25	1.81±0.24	Zaman*Grup	1.370	0.273	0.107
		Voleybol	1.64±0.18	1.72±0.15	Grup	0.420	0.662	0.035
		Toplam	1.67±0.19	1.77±0.17**				
	Relatif Tork Ekstansiyon (Nm/Kg)	Futbol	3.09±0.14	3.19±0.18	Zaman	2.110	0.160	0.084
		Basketbol	2.88±0.27	2.99±0.39	Zaman*Grup	1.790	0.189	0.135
		Voleybol	3.13±0.25	3.09±0.26	Grup	1.680	0.208	0.128
		Toplam	3.04±0.25	3.08±0.30				
Sol	Relatif Tork Fleksiyeon (Nm/Kg)	Futbol	1.72±0.11	1.72±0.11	Zaman	1.352	0.257	0.056
		Basketbol	1.73±0.19	1.76±0.24	Zaman*Grup	0.436	0.652	0.037
		Voleybol	1.66±0.20	1.74±0.15	Grup	0.221	0.804	0.019
		Toplam	1.70±0.17	1.74±0.17				
	Relatif Tork Ekstansiyon (Nm/Kg)	Futbol	2.95±0.21	3.00±0.26	Zaman	3.210	0.086	0.122
		Basketbol	2.71±0.47	2.87±0.44	Zaman*Grup	1.840	0.181	0.138
		Voleybol	3.00±0.33	3.00±0.30	Grup	1.030	0.374	0.082
		Toplam	2.89±0.37	2.95±0.34				
Bilateral	Fleksiyeon Sağ Sol Farkı Oranı (%)	Futbol	0.65±9.18	3.41±8.85	Zaman	2.440	0.132	0.096
		Basketbol	-4.47±7.59	3.22±9.35	Zaman*Grup	1.190	0.323	0.094
		Voleybol	-0.77±8.15	-0.90±7.34	Grup	0.502	0.612	0.042
		Toplam	-1.67±8.20	1.68±8.40				
	Ekstansiyon Sağ Sol Farkı Oranı (%)	Futbol	5.44±11.17	7.14±9.55	Zaman	0.452	0.508	0.019
		Basketbol	7.78±10.64	4.91±5.74	Zaman*Grup	1.000	0.383	0.080
		Voleybol	4.73±5.79	3.31±5.15	Grup	0.299	0.745	0.025
		Toplam	5.98±8.95	4.90±6.66				

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart Sapma; Nm: Newtonmetre; Kg: Kilogram; F: Varyans Analizi; p: Anlamlılık Düzeyi; η^2_p : Kısmi Eta Kare; * $p<0.05$; ** $p<0.01$;

Şekil 17. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak İzokinetik Relatif Tork ve Bilateral Fark Oranlarındaki Değişimler



Tablo 6Tablo 4'te, PTU öncesi ve sonrasında katılımcıların sağ ve sol ekstremite izokinetik relatif torkları ve sağ sol fark oranlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ile tekrarlı ölçümler için yapılan ANOVA sonuçları sunulmuştur. Şekil 17'de ise izokinetik relatif tork ve bilateral oranlarındaki değişimlerin grafikleri spor branşına bağlı olarak gösterilmiştir.

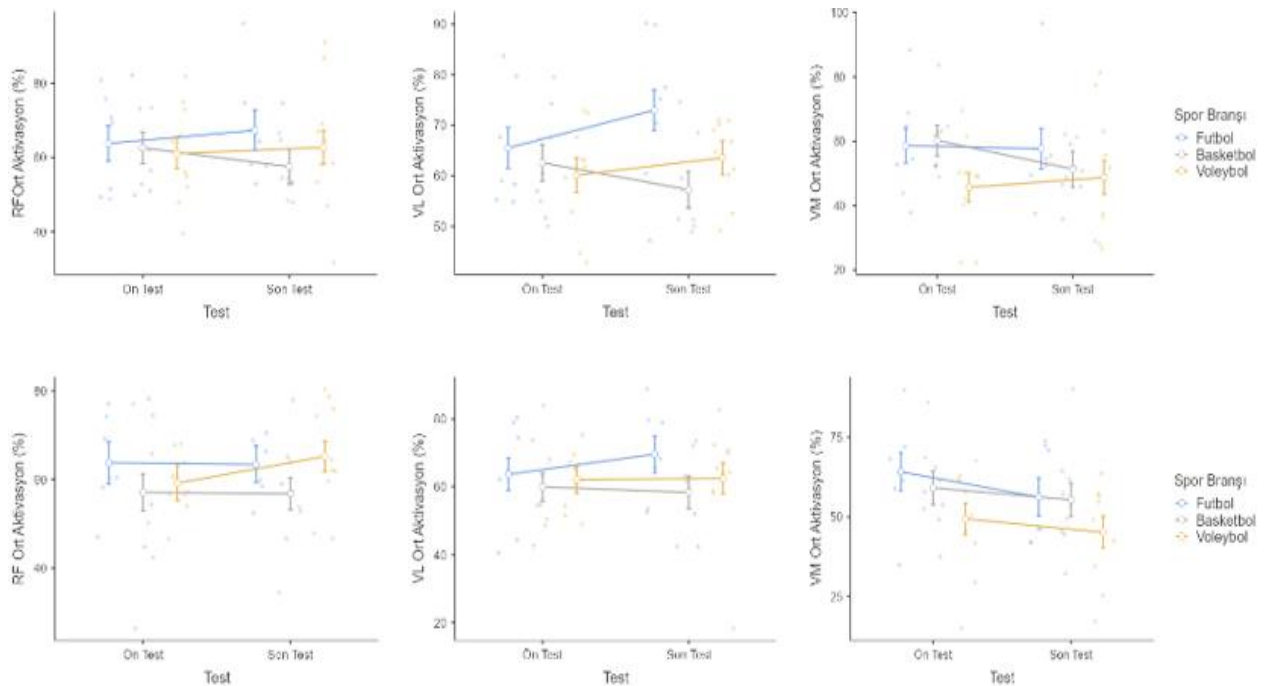
PTU sonrasında izokinetik kas kuvveti ölçümlerinde sağ diz fleksiyon relatif tork değişkeninde ön test ile son test arasında anlamlı ilişki bulunmuştur ($F=11.570$, $p=0.002$, $\eta^2_p=0.335$). Aynı değişken için gruplar arasında ve zaman×grup etkileşiminde anlamlılık tespit edilememiştir ($p>0.05$). Sağ ekstansiyon relatif torku ve sol ekstremitenin tüm relatif tork değişkenlerinde zaman, grup veya zaman×grup etkileşim açısından anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p>0.05$).

Tablo 7. PTU Öncesi ve Sonrası İzokinetik Kuvvet Testleri Sırasında Zirve Torka Göre Elde Edilen Kas Aktivasyon Ortalama Değerlerinin Tekrarlı ANOVA Sonuçları

Tara	Değişkenler	Spor Branşı	Tanımlayıcı İstatistikler		Tekrarlı Ölçümler ANOVA			
			Ön Test ($\bar{X} \pm SS$)	Son Test ($\bar{X} \pm SS$)	Etkiler	F	p	η^2_p
Sağ	Kas Aktivasyonu RF (%)	Futbol	63.79±13.54	67.32±14.55	Zaman	3.60e-4	0.985	0.000
		Basketbol	62.61±11.40	57.53±9.07	Zaman*Grup	1.280	0.298	0.100
		Voleybol	61.05±13.26	62.73±17.57	Grup	0.404	0.672	0.034
		Toplam	62.33±12.25	62.17±14.27				
	Kas Aktivasyonu VL (%)	Futbol	65.49±11.92	72.95±15.46	Zaman	0.753	0.394	0.032
		Basketbol	62.54±10.25	57.22±8.92	Zaman*Grup	2.996	0.070	0.207
		Voleybol	60.08±10.46	63.55±7.73	Grup	2.170	0.137	0.159
		Toplam	62.39±10.58	63.89±11.97				
	Kas Aktivasyonu VM (%)	Futbol	58.65±16.93	57.68±18.38	Zaman	0.514	0.481	0.022
		Basketbol	60.23±10.58	51.32±8.49	Zaman*Grup	1.345	0.280	0.105
		Voleybol	45.69±14.98	48.73±20.33	Grup	1.700	0.205	0.129
		Toplam	54.21±15.26	52.04±16.32				
Sol	Kas Aktivasyonu RF (%)	Futbol	63.83±10.41	63.45±6.65	Zaman	0.569	0.458	0.024
		Basketbol	57.09±18.00	56.81±12.23	Zaman*Grup	0.871	0.432	0.070
		Voleybol	59.21±6.49	65.21±12.05	Grup	1.010	0.379	0.081
		Toplam	59.72±12.34	61.83±11.19				
	Kas Aktivasyonu VL (%)	Futbol	63.66±15.97	69.55±13.66	Zaman	0.416	0.525	0.018
		Basketbol	59.94±13.26	58.33±11.19	Zaman*Grup	0.788	0.467	0.064
		Voleybol	62.06±8.32	62.43±17.06	Grup	0.764	0.477	0.062
		Toplam	61.76±12.03	62.93±14.48				
	Kas Aktivasyonu VM (%)	Futbol	64.13±16.48	56.19±15.22	Zaman	3.290	0.083	0.125
		Basketbol	59.12±13.73	55.32±16.33	Zaman*Grup	0.179	0.837	0.015
		Voleybol	49.35±16.80	45.08±15.13	Grup	2.160	0.139	0.158
		Toplam	56.71±16.32	51.61±15.85				

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart Sapma; RF: Rectus Femoris; VL: Vastus Lateralis; VM: Vastus Medialis; F: Varyans Analizi; p: Anlamlılık Düzeyi; η^2_p : Kısmi Eta Kare

Şekil 18. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak İzokinetik Kuvvet Testleri Sırasındaki Zirve Torka Göre Elde Edilen Kas Aktivasyon Ortalamasındaki Değişimleri



Tablo 7’de, PTU öncesi ve sonrasında katılımcıların izokinetik kuvvet testleri sırasında zirve torka göre elde edilen kas aktivasyonlarının ortalamasına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ile tekrarlı ölçümler için yapılan ANOVA sonuçları sunulmuştur. Şekil 18’de ise izokinetik testler sırasındaki zirve torka göre elde edilen kas aktivasyon düzeyindeki değişimlerin grafikleri spor branşına bağlı olarak gösterilmiştir.

