



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**ALT EKSTREMİTEDE FARKLI KAS GRUPLARINA
UYGULANAN FOAM ROLLİNGİN VOLEYBOLDA
SMAÇ VE BLOK YERE KONMA MEKANİĞİNE
AKUT ETKİSİ**

EMİNE İLKCAN KURT

**ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
ANTRENMAN VE HAREKET BİLİMLERİ PROGRAMI**

TEMMUZ 2024



**ALT EKSTREMİTEDE FARKLI KAS GRUPLARINA UYGULANAN
FOAM ROLLİNGİN VOLEYBOLDA SMAÇ VE BLOK YERE KONMA
MEKANİĞİNE AKUT ETKİSİ**

Emine İlkcan KURT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
ANTRENMAN VE HAREKET BİLİMLERİ PROGRAMI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2024

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Emine İlkcan KURT
25.06.2024

ALT EKSTREMİTEDE FARKLI KAS GRUPLARINA UYGULANAN FOAM ROLLİNGİN VOLEYBOLDA SMAÇ VE BLOK YERE KONMA MEKANİĞİNE

AKUT ETKİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Emine İlkcan KURT

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2024

ÖZET

Bu araştırmanın amacı; voleybol oyuncularının alt ekstremitelerindeki farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin (FR) smaç ve bloktan sonra yere konma mekaniği üzerine kinematik etkilerin incelenmesidir. Araştırmaya 18-25 yaş arası 20 kadın ve 20 erkek sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar referans, gluteal kendi kendine miyofasyal gevşeme (SMR), hamstring SMR ve Calf SMR protokol günü olmak üzere 4 gün laboratuvarı ziyaret etmişlerdir. 4 ölçüm gününde alınan tüm smaç ve blok görüntüleri 8 adet yüksek hızlı kamera (T10 cameras, 200 kare/saniye, Vicon Peak, Oxford, UK), 2 adet gerçek zamanlı görüntülerin kaydedilmesi için kullanılan kamera (Bonita 720c, Vicon Peak, Oxford, UK) ile alınmıştır. Katılımcıların 4 farklı ölçüm günlerinden elde edilen (5 smaç ve 5 blok görüntüsü x 4 protokol günü x 40 katılımcı) 1600 görüntü Vicon Nexus (Nexus 1.8.4, Vicon, Oxford, UK) yazılımı kullanılarak etiketlenmiş, modellenmiş ve nicel veriler elde edilmiştir. Araştırmada katılımcıların sıçrama yükseklikleri, vücut kütle merkezi doğrusal hızları, kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin yerle ilk temas anı (IT) fleksiyon açıları, açısal hızları, hareket açıklıkları ve zirve fleksiyon açıları incelenmiştir. Katılımcıların farklı protokol günlerini karşılaştırmak için tekrarlı ölçümler ANOVA, cinsiyetler arası karşılaştırmalar için bağımsız t-test ve grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları için ise eşleştirilmiş örneklemelerde t test kullanılmıştır. Katılımcıların 4 farklı protokol günündeki smaç ve bloktan sonra yere konma safhasında, yerle temas anındaki (kalça, diz ve ayak bileği eklemleri için) fleksiyon açıları, zirve açısal hız değerleri, eklem hareket açıklığı (EHA) değerleri ve zirve fleksiyon açıları farklı protokoller arasında anlamlı farklı değilken, hem dominant non-dominant taraflar hem de cinsiyetler arasında anlamlı fark bulunmuştur. Sonuç olarak, voleybol oyuncularında hamstring ve calf kaslarına uygulanan SMR protokollerinin performansı ve yere konma stratejilerini belirgin şekilde iyileştirdiği bulunmuştur. Kadın sporcular hamstring SMR sonrası en yüksek sıçrama değerlerine ulaşırken, erkekler SMR sonrası en düşük sıçrama yükseliğine ulaşmışlardır. Ayrıca cinsiyetler ve taraflar arasında belirgin farklar olduğu gözlemlenmiştir. Kadın sporcuların antrenman programlarına hamstring ve calf SMR protokollerinin dahil edilmesi performans gelişimine ve yaralanmalarının önlenmesine katkıda bulunabilir. Ayrıca SMR protokollerinin cinsiyetler arası ve dominant-nondominant taraflar arasındaki farklar göz önünde bulundurularak dizayn edilmesi önerilmektedir.