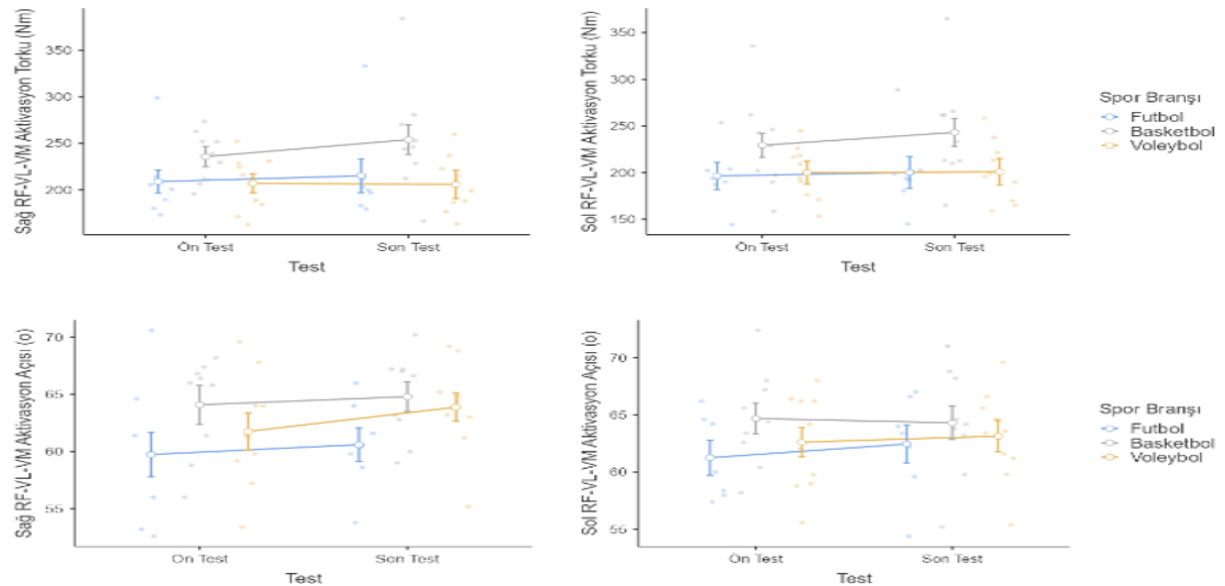
Perküsyon Terapi Uygulamasının (PTU) sağ ve sol ekstremitelerde RF, VL ve VM kaslarının zirve torka göre aktivasyon düzeylerinin ortalamasında zaman, grup veya zaman×grup etkileşimi açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 8. PTU Öncesi ve Sonrası Diz Ekstansiyonu İzokinetik Kas Kuvveti Zirve Tork Ortalama ve Zirve Torka Ulaşma Açısı Ortalama Değerlerinin Tekrarlı ANOVA Sonuçları

Tara	Değişkenler	Spor Branşı	Tanımlayıcı İstatistikler		Tekrarlı Ölçümler ANOVA			
			Ön Test ($\bar{X} \pm SS$)	Son Test ($\bar{X} \pm SS$)	Etkiler	F	p	η^2_p
Sağ	Zirve Tork Ortalaması (Nm)	Futbol	208.80±42.27	215.06±53.25	Zaman	3.254	0.084	0.124
		Basketbol	235.69±26.89	253.93±59.34	Zaman*Grup	0.475	0.628	0.040
		Voleybol	207.00±29.05	205.76±29.18	Grup	2.030	0.154	0.150
		Toplam	217.42±33.89	224.94±50.90				
	Zirve Tork Açıları Ortalaması (°)	Futbol	59.74±6.48	60.60±3.93	Zaman	1.990	0.172	0.080
		Basketbol	64.09±4.30	64.80±3.74	Zaman*Grup	1.180	0.326	0.093
		Voleybol	61.76±4.82	63.88±3.93	Grup	2.640	0.093	0.187
		Toplam	62.02±5.23	63.32±4.09				
Sol	Zirve Tork Ortalaması (Nm)	Futbol	196.46±32.05	200.26±43.49	Zaman	6.150	0.021	0.211
		Basketbol	229.31±51.39	243.13±56.13	Zaman*Grup	2.690	0.089	0.190
		Voleybol	200.08±28.08	200.96±32.31	Grup	2.310	0.122	0.167
		Toplam	209.22±40.00	215.37±47.57*				
	Zirve Tork Açıları Ortalaması (°)	Futbol	61.26±3.64	62.46±4.36	Zaman	0.582	0.453	0.025
		Basketbol	64.69±4.25	64.31±4.81	Zaman*Grup	0.575	0.570	0.048
		Voleybol	62.62±4.17	63.14±3.94	Grup	0.923	0.412	0.074
		Toplam	62.97±4.14	63.36±4.26				

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart Sapma; Nm: Newtonmetre; °: Derece; F: Varyans Analizi; p: Anlamlılık Düzeyi; η^2_p : Kısmi Eta Kare; * $p<0.05$; ** $p<0.01$

Şekil 19. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak Diz Ekstansiyon Zirve Tork Ortalaması ve Zirve Torka Ulaşılan Açısı Ortalamasındaki Değişimleri



Tablo 8’de, PTU öncesi ve sonrasında katılımcıların izokinetik dinamometreden elde ettikleri diz ekstansörlerine ait zirve tork ortalamaları ve zirve torka ulaşma açılarının ortalamalarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ile tekrarlı ölçümler için yapılan ANOVA sonuçları sunulmuştur.

PTU sonrasında sol diz ekstansiyon zirve tork ortalaması değişkeninde ön test ile son test arasında anlamlı ilişki bulunmuştur ($F=6.150$, $p=0.021$, $\eta^2_p=0.211$). Aynı değişken için gruplar arasında ve zaman×grup etkileşiminde anlamlılık tespit edilememiştir ($p>0.05$). Sağ diz ekstansiyon zirve tork ortalamasında zaman, grup, zaman×grup etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlılık bulunamamıştır ($p>0.05$).

PTU sonrasında sağ ve sol ekstremitelerde diz ekstansörlerinin zirve torka ulaşma açıları ortalaması değişkenine bakıldığında zaman, grup veya zaman×grup etkileşim açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

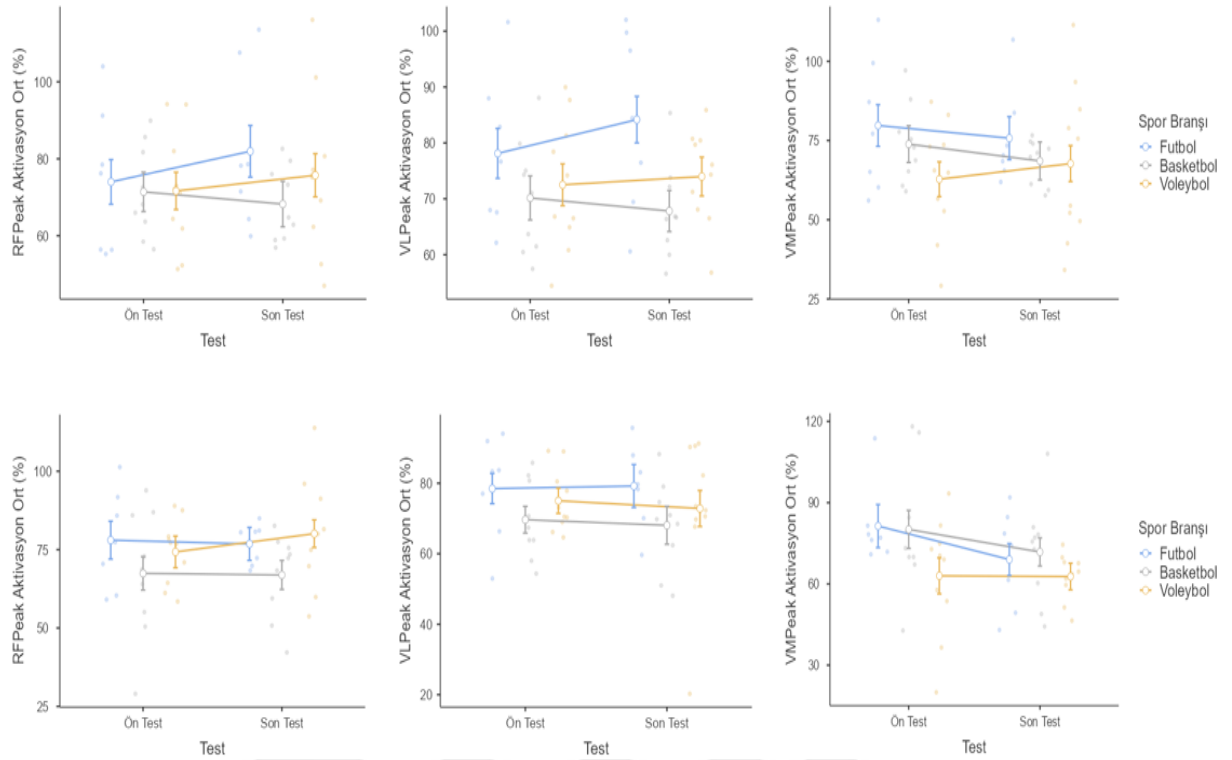
Şekil 19’de PTU öncesi ve sonrası diz ekstansiyonu zirve tork ortalaması ve zirve torka ulaşılan açıların ortalamasının değişim grafikleri spor branşına bağlı olarak gösterilmiştir.