Bilim Kodu : 1301

Anahtar Kelimeler : Voleybol, kinematik, yere konma, foam rolling, smaç, blok

Sayfa Adedi : 112

Danışman : Doç. Dr. Elif CENGİZEL

ACUTE EFFECT OF FOAM ROLLING APPLIED TO DIFFERENT MUSCLE GROUPS
IN THE LOWER EXTREMITY ON THE MECHANICS OF SPIKE AND BLOCK
LANDING IN VOLLEYBALL

(MSc. Thesis)

Emine İlkan KURT

GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
July 2024

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the kinematic effects of foam rolling (FR) on different muscle groups of the lower extremities in volleyball players on landing mechanics after a spike and block. Twenty male and twenty female athletes aged 18-25 voluntarily participated in the study. Participants visited the laboratory on four days: reference, gluteal self-myofascial release (SMR), hamstring SMR, and calf SMR protocol days. All spike and block images on the four measurement days were captured using 8 high-speed cameras (T10 cameras, 200 frames/second, Vicon Peak, Oxford, UK) and 2 cameras used for recording real-time movements (Bonita 720c, Vicon Peak, Oxford, UK). A total of 1600 movements (5 spike and 5 block images x 4 protocol days x 40 participants) obtained from the four different measurement days were tagged, modeled, and quantitative data were obtained using Vicon Nexus (Nexus 1.8.4, Vicon, Oxford, UK) software. The participants' jump heights, linear velocities of the center of mass, flexion angles of the hip, knee, and ankle joints at the initial contact (IC) with the ground, angular velocities, range of motion (RoM), and peak flexion angles were analyzed. Repeated measures ANOVA was used to compare different protocol days, independent t-test for gender comparisons, and paired samples t-test for within-group dominant and non-dominant side comparisons. While the flexion angles, peak angular velocities, RoMs, and peak flexion angles at ground contact were not significantly different between the different protocols, significant differences were found between both the dominant and non-dominant sides and between genders. In conclusion, SMR protocols applied to the hamstring and calf muscles significantly improved performance and landing strategies in volleyball players. Female athletes reached the highest jump height after the hamstring SMR, men reached the lowest jump height after SMR. Moreover, significant differences between genders and sides were observed. Including hamstring and calf SMR protocols in female athletes' training programs can contribute to performance improvement and injury prevention. Additionally, it is recommended that SMR protocols be designed considering gender differences and the variations between dominant and non-dominant sides.

Science Code : 1301

Key Words : Volleyball, kinematics, landing, foam rolling, spike, block

Paper Number: 112

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Elif CENGİZEL

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmamın fikir aşamasından itibaren katılımcılara erişmemde, ölçümlerimi en doğru şekilde almamda, elde ettiğim görüntülerin analizini yapmamda ve tezimin yazım aşamasında değerli bilgileri ve alandaki tecrübesiyle gece gündüz demeden desteğini esirgemeyen, bana büyük bir sabır gösteren, üzerimdeki hakkını asla ödeyemeyeceğim, canımdan çok sevdiğim kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Elif Cengizel'e,

Ölçümlerimde ve tez yazım aşamamda hem tecrübeleri hem de iş yoğunluğu arasında bana vakit ayırarak verdiği tüm destekleri için kıymetli arkadaşım Dr. Özgür Cengizel'e,

Katılımcı profilime uygun kişilerin bulunmasında bana yardımcı olan, voleybol antrenörü kıymetli Mehmet Görkem İşgüzar hocam ve Kaan Bacınoğlu hocama,

Verilerimin analiz kısmında bilgi ve tecrübeleriyle desten veren çok kıymetli Suat Demir ve Büşra Kaya Demir'e

Yine ölçüm aşamasında bana ekip çalışmasının önemini gösteren, değerli arkadaşlarım Nurdan Varmış, Yunus Açıkgoz, Nazlı Şahin, Sevimgül Kurt ve Sümeyra Kurt'a,

Çalışmama gönüllülük ile katılarak değerli zamanlarını benimle paylaşan tüm sporculara,

Bugünlere gelmemde büyük emeği olan ve her koşulda arkamda duran, uzakta olsalar bile yokluklarını hiç hissettirmeyen çok kıymetli aileme,

Maddi manevi her şekilde yanımda olan, varlığından güç aldığım ve canımdan çok sevdiğim müstakbel anneciğim Bahriye Tuç'a büyük bir teşekkürü borç bilirim.