Tablo 9. PTU Öncesi ve Sonrası İzokinetik Kuvvet Testleri Sırasında Elde Edilen Zirve Kas Aktivasyonu Ortalamasına Ait Tekrarlı ANOVA Sonuçları

Taraf	Değişkenler	Spor Branşı	Tanımlayıcı İstatistikler		Tekrarlı Ölçümler ANOVA			
			Ön Test ($\bar{X} \pm SS$)	Son Test ($\bar{X} \pm SS$)	Etkiler	F	p	η^2_p
Sağ	Kas Aktivasyonu RF (%)	Futbol	73.98±19.12	81.95±20.77	Zaman	1.070	0.312	0.044
		Basketbol	71.40±11.95	68.23±9.72	Zaman*Grup	1.260	0.304	0.098
		Voleybol	71.64±15.12	75.71±20.78	Grup	0.590	0.563	0.049
		Toplam	72.18±14.73	74.80±17.87				
	Kas Aktivasyonu VL (%)	Futbol	78.12±13.80	84.17±16.05	Zaman	0.455	0.507	0.019
		Basketbol	70.15±10.18	67.82±8.52	Zaman*Grup	0.826	0.450	0.067
		Voleybol	72.50±11.73	73.98±8.56	Grup	3.330	0.054	0.225
		Toplam	73.20±11.78	74.59±12.40				
	Kas Aktivasyonu VM (%)	Futbol	79.74±21.28	75.74±13.35	Zaman	0.185	0.671	0.008
		Basketbol	73.86±12.52	68.55±7.17	Zaman*Grup	0.991	0.386	0.079
		Voleybol	62.79±18.10	67.71±24.87	Grup	1.360	0.277	0.106
		Toplam	71.18±18.11	70.16±17.54				
Sol	Kas Aktivasyonu RF (%)	Futbol	78.04±15.92	76.83±6.51	Zaman	0.200	0.659	0.009
		Basketbol	67.43±20.56	66.92±13.38	Zaman*Grup	0.575	0.570	0.048
		Voleybol	74.28±10.41	80.09±17.50	Grup	1.820	0.184	0.137
		Toplam	72.92±15.94	74.65±14.57				
	Kas Aktivasyonu VL (%)	Futbol	78.50±14.58	79.22±11.76	Zaman	0.167	0.687	0.007
		Basketbol	69.67±11.09	68.08±12.78	Zaman*Grup	0.117	0.890	0.010
		Voleybol	75.03±8.85	72.85±20.70	Grup	1.270	0.299	0.100
		Toplam	74.11±11.46	72.91±16.10				
	Kas Aktivasyonu VM (%)	Futbol	81.37±14.73	69.03±18.29	Zaman	2.889	0.103	0.112
		Basketbol	80.13±23.89	71.80±19.03	Zaman*Grup	0.765	0.477	0.062
		Voleybol	63.01±21.77	62.74±8.49	Grup	2.150	0.140	0.157
		Toplam	73.88±21.96	67.57±15.44				

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart Sapma; RF: Rectus Femoris; VL: Vastus Lateralis; VM: Vastus Medialis; F: Varyans Analizi; p: Anlamlılık Düzeyi; η^2_p : Kısmi Eta Kare

Şekil 20. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak İzokinetik Testler Sırasındaki Zirve Kas Aktivasyon Ortalamasındaki Değişimleri



Tablo 9’de, PTU öncesi ve sonrasında katılımcıların izokinetik kuvvet testleri sırasında elde edilen zirve kas aktivasyonlarının ortalamasına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ile tekrarlı ölçümler için yapılan ANOVA sonuçları sunulmuştur.

PTU uygulamasının ardından izokinetik kuvvet testleri sırasında elde edilen RF, VL ve VM kaslarına ait zirve kas aktivasyonu ortalama değerleri incelendiğinde hem sağ hem de sol ekstremite kas grupları için zaman, grup ve zaman×grup etkileşimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

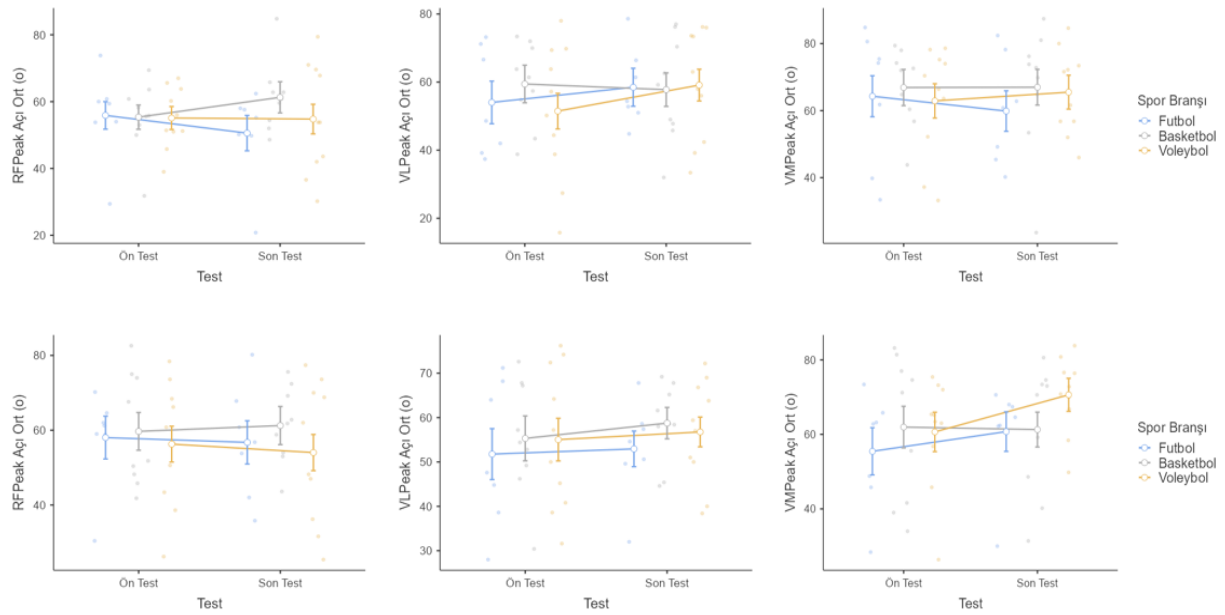
Şekil 20’de PTU öncesi ve sonrası izokinetik testler sırasında zirve kas aktivasyon ortalamasının değişim grafikleri spor branşına bağlı olarak gösterilmiştir.

Tablo 10. PTU Öncesi ve Sonrası İzokinetik Kuvvet Testleri Sırasında Zirve Kas Aktivasyonuna Ulaşma Açılarının Ortalamasına Ait Tekrarlı ANOVA Sonuçları

Değişken	Taraf	Kas	Spor Branşı	Tanımlayıcı İstatistikler		Tekrarlı Ölçümler ANOVA			
				Ön Test ($\bar{X} \pm SS$)	Son Test ($\bar{X} \pm SS$)	Etkiler	F	p	η^2_p
Zirve Kas Aktivasyon Açısı Ortalama (°)	Sağ	RF	Futbol	55.89±13.44	50.57±13.86	Zaman	0.002	0.962	0.000
			Basketbol	55.36±10.56	61.29±10.46	Zaman*Grup	2.363	0.117	0.170
			Voleybol	55.10±9.10	54.78±16.61	Grup	0.423	0.660	0.036
			Toplam	55.40±10.44	55.90±14.12				
		VL	Futbol	54.03±15.76	58.49±11.31	Zaman	1.318	0.263	0.054
			Basketbol	59.44±12.23	57.78±15.32	Zaman*Grup	0.896	0.422	0.072
			Voleybol	51.48±20.03	59.12±16.17	Grup	0.144	0.867	0.012
			Toplam	54.92±16.25	58.48±14.15				
		VM	Futbol	64.29±20.28	59.86±16.14	Zaman	0.026	0.873	0.001
			Basketbol	66.89±11.58	66.98±18.90	Zaman*Grup	0.311	0.736	0.026
			Voleybol	62.90±16.60	65.50±12.69	Grup	0.270	0.766	0.023
			Toplam	64.65±15.62	64.49±15.60				
	Sol	RF	Futbol	58.03±12.79	56.74±15.02	Zaman	0.034	0.855	0.001
			Basketbol	59.69±15.08	61.24±10.21	Zaman*Grup	0.111	0.895	0.010
			Voleybol	56.28±16.57	54.02±18.83	Grup	0.448	0.645	0.037
			Toplam	57.93±14.60	57.25±15.00				
		VL	Futbol	51.77±16.34	52.94±11.03	Zaman	0.330	0.571	0.014
			Basketbol	55.31±12.98	58.76±8.80	Zaman*Grup	0.034	0.966	0.003
			Voleybol	55.04±16.16	56.76±11.75	Grup	0.531	0.595	0.044
			Toplam	54.25±14.64	56.42±10.45				
		VM	Futbol	55.46±15.34	60.74±13.90	Zaman	2.460	0.130	0.097
			Basketbol	61.96±19.57	61.29±17.41	Zaman*Grup	1.100	0.350	0.087
			Voleybol	60.66±14.79	70.62±10.27	Grup	0.673	0.520	0.055
			Toplam	59.71±16.28	64.73±14.28				

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart Sapma; RF: Rectus Femoris; VL: Vastus Lateralis; VM: Vastus Medialis; F: Varyans Analizi; p: Anlamlılık Düzeyi; η^2_p : Kısmi Eta Kare

Şekil 21. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak İzokinetik Testler Sırasındaki Zirve Kas Aktivasyonunda Ulaşılan Açılar Ortalamasındaki Değişimler



Tablo 10’da PTU öncesi ve sonrasında katılımcıların izokinetik kuvvet testleri sırasında zirve kas aktivasyonuna ulaşılan eklem açılarının ortalamalarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ile tekrarlı ölçümler için yapılan ANOVA analizinin sonuçları sunulmuştur.

RF, VL ve VM kaslarına ait zirve kas aktivasyonunda ulaşılan açıların ortalama değerleri incelendiğinde hem sağ hem de sol ekstremita kas grupları için zaman, grup ve zaman×grup etkileşimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

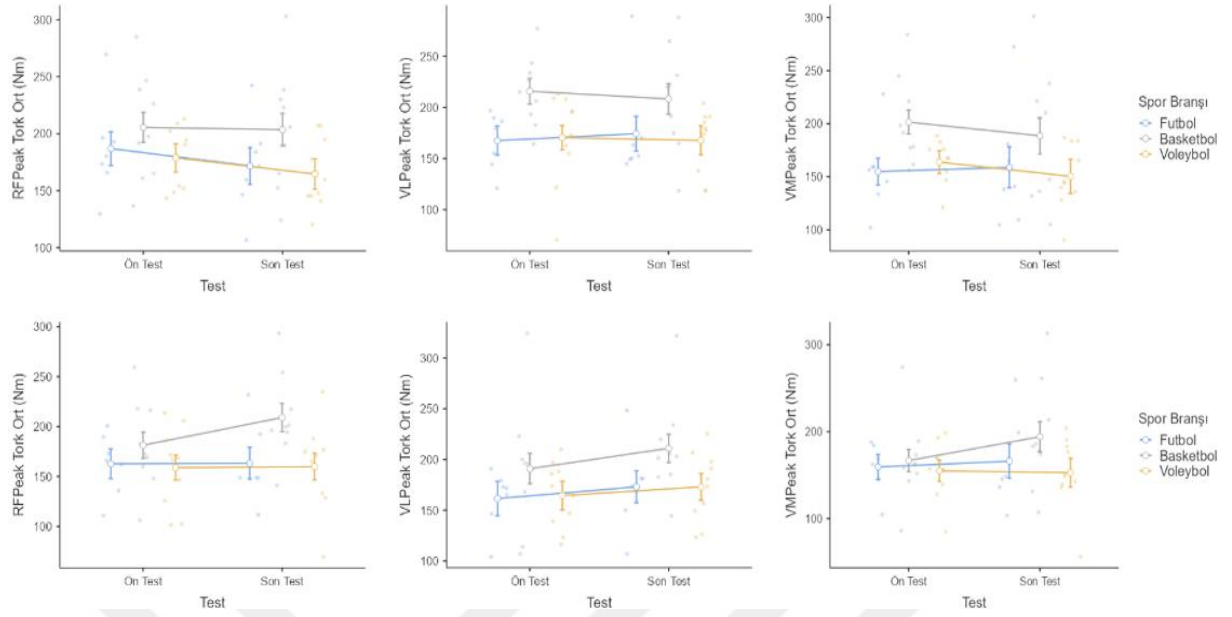
Şekil 21’da PTU öncesi ve sonrası izokinetik testler sırasında zirve kas aktivasyonunda ulaşılan açıların ortalamasının değişim grafikleri spor branşına bağlı olarak gösterilmiştir.

Tablo 11. PTU Öncesi ve Sonrası İzokinetik Kuvvet Testleri Sırasında Zirve Kas Aktivasyonunda Elde Edilen Tork Ortalamasına Ait Tekrarlı ANOVA Sonuçları

Değişken	Taraf	Kas	Spor Branşı	Tanımlayıcı İstatistikler		Tekrarlı Ölçümler ANOVA			
				Ön Test ($\bar{X} \pm SS$)	Son Test ($\bar{X} \pm SS$)	Etkiler	F	p	η^2_p
Zirve Kas Aktivasyon Tork Ortalama (Nm)	Sağ	RF	Futbol	186.89±42.65	171.74±41.87	Zaman	3.704	0.067	0.139
			Basketbol	205.49±47.70	203.56±53.37	Zaman*Grup	0.633	0.540	0.052
			Voleybol	178.84±26.95	164.70±30.29	Grup	1.810	0.186	0.136
			Toplam	190.23±39.56	180.05±44.44				
		VL	Futbol ^a	167.69±28.04	174.29±51.35	Zaman	0.023	0.881	0.001
			Basketbol ^b	215.84±34.07	208.36±52.13	Zaman*Grup	0.250	0.781	0.021
			Voleybol ^a	170.54±45.52	167.84±31.09	Grup	3.970	0.033	0.257
			Toplam	185.45±42.61	183.60±46.85				
		VM	Futbol	154.80±38.12	158.77±57.17	Zaman	0.785	0.385	0.033
			Basketbol	201.49±41.85	188.53±62.87	Zaman*Grup	0.417	0.664	0.035
			Voleybol	163.82±19.81	150.30±30.30	Grup	3.030	0.068	0.208
			Toplam	174.43±38.30	165.82±51.73				
	Sol	RF	Futbol	162.66±30.79	163.23±38.51	Zaman	1.600	0.219	0.065
			Basketbol	181.24±44.89	208.98±43.42	Zaman*Grup	1.400	0.266	0.109
			Voleybol	158.90±39.44	159.88±43.33	Grup	2.700	0.088	0.190
			Toplam	167.65±39.20	177.78±46.62				
		VL	Futbol	161.57±28.70	172.97±42.27	Zaman	5.226	0.032	0.185
			Basketbol	190.93±63.78	211.02±48.69	Zaman*Grup	0.388	0.683	0.033
			Voleybol	164.48±32.00	172.98±33.92	Grup	1.900	0.172	0.142
			Toplam	172.85±45.27	186.15±44.07*				
		VM	Futbol	159.40±28.04	166.03±50.66	Zaman	1.630	0.215	0.066
			Basketbol	166.80±49.31	194.16±62.80	Zaman*Grup	1.210	0.316	0.095
			Voleybol	155.00±32.77	152.84±41.39	Grup	1.030	0.372	0.082
			Toplam	160.27±37.15	170.69±53.16				

$\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart Sapma; RF: Rectus Femoris; VL: Vastus Lateralis; VM: Vastus Medialis; F: Varyans Analizi; p: Anlamlılık Düzeyi; η^2_p : Kısmi Eta Kare; * $p<0.05$; ** $p<0.01$

Şekil 22. PTU Öncesi ve Sonrası Spor Branşlarına Bağlı Olarak İzokinetik Testler Sırasındaki Zirve Kas Aktivasyonunda Elde Edilen Torkların Ortalamasındaki Değişimler



Tablo 11’de PTU öncesi ve sonrasında katılımcıların izokinetik kuvvet testleri sırasında ekstansör kasların zirve kas aktivasyonunda ulaşılan tork ortalamalarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ile tekrarlı ölçümler için yapılan ANOVA analizinin sonuçları sunulmuştur. Şekil 22’de ise PTU öncesi ve sonrası izokinetik testler sırasında zirve kas aktivasyonunda elde edilen tork ortalamasının değişim grafikleri spor branşına bağlı olarak gösterilmiştir.

PTU sonrasında zirve kas aktivasyonuna göre tork ortalaması değişkeni için sağ ekstremitte RF ve VM kasları için zaman, grup ve zaman×grup etkileşimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Sağ VL kası için gruplar arasında anlamlılık tespit edilmiştir ($F=3.970$, $p=0.033$, $\eta^2_p=0.257$). Ancak aynı kas için zaman ve zaman×grup etkileşimi açısından istatistiksel olarak anlamlılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Post-hoc karşılaştırması sonucunda basketbolcuların futbol ve voleybol sporcularına göre Sağ VL kasında anlamlı düzeyde daha yüksek kuvvet performansı sergilediği belirlenmiştir. Aynı değişken için sol ekstremitede de RF ve VM kasları için zaman, grup ve zaman×grup etkileşimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Sol VL kası için ön test ile son test arasında istatistiksel olarak anlamlılık görülmektedir ($F=5.226$, $p=0.032$, $\eta^2_p=0.185$). Ancak aynı kas için grup ve zaman×grup etkileşimi açısından istatistiksel olarak anlamlılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmanın amacı perküsyon terapi uygulamasının alt ekstremitayı yaygın olarak kullanan futbol, voleybol ve basketbol sporcularında kas kuvveti, anaerobik güç ve kas aktivasyonu üzerine etkilerini detaylı bir şekilde ortaya koymaktır. Çalışmamızda kas kuvveti izokinetik kuvvet testleriyle; anaerobik kuvvet CMJ sıçrama testiyle; kas aktivasyonu ise sEMG ile değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın temel bulguları, quadriceps kas gruplarına yönelik yapılan PTU'nun dikey sıçrama yüksekliği üzerinde genel bir performans artışı sağladığı, ancak sıçrama sırasında elde edilen zirve kas aktivasyon düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte sıçramanın tüm evrelerinde PTU'nun ortalama kas aktivasyon üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı gözlemlenmemiştir.

Literatürde konuyla ilgili yapılan çalışmalar ise farklı bulgular ortaya koymuştur. Yapılan araştırmalar Miyofasyal Gevşemenin dikey sıçrama veya koşma gibi performans ölçümlerini artırmadığını veya engellemediğini göstermektedir (Couture vd., 2015; Hodgson vd., 2018). Bu hipotezi destekler nitelikte yapılan bir çalışmada rekreatif olarak en az 6 ay basketbol ve voleybol deneyimi olan sağlıklı bireylerde gluteus grubu, hamstringler, quadricepsler, kalflar, peronealler ve ayağın plantar yüzeyine saniyede 40 darbe ile bilateral olarak, kas grubu başına 30'ar saniye uygulanan perküsyon terapinin dikey sıçrama performansında istatistiksel olarak artış olmadığını ancak performansı da azaltmayacağını ortaya koymuşlardır (Alvarado vd., 2022).

Canbulut vd. (2023) 30 Hz. ile 2 dakika quadriceps kaslarına uygulanan perküsyon masajının sağlıklı bireylerde dikey sıçrama performansına (SJ ve CMJ) etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Kujala vd. (2019) 6 antrenmanlı birey ile alt ekstremita kas gruplarına uyguladığı perküsyon terapinin sıçrama yüksekliği üzerinde artışa yol açmadığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Konrad vd. (2020), plantar fleksör kaslara uygulanan perküsif masaj tedavisinin ayak bileği dorsifleksiyon hareket açıklığında yaklaşık %18'lik bir artış sağladığını, ancak kas kuvveti ve sıçrama performansında anlamlı bir değişiklik oluşturmadığını rapor etmiştir. Bu

durum, perküsyon terapisinin hareket açıklığını artırmada daha etkili olabileceğini, fakat akut dönemde sıçrama performansı üzerindeki etkilerinin sınırlı olabileceğini göstermektedir.

Bartık ve Pacholek (2024), 18 erkek katılımcı ile yürüttükleri çalışmasında dominant bacakta triceps surae, hamstring ve quadriceps kas gruplarına dakikada 1750 vuruşluk bir hızla her kas grubuna 30 saniyelik perküsyon masajı uygulamış ve alt ekstremitenin patlayıcı gücünü gösteren sıçrama performansında gelişim gözlemlenmemiştir.