Ve son olarak, her zaman ve her şekilde bana yanımda olduğunu hissettiren, tez çalışmamın mübalağasız tüm aşamalarında elinden gelen tüm desteği veren, zor zamanlarımda bana olan inancıyla sürekli beni motive eden çok kıymetli müstakbel eşim Alper Batu Tuç'a en özel teşekkürlerimi sunarım.

Doğdukları coğrafya ve yetiştikleri kültür sebebiyle okumasına izin verilmeyen, pırıl pırıl genç kızlarımıza ithafen...

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	9
2.1. Mekanik	9
2.2. Kinesyoloji.....	10
2.3. Biyomekanik.....	19
2.4. Spor Biyomekaniği	20
2.5. Hareket Analizi	20
2.6. Voleybol Oyun Yapısı	21
2.7. Voleybolda Temel Teknikler	23
2.7.1. Servis	23
2.7.2. Manşet pas.....	24
2.7.3. Parmak pas	25
2.7.4. Smaç	25
2.7.5. Blok	29
2.8. Voleybolda Yere Konma Mekanığı ile İlgili Araştırmalar	31
2.9. Voleybolda Isınma Yöntemleri.....	33
2.9.1 Fasya.....	34

	Sayfa
2.9.2. Fasyanın sınıflandırılması	35
2.9.3. Miyofasyal Gevşeme (MFR) ve Kendi Kendine Miyofasyal Gevşetme (SMR)	37
3.YÖNTEM	43
3.1. Araştırmanın Modeli	43
3.2. Araştırma Grubu	43
3.3. Veri Toplama Araçları	44
3.3.1. Boy uzunluğu, vücut kütlesi ve vücut yağ yüzdesi ölçümleri	44
3.3.2. Antropometrik ölçümler.....	46
3.4. Araştırma Protokolü.....	47
3.4.1. Isınma protokolü.....	48
3.4.2. FR uygulaması	52
3.4.3. Gluteal Kaslara FR uygulaması.....	52
3.4.4. Hamstring Kasına FR uygulaması.....	53
3.4.5. Calf Kasına FR uygulaması	54
3.4.6. Smaç ve blok verilerinin alınması	54
3.5. Verilerin Analizi	60
4. BULGULAR	61
5. TARTIŞMA	75
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	93
KAYNAKLAR	95
EKLER.....	107
Ek-1. Gönüllü Olur Formu.....	108
Ek-2. Etik Komisyon Onayı.....	110
ÖZGEÇMİŞ	112

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Katılımcıların karakteristikleri.....	43
Çizelge 3.2. Dinamik ısınma programı	50
Çizelge 3.3. Statik ısınma programı.....	50
Çizelge 3.4. Top Isınması Programı	51
Çizelge 4.1. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokolleri sonrası smaç ve blok sıçrama yükseklikleri, vücut kütle merkezi (VKM) doğrusal hızları	61
Çizelge 4.2. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben smaç vuruşları sonrasında yerle ilk temas anı (IT) alt ekstremit eklemler aç ıları	63
Çizelge 4.3. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben smaç vuruşları sonrasında yere konmaları sıras ındaki alt ekstremit eklemler aç ısısal hız değ erleri	65
Çizelge 4.4. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben smaç vuruşları sonrasında yere konmaları sıras ındaki alt ekstremit eklemler hareket aç ıklığı (EHA) değ erleri.....	66
Çizelge 4.5. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben smaç vuruşları sonrasında yere konmaları sıras ındaki alt ekstremit zirve fleksiyo n aç ıları	68
Çizelge 4.6. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben blok vuruşları sonrasında yerle ilk temas anı (IT) alt ekstremit eklemler aç ıları	70
Çizelge 4.7. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben blok vuruşları sonrasında yere konmaları sıras ındaki alt ekstremit aç ısısal hız değ erleri	71
Çizelge 4.8. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben blok vuruşları sonrasında yere konmaları sıras ındaki alt ekstremit eklemler hareket aç ıklığı (EHA) değ erleri.....	73
Çizelge 4.9. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben blok vuruşları sonrasında yere konmaları sıras ındaki alt ekstremit zirve fleksiyo n aç ıları	74

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil		Sayfa
Şekil 2.1.	Kalça eklemi anatomisi	11
Şekil 2.2.	Diz eklemi anatomisi	13
Şekil 2.3.	Ayak bileği anatomisi	14
Şekil 2.4.	Ayak bileği hareketleri	15
Şekil 2.5.	Gluteal kaslar	16
Şekil 2.6.	Hamstring kasları	17
Şekil 2.7.	Calf kası	18
Şekil 2.8.	Yüzen servis tekniği	23
Şekil 2.9.	Smaç servis tekniği	24
Şekil 2.10.	Smaç tekniği yaklaşma safhası	27
Şekil 2.11.	Blok tekniği	29

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Manşet pas tekniği	24
Resim 2.2. Parmak pas tekniği.....	25
Resim 2.3. Smaç tekniği	26
Resim 2.4. Fasyanın yapısı	35
Resim 2.5. SMR ekipman türleri	38
Resim 2.6. Yumuşak yüzey foam roller	39
Resim 2.7. Tırlıklı yüzey foam roller	40
Resim 2.8. Grid yüzey foam roller	40
Resim 2.9. Titreşimli foam roller	41
Resim 3.1. Katılımcıların boy uzunluklarını ölçmek için kullanılan Seca marka stadiometre.....	44
Resim 3.2. Katılımcıların vücut kütlelerini ölçmek için kullanılan Seca (SECA, Hamburg Germany) marka tartı	45
Resim 3.3. Katılımcıların vücut yağ yüzdelerini ölçmek için kullanılan TANİTA BC-418M (Tokyo, Japan) marka bioimpedans analiz cihazı.....	45
Resim 3.4. Katılımcıların diz, dirsek, el bileği ve ayak bileği genişliklerini ölçmek için kullanılan (Holtain, UK) marka kayan kaliper	46
Resim 3.5. Katılımcıların el kalınlıklarını ölçmek için kullanılan skinfold kaliper (Holtain, UK).....	47
Resim 3.6. Katılımcıların ısınmasında kullanılan Monark Cardio Care 827E (Monark, Sweden) bisiklet ergometresi.....	49
Resim 3.7. Katılımcıların bisiklet ısınması görüntüleri	49
Resim 3.8. Katılımcıların dinamik ısınma uygulaması görüntüleri.....	50
Resim 3.9. Katılımcıların statik ısınma görüntüleri.....	51
Resim 3.10. Katılımcıların top ısınması görüntüleri.....	51
Resim 3.11. Katılımcılara uygulanan Trigger Point marka (Tayvan, Çin) foam roller.	52
Resim 3.12. Kadın katılımcıların gluteal kaslarına uygulanan FR	53
Resim 3.13. Erkek katılımcıların gluteal kaslarına uygulanan FR	53

Resim	Sayfa
Resim 3.14. Kadın katılımcıların hamstring kaslarına uygulanan FR	53
Resim 3.15. Erkek katılımcıların hamstring kaslarına uygulanan FR	53
Resim 3.16. Kadın katılımcıların calf kasına uygulanan FR	54
Resim 3.17. Erkek katılımcılara uygulanan calf kasına uygulanan FR	54
Resim 3.18. Vicon T10 serisi kameraları.....	55
Resim 3.19. Bonita kameraları.....	55
Resim 3.20. Kameraların metal asma kafes üstündeki konumları.....	56
Resim 3.21. İşaretleyicilerin katılımcıların referans noktalarına yerleştirilmesi	57
Resim 3.22. İşaretleyicilerin anatomik referans noktalarına göre konumları	57
Resim 3.23. Katılımcıların smaç vuruşu safhaları	58
Resim 3.24. Katılımcıların blok vuruşu safhaları	58
Şekil 3.25. Vicon Plug-in Gait referans kitapçığı kalça, diz ve ayak bileği eksenleri....	60