Hernandez (2020) amatör basketbol ve voleybol sporcularına (10 erkek, 10 kadın) yönelik bilateral olarak alt ekstremita kas gruplarına saniyede 40 vuruşluk en yüksek hızda perküsyon terapi uygulaması yapmış ve sıçrama yüksekliğinde artış elde etse de bu artış istatistiksel olarak anlamlılık göstermediğini bildirmiştir.

Byrne vd. (2020) 18 üniversite öğrencisi üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, perküsyon masajı ve foam rolling uygulamalarının gluteus maximus, hamstring, quadriceps ve gastrocnemius/soleus kaslarına 30 saniye süreyle, toplamda 2 dakikalık bir müdahale şeklinde uygulanmasına rağmen dikey sıçrama performansı üzerinde anlamlı bir etki göstermediğini rapor etmişlerdir.

Ormeno ve Driller (2025) 16 sağlıklı genç bireylere dinamik ısınma ile birlikte masaj tabancası, dinamik ısınma ile foam roller ve yalnızca dinamik ısınma müdahaleleri uygulayarak karşılaştırma yapmış. Rastgele çaprazlama yöntemi ile uygulanan çalışmada perküsyon terapi toplamda her iki bacak quadriceps, hamstring ve calf kaslarına 12 dakika süre ile ve yaklaşık 3200 rpm hızla uygulanmış. Diğer çalışmaların aksine bu çalışmada dinamik ısınma+masaj tabancası ve dinamik ısınma+foam roller ısınma yalnızca dinamik ısınmaya kıyasla sıçrama performansında düşüşe sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda gözlenen sıçrama performansındaki artış ile literatürdeki bulgular arasındaki farklılık, kullanılan cihazın frekans ve darbe sayısı, uygulama süresi, hedeflenen kas grupları ve katılımcıların antrenman geçmişi gibi metodolojik farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, çalışmamızda gözlenen performans artışının nöromüsküler sistemin kısa süreli uyarılmasına bağlı olabileceği, ancak bu etkinin kas aktivasyonu düzeylerinde belirgin bir değişim oluşturmadığı düşünülmektedir.

Çalışma bulgularımızı destekler nitelikte Menek ve Menek (2024) 18-25 yaş aralığındaki 48 sağlıklı bireylerde quadriceps, hamstring ve gastrocnemius kas gruplarına toplamda 3 dakikada bir 40 Hz. de perküsyon masaj terapisi uygulamış ve horizontal sıçrama mesafesinde anlamlı artış gözlemlenmiştir. Ayrıca perküsif masaj terapisinin egzersiz

öncesinde bireylerin performansını ve dengesini artırmak için kullanılabilecek alternatif bir metot olacağını iddia etmişlerdir.

Benzer şekilde Ahmed vd. (2024) 39 genç sporcu ile yaptıkları çalışmada yalnızca hamstring kas gruplarına 53 Hz. hız ve 5 dakika süre ile perküsyon masajı uygulayarak dikey sıçrama yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlemişlerdir. Yapılan çalışmada uygulanan kas grubu bizim çalışmamızda uygulanan kas grubu ile örtüşmemektedir. Fakat literatürde hamstring kas grubuna uygulanan miyofasyal gevşetme tekniklerinin quadriceps kas aktivasyonu ve kuvvet üretiminde artışa yol açabildiği, benzer şekilde quadricepslere uygulanan gevşetme tekniklerinin hamstringlerin kuvvet çıktısını olumlu etkileyebildiği bildirilmiştir. Bu karşılıklı etkileşimin, özellikle sıçrama performansı sırasında hem hamstringlerin hem de quadricepslerin sıçrama yüksekliğine anlamlı katkı sağlaması nedeniyle önemli olduğu vurgulanmaktadır (Altundağ vd., 2024; Ibarra vd., 2011; Reiner vd., 2021; Sandberg vd., 2012). Bu sebeple yapmış olduğumuz çalışmanın sonuçları bu çalışmayı destekler niteliktedir.

Nagaraj vd. (2025) tarafından atletler (n=30) üzerinde yapılan çalışmada, dominant bacakta hamstring kas gruplarına 53 Hz. hızda 5 dakika perküsyon masajı ile kombine uygulanan foam roller uygulamasının hamstring esnekliği ve sıçrama yüksekliğini anlamlı düzeyde geliştirdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışma da yapmış olduğumuz çalışmayı destekler niteliktedir.

Çalışmamızın diğer temel bulgusu olan quadriceps kas gruplarına yapılan PTU'nun izokinetik kuvvet parametrelerine olan etkisi değerlendirildiğinde özellikle dominant bacakta diz fleksörlerinin peak tork çıktılarında anlamlı bir artış olduğu belirlenmiştir. Dominant olamayan tarafta anlamlı artış belirlenememiştir. Sağ ve sol diz ekstansörlerinde bir artış olsa da bu artış istatistiksel olarak anlamlılık göstermemektedir. Sağ ve sol diz fleksör zirve torklarında branşlar arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu bulgu basketbol sporcularının voleybol ve futbol sporcularına göre daha yüksek tork elde etmesinden kaynaklıdır. Kuvveti etkileyen faktörlerden biri kişinin kilosudur. Vücut ağırlığı ne kadar fazla ise kişinin sahip olduğu kas kütlesi de fazla olacağından dolayı kuvvet parametresini etkilemektedir (Suchomel vd., 2016; Zatsiorsky vd., 2020). Sporcuların zirve torklarında anlamlılık olup relatif tork kuvvet parametrelerinde gruplar arasında anlamlılık olmaması bunu destekler niteliktedir. Relatif tork parametresi için ön test ve son test olarak sadece sağ fleksör kaslarda anlamlı artış söz konusudur. Zirve torkta olduğu gibi relatif torkta da beklenen sonuçlar elde edilmiştir. Aynı şekilde H/Q oranında da dominant bacakta ön test ve son test arasında anlamlılık bulunmuştur. Hamstring kas grubundaki kuvvet artışı beklenildiği gibi H/Q oranında etkilemiştir. Bilateral

karşılaştırmada ise herhangi anlamlı bulguya rastlanmamıştır. Zirve tork ortalama değerleri sEMG ve izokinetik kuvvet ölçümü senkronizasyonunda kas gruplarından elde edilmiştir. sEMG elektrot yerleşimi yalnızca quadriceps kas gruplarına takıldığı için sonuçlar ekstansör kaslarının zirve torka ulaşıldığındaki tork ortalamaları ve açı ortalamaları şeklinde sunulmuştur. Zirve tork ortalama değerleri incelendiğinde sol ekstremitte ekstansör kaslarında ön test ve son test arasında anlamlı artış bulunmuştur. Sağ ekstremitte ekstansörlerde anlamlı ilişki bulunamamıştır. Bu çalışmada zirve torkta anlamlı bir artış gözlenmemesine rağmen ortalama torkta değişiklik meydana gelmesi, katılımcıların kısa süreli yüksek kuvvet üretebildiğini ancak bu kuvveti sürdürmediğini göstermektedir. Ayrıca, zirve ve ortalama tork değerlerindeki varyans farkları da istatistiksel anlamlılığı etkileyen bir faktör olabilmektedir. Zirve torka ulaşma açılarının ortalaması incelendiğinde hem sağ hem sol ekstremitte ekstansör kaslarında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Zirve aktivasyonda elde edilen tork ve açı ortalamaları her kas grubu için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bunun sebebi kasların diz ekstansiyon hareketinde zirve aktivasyona ulaştıkları açının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmamızın bulguları zirve aktivasyonda açı ortalamasında hem sağ hem de sol ekstremitte RF, VL ve VM kasları için değişim olmadığını göstermektedir. Zirve aktivasyonda tork ortalamasında ise yalnızca sol ekstremitte VL kasında ön test ve son test arasında anlamlı bir artış söz konusudur. Ayrıca sağ ekstremitte VL kasında gruplar arasında anlamlı bulgular elde edilmiştir. Bu bulgu basketbol sporcularının voleybol ve futbol sporcularına göre daha yüksek tork ortalaması elde etmesinden kaynaklıdır.

Chen vd. (2025) 60 erkek öğrenci ile yürüttükleri çalışmada yüksek şiddetli egzersiz kaynaklı kas yorgunluğu sonrasında perküsyon masajının kas kuvvetine olan etkisini incelemişlerdir. Perküsyon masajı 40 Hz. frekansta 6 dakika sürede RF, VL ve VM kas gruplarına uygulama yapılarak gerçekleştirilmiştir. İzokinetik kas kuvveti ise 60 %s olarak diz eklemi konsantrik kasılma metoduyla ölçülmüştür. Ölçümler sırasıyla egzersiz öncesi (baseline), egzersiz sonrası, terapi uygulaması sonrası (post-0), 24 saat sonra terapi uygulaması (post24h) ve 48 saat sonra terapi uygulaması (post48) şeklinde dominant bacadan alınarak gerçekleştirilmiştir. Perküsyon terapi uygulamasının izokinetik kuvvet çıktılarına etkisinin bulunmadığı fakat egzersiz kaynaklı kas yorgunluğundan 48 saat sonra uygulanan perküsyon terapinin anlamlı şekilde artış sağladığını gözlemlemişlerdir. Bu bulgu perküsyon masaj terapisinin kas gücünü 48 saat içinde geri kazanılmasını sağladığını göstermektedir. Çalışma bulgularımızda da quadriceps kas gruplarına uygulanan perküsyon terapi uygulamasının ekstansör kaslarda istatistiksel olarak anlamlılık göstermemesi bu çalışmayı destekler niteliktedir.

Kayoda (2019) tarafından yürütülen vaka çalışmasında, rotator manşet onarımı sonrası rehabilitasyonda perküyon terapi supraspinatus ve orta–alt trapez kaslarına, en yüksek hızda ($\approx 3.200/\text{dk}$) haftada 3 gün, 4 hafta boyunca 10–20 dakikalık seanslarla uygulanmıştır. Kas kuvveti manuel kas testi ile değerlendirilmiş ve klinik düzeyde 0-5 skalası kullanılmıştır. Uygulama sonrasında başlangıçta ağrı nedeniyle test edilemeyen omuz fleksiyon ve abduksiyon kuvveti 3/5 düzeyine yükselmiş, iç ve dış rotasyonda da kuvvet artışı kaydedilmiştir.