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu tez çalışmasında kullanılan simgeler ve kısaltmalar aşağıda açıklamalarıyla birlikte sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
%	Yüzde
°	Derece
°/sn	Açısal Hız
cm	Santimetre
dk	Dakika
gr	Gram
kg	Kilogram
kg.m ⁻²	Vücut Kütle İndeksi
m	Metre
m/kg ²	Vücut Yağ Yüzdesi
m/sn	Hız
mm	Milimetre
p	Anlamlılık Düzeyi
sn	Saniye

Kısaltmalar	Açıklamalar
ACL	Çapraz Bağ Yaralanması
DOMS	Gecikmeli Başlangıçlı Kas Ağrısı
EHA	Eklem Hareket Aralığı
FIVB	Uluslararası Voleybol Federasyonu
FR	Foam Roller
GA	Güven Aralığı
IT	Yerle İlk Temas Anı
Maks	Maksimum
Min	Minimum
Ort	Ortalama
SMR	Kendi Kendine Miyofasyal Gevşeme

SS	Standart Sapma
Kısaltmalar	Açıklamalar
VA	Vücut Ağırlığı
vGRF	Dikey Yer Reaksiyon Kuvveti
VKİ	Vücut Kütle İndeksi
VKM	Vücut Kütle Merkezi



1. GİRİŞ

Son yıllarda, fiziksel ve ruhsal sağlığa etkisi açısından sporun önemi giderek artmaktadır (Halldorsson ve diğerleri, 2014). Takımlar ve antrenörler, daha fazla mükemmeli arama çabasına girmişlerdir. Bu farkındalık, spor biyomekaniğinde önemli gelişmelerin elde edilmesini sağlamıştır. Doğru hareket ve temel teknik bilgilerin kullanılması, sporcunun algıladığı fiziksel yükü en aza indirecek ve bu nedenle enerji kullanım verimliliği artacaktır. İşte tam da bu noktada biyomekanik prensiplerden yararlanmak, sporcuya önemli ölçüde fayda sağlamaktadır (McGinnis, 2012).

Öte yandan, müsabaka esnasında oluşabilecek darbe ve akut yaralanmaların veya antrenmanlarda aşırı kullanım kaynaklı deformasyonların önlenmesi ya da etkisinin azaltılması, biyomekanik prensiplerden yararlanılarak gerçekleştirilmektedir (Arıtan, 2015). Aynı şekilde, sporcunun daha çabuk toparlanması da bu prensipler sayesinde mümkün olmaktadır. Dolayısıyla, spor biyomekaniğinin popülaritesinin son yıllarda giderek artmasının sebebi, en iyi seviyeye ulaşmak ve bunu uzun süre korumak isteğidir (İnal, 2017).

Mekaniğin bir alt dalı olan biyomekanik insan hareketlerini oluşturan mekanik kuralların hücre, doku ve hatta organizma seviyesinde etkilerini ve sonuçlarını inceler. Bu tanımdan hareketle spor biyomekaniği ise dinlenme ve hareket anında insan vücudu üzerinde etkili olan kuvvetleri ve bu kuvvetlerin diğer objeler ve kişiler üzerindeki sonuçlarını inceleyen bilim dalıdır (Yakut, 2014).

İnsan vücudunun düzgün koordineli ve amacına uygun olarak yaptığı hareketler kas-iskelet sistemi tarafından gerçekleştirildiğinden spor biyomekaniği, mekaniğin 5 alt dalından biri olan katı madde mekaniği içinde incelenmektedir. Katı madde mekaniği statik ve dinamik olmak üzere iki başlık altında toplanmaktadır. Bunlardan dinamik ise kinetik ve kinematik olarak ikiye ayrılmaktadır. Kinetik objelerin hareketlerine neden olan kuvvetlerden bahsederken, kinematik objelerin hareketlerini kat edilen mesafe, geçen süre, ivme, hareketin yönü uygulanış şekli ve hızı açısından incelemektedir (McGinnis, 2012).

Voleybol, sürekli hareketlerden oluşan dinamik bir spordur (Khezri ve Fatahi, 2022). Voleybolda kullanılan temel teknikler, farklı hareket kalıplarının bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Bu şekilde temel teknik elementler ortaya çıkmaktadır. Bu temel teknik becerilerden en önemlileri smaç, blok ve servistir ve bu teknik elementler maçın

kazanılmasında büyük öneme sahiptir (Reeser ve diğerleri, 2010a; Zahradnik ve diğerleri, 2014).