Menek ve Tayboga (2025) 5 dakikalık ve 40 Hz. hızda deltoid kas gruplarına uygulanan perküsyon masaj terapisinin omuz fleksiyon ve abduksiyon kuvvetine olan etkisini değerlendirmişler. Perküsyon uygulamasının kas kuvvetine istatistiksel olarak etkisinin olmadığını sunmuşlardır.

Konrad vd. (2020), plantar fleksör kaslara uygulanan perküsif masaj tedavisinin ayak bileği dorsifleksiyon hareketinde kas kuvvetine olan etkisini MVC ile test etmiş ve istatistiksel olarak anlamlılık bulamamıştır. Çalışmamızda PTU'nun izokinetik kas kuvvetine olan etkisi yalnızca uygulanan kasın antagonistinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışmalar arasındaki farklılığın farklı kasılma türleri ve farklı uygulama metotlarından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Lee vd. (2018) 30 erkek öğrenci ile yürüttükleri çalışmada Miyofasyal gevşeme tekniklerinden titreşimli ve titreşimsiz foam roller uygulamasını quadriceps ve hamstring kas gruplarına uygulamış isokinetik diz kas kuvvetine olan etkisini incelemişlerdir. Titreşimli foam roller için quadriceps ve hamstring kas gruplarında kuvvet artışı gözlemlenirken titreşimsiz foam roller için yalnızca quadriceps kas grubunda artış gözlemlenmiştir. Yaptığımız çalışmanın sonuçları ile benzer bulgular taşıyan bu çalışmada, uygulama sonrasında bizde de quadriceps kasında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da artış gözlenmiş, hamstring kas grubunda ise belirgin bir kuvvet artışı ortaya çıkmıştır. Bu durum, titreşim ve perküsyon temelli yaklaşımların kas kuvveti üzerindeki olumlu etkilerini destekler niteliktedir.

Bazı çalışmalar SMR uygulamalarının izokinetik kas kuvvetini olumlu yönde etkilediğini, özellikle agonist–antagonist kas gruplarına birlikte uygulandığında daha belirgin artışlar sağladığını bildirmektedir (Lee vd., 2018; Su vd., 2017). Bununla birlikte, bazı araştırmalarda ise SMR'nin kas kuvveti üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir (Cheatham vd., 2015; Healey vd., 2014). Bu farklı sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, benzer prensiplere dayanan perküsyon terapinin kas kuvveti üzerindeki etkileri konusunda da literatürde halen belirsizlikler bulunmaktadır. Bu çalışmada quadriceps kaslarına uygulanan perküsyon terapi sonrasında fleksör kas grubunda (hamstring) gözlenen kuvvet artışı, nörofizyolojik açıdan karşılıklı inhibisyon (Reciprocal inhibition) mekanizması ile

açıklanabilir. Karşılıklı inhibisyon, agonist kasın kasılması veya gevşetilmesi sırasında antagonist kas üzerinde refleksif bir sinirsel düzenleme oluşturmaktadır. Quadriceps kaslarının gevşetilmesi, inhibitör internöronlar aracılığıyla hamstring kaslarının üzerindeki baskının azalmasına ve bu kas grubunun daha etkin şekilde kasılmasına zemin hazırlamıştır. Bu durum, kaslar arası ko-kontraksiyonun azaltılarak hamstring kaslarının kuvvet üretim kapasitesinin artırılmasına olanak tanımaktadır. Dolayısıyla, quadriceps üzerine uygulanan perküsyon terapiye bağlı olarak fleksör kaslarda elde edilen performans artışının temel nedeni, karşılıklı inhibisyon mekanizmasının devreye girmesi olarak düşünülebilmektedir.

Çalışmamızın özgün bulgularından olan PTU'nun kas aktivasyonuna olan etkisi 4 aşamada değerlendirilmiştir. Aşamalar: 1. CMJ sıçraması sırasında elde edilen zirve aktivasyon, 2. CMJ sıçraması sırasında elde edilen ortalama aktivasyon, 3. İzokinetik kuvvet testleri sırasında zirve torkta elde edilen aktivasyon ortalaması ve 4. İzokinetik kuvvet testleri sırasında zirve aktivasyon ortalaması şeklindedir. CMJ sıçraması sırasında elde edilen zirve aktivasyon değerlerinde hem sağ hem sol ekstremitte için RF, VL ve VM kaslarında anlamlı bir artış bulunmamıştır. CMJ sıçraması sırasında elde edilen ortalama aktivasyonda yalnızca Sol ekstremitte RF kası için zaman içindeki değişimin gruplara göre farklılaştığı gözlemlenmiştir. Anlamlılık, özellikle voleybol grubunun diğer gruplardan farklı bir gelişim göstermesinden kaynaklanmaktadır. Bu bulgu, PTU'ya verilen nöromusküler yanıtların branşlara özgü farklılık gösterebileceğini düşündürmektedir. İzokinetik kuvvet testleri sırasında alınan kas aktivasyon ölçümlerinde hem zirve torkta elde edilen aktivasyon ortalamalarında hemde zirve aktivasyon ortalamalarında anlamlılık gösteren bulguya rastlanmamıştır. Bu sonuçlar, perküsyon terapinin kas aktivasyonu üzerinde doğrudan ve tutarlı bir etki yaratmadığını göstermektedir.

Literatürde perküsyon terapinin kas aktivasyonuna olan etkisinin incelendiği çalışmaların olmadığı öne sürülmektedir (Martin, 2021). Perküsyon terapinin doğrudan kas aktivasyonuna olan etkilerini inceleyen çalışmalar günümüzde de kısıtlı kalmıştır.

Sobolewski vd. (2024) tarafından yürütülen yumuşak doku modalitelerinin kas kuvveti ve kas aktivasyonuna olan etkilerini inceledikleri çalışmada quadriceps kas gruplarına uygulanan perküsyon terapinin izometrik kas kuvvetinde ve VL kas aktivasyonunda artışa sebep olmadığını gözlemlemişlerdir. Aynı zamanda foam roller ile yapılan yumuşak doku masajında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmamızın sonuçları literatürdeki bu çalışmayı destekler niteliktedir.

Pamukoff vd. (2014) sağlıklı bireylerde (n=20) quadriceps tendonuna üzerine özel olarak yapılmış lokal kas titreşim uygulamasının kas kuvvetine ve kas aktivasyonuna olan etkisini incelemişlerdir. Lokal kas titreşimi 30 Hz. ve 60 Hz. olmak üzere iki farklı titreşim

protokolü 6x1 dk şeklinde uygulanmış. EMG kayıtları VL kasından değerlendirilmiş. Çalışmanın bulguları 30 Hz. titreşim sonrası EMG aktivitesinde 60 Hz. ve kontrol grubuna göre anlamlı artış gözlemlendiği ve bu etkinin en az 5 dakika boyunca devam ettiğini öne sürmüşlerdir. 30 Hz. ve 60 Hz. hızda yapılan uygulamanın ardından Zirve torkta anlamlı bir artış gözlemleyememişlerdir. Çalışmamızın kuvvet çıktıları ile bu çalışmadaki kuvvet çıktıları birbiriyle uyumaktadır. EMG sonuçları ise bizim çalışmamızdan farklılık göstermektedir.

Benzer şekilde Germann vd. (2018) çalışmasında, lokal vibrasyon terapisinin kas-tendon kompleksine uygulandığında kas içcikleri aracılığıyla alfa motor nöronların uyarımının arttığı, bunun da EMG aktivitesinin yükselmesine yol açabileceği bildirilmiştir. Titreşim temelli uygulamalar sinirsel iletimi geçici olarak artırıp EMG artışı sağlayabilirken, perküsyon terapide darbeleri uyarımın doğası bu etkiyi sınırlamış olabilir. Ayrıca ölçüm zamanlaması ve kullanılan kas grupları da bu farkı belirleyen unsurlardır.

Alghadir vd. (2018) derlemesinde titreşim uygulamalarının EMG aktivasyonu üzerinde pozitif etkiler yarattığı belirtilse de, bazı çalışmaların EMG’de anlamlı değişim göstermemesi ortaya çıkan metodolojik farklılıkların etkisini işaret etmektedir. Literatürdeki çalışmalar titreşim uygulamalarının kas aktivasyon çıktıları üzerindeki etkilerini incelerken darbe temelli perküsyon terapinin etkileri üzerine çalışma sayısının az olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalarda göz önüne alındığında perküsyon terapinin kas aktivasyonu üzerine etkisinin tutarsız ve protokole bağımlı olduğu görülmektedir.

Öneriler

- Bulgular PTU’nun sıçrama performansını akut olarak artırabileceğini göstermektedir. Bu nedenle sporcularda ısınma protokollerine tamamlayıcı bir yöntem olarak eklenmesi önerilmektedir.
- Araştırma tek bir standart PTU protokolü ile yapılmıştır. Farklı süre, frekans ve uygulama hızlarının kas kuvveti, aktivasyon ve anaerobik güç üzerindeki farklı etkileri araştırılmalıdır.
- Mevcut çalışma PTU’nun yalnızca akut etkilerini değerlendirmiştir. Sporcularda uzun süreli kullanımın (ör. 6-8 haftalık antrenman programları boyunca) kas kuvveti, performans ve kas aktivasyonu üzerindeki etkileri araştırılmalıdır.
- Çalışmaya yalnızca erkek sporcular dahil edilmiştir. Kadın sporcular ve farklı branşlardaki elit atletlerde (ör. güreş, atletizm, yüzme) PTU’nun etkilerinin incelenmesi önerilir. Bu öneri, genel uygulanabilirliği ve branşa özgü etkilerin ortaya konulmasına katkı sağlayacaktır.

- Perküsyon terapinin EMG ve kas kuvveti çıktıları üzerindeki etkisinin daha açık şekilde ortaya konması için, standartlaştırılmış protokoller ve daha geniş örneklem gruplarıyla yapılacak ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.
- PTU'nun kas aktivasyonu üzerindeki akut etkileri incelenmiş, ancak anlamlı sonuçlar sınırlı kalmıştır. Literatürde de PTU'nun nöral aktivasyon ve kas içi elektriksel yanıtlar üzerindeki etkilerini doğrudan inceleyen çalışmaların azlığı dikkat çekmektedir. Gelecekte yapılacak araştırmalarda, PTU'nun kas aktivasyonu üzerindeki etkilerinin daha kapsamlı sEMG analizleri ile değerlendirilmesi önerilmektedir.
- Bu çalışmada PTU yalnızca agonist kaslara uygulanmış ve agonist kasların aktivasyonu değerlendirilmiştir. Ancak antagonist kas aktivasyonuna yönelik bir inceleme yapılmamış, literatürde de bu konuda sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu nedenle gelecekte yapılacak çalışmalarda PTU'nun antagonist kas aktivasyonu üzerindeki etkilerinin de değerlendirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Ahmed, S., Jakaria, G., Islam, M. S., Imam, M. A., Ratul, S. K., Jahangir, R., Saha, J., Uddin, J., & Islam, M. J. (2024). The comparison of the effects of percussive massage therapy, foam rolling and hamstring stretching on flexibility, knee range of motion, and jumping performance in junior athlete: a randomized controlled trial. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, 29(1), 44.
- Ahsan, M., & Alzahrani, A. (2024). The Effect of the Quadriceps Muscle on Sports Performance and Injury Prevention: Biomechanical Perspective. *Tuijin Jishu/Journal of Propulsion Technology*, 45(4), 2024.
- Alcan, V., & Zinnuroğlu, M. (2023). Current developments in surface electromyography. *Turkish journal of medical sciences*, 53(5), 1019-1031.
- Alghadir, A., Anwer, S., Zafar, H., & Iqbal, Z. (2018). Effect of localised vibration on muscle strength in healthy adults: a systematic review. *Physiotherapy*, 104(1), 18-24.
- Altundağ, E., Kayhan, M., & Şinoforoğlu, T. (2024). Investigation of the relationship between hamstring strength and vertical jump performance across various sports disciplines. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 18(3), 597-608.
- Alvarado, F., Valenzuela, K. A., Finn, A., Avila, E. L., Crusemeyer, J. A., & Nakajima, M. (2022). The biomechanical effects of percussive therapy treatment on jump performance. *International journal of exercise science*, 15(1), 994.
- Aslantekin, B. (2022). *Femur uzunluğunun quadriceps ve hamstring izokinetik kuvvetine etkisi* (Tez No. 724224). [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi-Balıkesir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Atatürk Üniversitesi. (2025). Laboratuvar Envanter ve Kalite Yönetim Sistemi: Cihazlar [Web sayfası]. <https://labsis.atauni.edu.tr/portal/cihazlar>
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. Human kinetics.
- Bar-Or, O. (1987). The Wingate anaerobic test an update on methodology, reliability and validity. *Sports medicine*, 4, 381-394.
- Bartík, P., & Pacholek, M. (2024). The effect of percussion and manual activation massage on explosive strength and balance in young adult males: A crossover pilot study. *Heliyon*, 10(20).
- Behnke, R. S. (2012). *Kinetic anatomy*. Human Kinetics.
- Betts, J. G., Young, K. A., Wise, J. A., Johnson, E., Poe, B., Kruse, D. H., Korol, O., Johnson, J. E., Womble, M., & DeSaix, P. (2024). *Anatomy and physiology 2e*.
- Bijlsma, A., van Beijsterveldt, I. A., Vermeulen, M. J., Beunders, V. A., Dorrepaal, D. J., Boeters, S. C., van den Akker, E. L., Vlug, L. E., de Koning, B. A., & Bracké, K. F. (2023). Challenges in body composition assessment using air-displacement plethysmography by BOD POD in pediatric and young adult patients. *Clinical Nutrition*, 42(9), 1588-1594.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization: theory and methodology of training*. Human kinetics.

- Boron, W., & Boulpaep, E. (2017). Foundations of Physiology. *Medical Physiology (3rd ed.) Elsevier*, 2.
- Bostan, G. (2022). *Farklı Direnç Egzersizlerinin Kas Hipertrofisi Üzerine Etkileri*. Efe Akademi Yayınları.
- Burke, R. E. (2001). The structure and function of motor units. *Disorders of voluntary muscle*, 3-25.
- Byrne, P., Aquino, M., Spor, C., Virginia, J., Diaz, J., Mullin, R., Petrizzo, J., Otto, R., & Wygand, J. (2020). The effect of percussive massage versus foam rolling aided warmup on vertical jump performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(7S), 1047.
- Canbulut, A., Kıyak, G., Ercan, S., & Çetin, C. (2023). Acute effect of percussion massage applied on quadriceps with Hypervolt device on range of motion and performance. *Spor Hekimliği Dergisi*, 58(2), 055-060.
- Cerrah, A. O., Ertan, H., & Soylu, A. R. (2010). Spor bilimlerinde elektromiyografi kullanımı. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 8(2), 43-49.
- Cheatham, S. W., Baker, R. T., Behm, D. G., Stull, K., & Kolber, M. J. (2021). Mechanical Percussion Devices: A Survey of Practice Patterns Among Healthcare Professionals. *International journal of sports physical therapy*, 16(3), 766.
- Cheatham, S. W., Kolber, M. J., Cain, M., & Lee, M. (2015). The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 827.
- Chen, G., Gu, Z., Xin, D., Qi, Y., & Dai, J. (2025). Effect of percussive massage treatment and static stretching on muscle tone, stiffness, and strength recovery after exercise-induced muscle fatigue: A randomized controlled study. *Sports Medicine and Health Science*.
- Chtourou, H., & Souissi, N. (2012). The effect of training at a specific time of day: a review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(7), 1984-2005.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. L. Erlbaum Associates. <https://books.google.com.tr/books?id=gA04ngAACAAJ>
- Couture, G., Karlik, D., Glass, S. C., & Hatzel, B. M. (2015). The effect of foam rolling duration on hamstring range of motion. *The open orthopaedics journal*, 9, 450.
- Darendeli, A., Ertan, H., & Enoka, R. (2023). Comparison of EMG activity in leg muscles between overground and treadmill running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 55(3), 517-524.
- Enfito. (2025). *Theragun PRO Plus*. Enfito. Erişim tarihi: 17 Eylül 2025, <https://www.enfito.com/urun/theragun-pro-plus>
- Enoka, R. M. (2008). *Neuromechanics of human movement*. Human kinetics.
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2016). Translating fatigue to human performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(11), 2228.
- Ferreira, R. M., Silva, R., Vigário, P., Martins, P. N., Casanova, F., Fernandes, R. J., & Sampaio, A. R. (2023). The Effects of Massage Guns on Performance and Recovery: A Systematic Review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 8(3), 138.
- Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. (2019). Resistance training for older adults: position statement from the national strength and conditioning association. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(8).

- Fzt. Dülger, F. Z. (t.y.). Quadriceps femoris kası [Anatomi görseli]. Fzt. Dülger. <https://www.fztdulger.com/quadriceps-femoris-kasi/human-anatomy-view/>
- George, T., & De Jesus, O. (2021). Physiology, fascia.
- Germann, D., El Bouse, A., Shnier, J., Abdelkader, N., & Kazemi, M. (2018). Effects of local vibration therapy on various performance parameters: a narrative literature review. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 62(3), 170.
- Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 556-560.
- Grant, K. E., & Riggs, A. (2009). Myofascial release. *Modalities for massage and bodywork*, 149-166.
- Guzman, S., Blanchet, D. A., Cook, L., Herrera, S., Macauley, M., & Pritchard, W. (2021). The effects of a single percussive therapy application on active lower body range of motion. *Med Sci*.
- Günay, M., Şıktar, E., & Şıktar, E. (2019). *Antrenman Bilimi (2. Baskı)*. Ankara: Gazi Kitabevi, 473-485.
- Hall, J. E., & Hall, M. E. (2020). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Healey, K. C., Hatfield, D. L., Blanpied, P., Dorfman, L. R., & Riebe, D. (2014). The effects of myofascial release with foam rolling on performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 61-68.
- Heckman, C., & Enoka, R. M. (2012). Motor unit. *Comprehensive physiology*(4), 2629-2682.
- Hernandez, F. A. (2020). *Effects of percussion therapy (Theragun™) on range of motion and athletic performance* California State University, Long Beach].
- Hodgson, D. D., Lima, C. D., Low, J. L., & Behm, D. G. (2018). Four weeks of roller massage training did not impact range of motion, pain pressure threshold, voluntary contractile properties or jump performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(5), 835.
- Ibarra, J. M., Ge, H.-Y., Wang, C., Vizcaíno, V. M., Graven-Nielsen, T., & Arendt-Nielsen, L. (2011). Latent myofascial trigger points are associated with an increased antagonistic muscle activity during agonist muscle contraction. *The journal of pain*, 12(12), 1282-1288.
- Karacan, I., & Türker, K. S. (2025). A comparison of electromyography techniques: surface versus intramuscular recording. *European Journal of Applied Physiology*, 125(1), 7-23.
- Karip, B., & Balcıoğlu, H. A. (2021). Egzersiz fizyolojisi bağlamında musküler plastisite. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 6(3), 266-278.
- Kayoda, K. A. (2019). *The Influence of the Hypervolt™ on Shoulder Range of Motion, Strength, and Pain following Rotator Cuff Repair Surgery* (Doctoral dissertation, Azusa Pacific University).
- Klingler, W., Velders, M., Hoppe, K., Pedro, M., & Schleip, R. (2014). Clinical relevance of fascial tissue and dysfunctions. *Current pain and headache reports*, 18, 1-7.
- Konrad, A., Glashüttner, C., Reiner, M. M., Bernsteiner, D., & Tilp, M. (2020). The acute effects of a percussive massage treatment with a hypervolt device on plantar flexor muscles' range of motion and performance. *Journal of sports science & medicine*, 19(4), 690.

- Kujala, R., Davis, C., & Young, L. (2019). The effect of handheld percussion treatment on vertical jump height. *International Journal of Exercise Science; Conference Proceedings* (Vol. 8, No. 7, p. 75).
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in psychology*, 4, 863.
- Lee, C.-L., Chu, I.-H., Lyu, B.-J., Chang, W.-D., & Chang, N.-J. (2018). Comparison of vibration rolling, nonvibration rolling, and static stretching as a warm-up exercise on flexibility, joint proprioception, muscle strength, and balance in young adults. *Journal of sports sciences*, 36(22), 2575-2582.
- Lee, P., Blanchet, D. A., Byrd, C., Guzman, S., McCauley, M., Pearce, S., Pritchard, W., Rosas, H., & Jo, E. (2022). Acute Skeletal Muscle Hemodynamic Response To Percussive Massage Treatment: 1848. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 54(9S), 548.
- Leonte, N., Moanta, A. D., Saftel, A., Ghitescu, G. I., & Tocala, C. (2021). Anaerobic capacity assessment of junior basketball players after the pandemic lockdown in romania. *Discobolul-Physical Education, Sport & Kinetotherapy Journal*, 60.
- Lieber, R. L. (2002). *Skeletal muscle structure, function, and plasticity*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Mansfield, P. J., & Neumann, D. A. (2008). *Essentials of Kinesiology for the Physical Therapist Assistant-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Martin, J. (2021). A critical evaluation of percussion massage gun devices as a rehabilitation tool focusing on lower limb mobility: A literature review. *SportRxiv*.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*. Lippincott Williams & Wilkins.
- McHugh, M. P., Connolly, D. A., Eston, R. G., Kremenik, I. J., Nicholas, S. J., & Gleim, G. W. (1999). The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage. *The American journal of sports medicine*, 27(5), 594-599.
- Menek, B., & Tayboga, U. I. (2025). Comparison of the impacts of percussion massage therapy, dynamic stretching, and kinesiology taping techniques on functional performance, muscular strength, and proprioception in the shoulder. *WORK*, 81(1), 2389-2398.
- Menek, M. Y., & Menek, B. (2024). Effects of percussion massage therapy, dynamic stretching, and static stretching on physical performance and balance. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 37(1), 183-193.
- Merletti, R., & Farina, D. (2016). *Surface electromyography: physiology, engineering, and applications*. John Wiley & Sons.
- Michal, L. (2021). *Komparace změny rychlosti kontrakce svalů pomocí masážní pistole "TheraGun" a sportovní masáže* [Lisans Tezi, Charles University].
- Nagaraj, S., Manoharlal, M. A., & Raveendar, D. (2025). Effect of percussive massage therapy and foam rolling versus foam rolling alone on flexibility and jump performance in track athletes. *International Journal of Healthcare Sciences*, 13(1), 588-595.
- Optojump Next. (2014). *What is Optojump*. <http://www.optojump.com/What-is-Optojump.aspx> Erişim tarihi: 17 Eylül 2025
- Ormeno, L., & Driller, M. (2025). Does Massage Gun or Foam Roller Use During a Warm-Up Improve Performance in Trained Athletes? *Sports*, 13(9), 282.

- Özsoy, G., Özsoy, İ., İlçin, N., Tekin, N., & Savcı, S. (2017). Yaşlı bireylerde denge, fonksiyonel egzersiz kapasitesi ve periferik kas kuvveti arasındaki ilişki. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(1), 28-32.
- Pamukoff, D. N., Ryan, E. D., & Blackburn, J. T. (2014). The acute effects of local muscle vibration frequency on peak torque, rate of torque development, and EMG activity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(6), 888-894.
- Plowman, S. A., & Smith, D. L. (2013). *Exercise physiology for health fitness and performance*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance*. McGraw-Hill Education. accessphysiotherapy.mhmedical.com/content.aspx?aid=1154793779
- Reiner, M. M., Glashüttner, C., Bernsteiner, D., Tilp, M., Guilhem, G., Morales-Artacho, A., & Konrad, A. (2021). A comparison of foam rolling and vibration foam rolling on the quadriceps muscle function and mechanical properties. *European journal of applied physiology*, 121(5), 1461-1471.
- Ritsche, P., Roth, R., Bernhard, T., Nebiker, L., Lichtenstein, E., Franchi, M., Spörri, J., & Faude, O. (2024). Quadriceps muscle geometry and strength throughout maturation in national-level male soccer players: a cross-sectional study. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 159-170.
- Sams, L., Langdown, B., Simons, J., & Vseteckova, J. (2024). The impact of various massage gun percussive therapy protocols on physiological adaptations. *Graduate Journal of Sports Science, Coaching, Management, & Rehabilitation*, 1(3), 13-13.
- Sams, L., Langdown, B. L., Simons, J., & Vseteckova, J. (2023). The Effect Of Percussive Therapy On Musculoskeletal Performance And Experiences Of Pain: A Systematic Literature Review. *International journal of sports physical therapy*, 18(2), 309-327.
- Sandberg, J. B., Wagner, D. R., Willardson, J. M., & Smith, G. A. (2012). Acute effects of antagonist stretching on jump height, torque, and electromyography of agonist musculature. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1249-1256.
- Serbest, K., & Eldoğan, O. (2014). İskelet kaslarının yapısı ve biyomekaniği. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 2(3), 41-51.
- Sever, O., & Kır, R. (2021). *Fonksiyonel Core Antrenman*. TYM-Tıbbi Yayınlar Merkezi.
- Sobolewski, E., Topham, W., Hosey, R., Waheeba, N., & Rett, T. (2024). Acute Effects of Soft Tissue Modalities on Muscular Ultrasound Characteristics and Isometric Performance. *Applied Sciences* (2076-3417), 14(17).
- Stone, M. H., Stone, M., & Sands, W. A. (2007). *Principles and practice of resistance training*. Human Kinetics.
- Su, H., Chang, N.-J., Wu, W.-L., Guo, L.-Y., & Chu, I.-H. (2017). Acute effects of foam rolling, static stretching, and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *Journal of sport rehabilitation*, 26(6), 469-477.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine*, 46, 1419-1449.
- Tarakci, S. (2022). *Futbolda eş zamanlı uygulanan kuvvet ve dayanıklılık antrenmanlarının bazı fiziksel, fizyolojik ve psikolojik parametreler üzerine etkisi* (Tez No. 30348232) [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). *Principles of anatomy and physiology*. John Wiley & sons.
- Wang, L., Fang, M., & Hu, J. (2022). The Effect of Vibration Massage on Fatigue of the Upper Trapezius Muscle during Different Tasks. *Symmetry*, 14(10), 2158.
- Yang, C., Huang, X., Li, Y., Sucharit, W., Sirasaporn, P., & Eungpinichpong, W. (2023). Acute Effects of Percussive Massage Therapy on Thoracolumbar Fascia Thickness and Ultrasound Echo Intensity in Healthy Male Individuals: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health*, 20(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph20021073>
- Yektaei, M. (2021). *Akut Foam Roller ve Masaj Tabancası Uygulamasının Rectus Femoris Kas Sertliğine Etkisi* İstanbul Üniversitesi]. İstanbul.
- Yılmaz, H. H. (2022). *Elit Sporcularda İzokinetik ve Elektromiyografik Değerlendirmeler*. Akademisyen Kitabevi.
- Yılmaz, H. H., Seren, K., & Atasever, G. (2023). The relationship between isokinetic strength and anaerobic performance in elite youth football players. *Journal of ROL Sport Sciences*, 4(2), 457-468.
- Zatsiorsky, V. M., Kraemer, W. J., & Fry, A. C. (2020). *Science and practice of strength training*. Human kinetics.
- Zoladz, J. A., Szkutnik, Z., & Grassi, B. (2019). Metabolic transitions and muscle metabolic stability: effects of exercise training. In *Muscle and exercise physiology* (pp. 391-422). Elsevier.

EKLER

Ek 1. Etik Kurul Kararı



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-70400699-000-2300316064

06.10.2023

Konu : Etik Kurul Kararı

DAĞITIM YERLERİNE

Fakültemiz Etik Kurulunun 02.10.2023 tarihli oturumunda alınan E-70400699-050.02.04-2300314060 sayılı, 2023/9 Fakülte Etik Kurulu Kararları konulu belgede yer alan karar metni aşağıya çıkarılmıştır.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Karar 152: Kemalettin SEREN'in "Elit Sporcularda Perküsyon Terapi Uygulamasının Kas Aktivasyonu, Kas Kuvveti Ve Anaerobik Güç Üzerine Etkisinin İncelenmesi" başlıklı çalışma isteği ile ilgili yazısı ve ekleri incelendi.

Yapılan görüşmelerden sonra; adı geçen araştırma çalışmasının yürütülmesinin, etik kurallarına uygun olduğuna, oy birliği ile karar verildi.

Prof.Dr. Necip Fazıl KİŞHALI
Alt Kurul Başkanı

Dağıtım:

Gereği:

Sayın Prof.Dr. Necip Fazıl KİŞHALI

Sayın Arş.Gör. Kemalettin SEREN

Ek 2. Proje Onay Yazısı



TC
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
(Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi)

Konu:Yürürlüğe Giren Proje Öneriniz

Tarih
26.01.2024

Sayın : Prof.Dr. Necip Fazıl KİŞHALI

Aşağıda bilgileri özetlenen proje önerinize yönelik değerlendirme süreci tamamlanmış ve BAP Komisyonu tarafından desteklenmesi uygun görülen projeniz, proje sözleşmesinin Rektörlük Makamı tarafından onaylanmasıyla yürürlüğe girmiş bulunmaktadır.

Tebrik eder, çalışmalarınızda başarılar dilerim.

Saygılarımla,

Prof.Dr. Abdulkadir ÇİLTAŞ
Koordinatör

Proje Başlığı: Elit Sporcularda Perküsyon Terapi Uygulamasının Kas Aktivasyonu Kas Kuvveti Ve Anaerobik Güç Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Proje No: TDK-2024-13641

Proje Türü: Doktora

Süresi: 12 ay

Başlama Tarihi: 26.01.2024

Onaylanan Bütçesi: 97200 TL

Proje Yürütücüsü: Prof.Dr. Necip Fazıl KİŞHALI

Araştırmacı(lar): ARŞ.GÖR. KEMALETTİN SEREN

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Kemalettin SEREN

Doğum Yeri:

Medeni Hali: Evli

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lisans, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2014-2018

Yüksek Lisans, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2018-2021

Doktora, Atatürk Üniversitesi, 2021-2025

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Atatürk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi 2018- Halen devam etmekte