Bununla birlikte, voleybol yaralanmalarının çoğunun blok ve smaçtan sonra yere konma sırasında meydana geldiği bildirilmiştir (Augustsson ve diğerleri, 2006). Önceki çalışmalar, sporcuların yere konma stratejisinin, voleybol yaralanmalarının ortaya çıkmasını azaltmak için uygun bir eğitim müdahalesi ile geliştirilebileceğini ortaya koymuştur (Kilic ve diğerleri, 2017; Pfile ve diğerleri, 2013).

Beş setlik bir voleybol maçı sırasında her bir sporcunun ortalama 250 adet sıçrama yaptığı bildirilmiştir (Martinez, 2017). Yanlış yere konma teknikleri kullanan ya da yeterince sıçrama antrenmanı yapmayan sporcular, bu sıçrama ve yere konma yükü karşısında sakatlıklarla yüzleşmek zorunda kalırlar. Havada yapılan başüstü hareketler, topa maksimum kuvvetle vurmaya amaçlar ve yere konma aşaması ise sakatlanmaları önlemek için doğru teknikle gerçekleştirilmelidir (Lobiatti ve diğerleri, 2010). Bu becerilerin her biri, oyuncunun performansını doğrudan etkileyen kritik unsurlardır ve doğru tekniklerle çalışılması büyük önem taşır (Oliveira ve diğerleri, 2020).

Voleybolda ısınma kinematiği, performansın optimize edilmesi ve sakatlık riskinin azaltılması açısından kritik bir rol oynar. Isınma, kasların elastikiyetini artırarak hareket açıklığını genişletir ve böylece sporcuların daha hızlı ve etkili hareket etmelerine olanak tanır (Woods ve diğerleri, 2007). Kinematik olarak iyi bir ısınma, eklemlerin daha düzgün ve koordineli bir şekilde hareket etmesini sağlayarak, vücut mekaniğinin optimum seviyede işlemesini destekler (Fradkin ve diğerleri, 2010). Bu açıdan günümüzde ısınma ve soğuma evrelerinde oldukça popüler olan SMR teknikleri ve özellikle FR kullanımı, kasların ve fasyaların esnekliğini artırarak, kas lifleri arasındaki sürtünmeyi azaltır ve bu da hareket verimliliğini artırır (Skarabot ve diğerleri, 2015). Bu teknikler, voleybolda ani ve patlayıcı hareketlerin gerektirdiği hızlı kasılma ve gevşemelerde, kasların daha etkin bir şekilde çalışmasına yardımcı olur. Ayrıca, kas ağrılarının azaltılmasında ve toparlanma sürecinin hızlandırılmasında da etkilidir (MacDonald ve diğerleri, 2013).

Günümüzde, voleybol gibi takım sporlarında teknolojinin kullanımı büyük önem kazanmıştır. Özellikle video analiz sistemleri, hareket yakalama teknolojileri ve biyomekanik analizler, antrenmanların ve maç performanslarının detaylı bir şekilde

incelenmesine olanak tanımaktadır (Li ve diğeri, 2021). Bu sayede, oyuncuların teknik ve taktiksel gelişimlerine katkı sağlanmakta, sakatlanma riski azaltılmakta ve performansları optimize edilmektedir. Bu durum, voleybol sporunda da teknolojinin ne denli önemli olduğunu göstermektedir.

Voleybol gibi dünya çapında büyük ilgi gören takım sporlarında kullanılan yeni ekipmanların ve farklı ısınma metodlarının etkilerini son teknoloji cihazlarla ortaya koymak, İyi seviyedeki sporcuların teknik analizlerini hata payını en aza düşürecek yöntemlerle sunmak sporculara, antrenörlere, sporcu sağlığı uzmanlarına kaliteli bilgiler sunabilir ve sportif performans araştırmalarına önemli katkılarda bulunabilir.

Problem durumu/ konunun tanımı

Literatürde voleybolda üst ekstremiteler (Huang ve Hu, 2007; Öz, 2017; Ozawa ve diğeri, 2021; Reeser ve diğeri, 2010b; Slovák ve diğeri, 2023) ve alt ekstremiteler (Devita ve Skelly, 1992; Hughes ve diğeri, 2008; Hughes ve Watkins, 2008a; Janssen ve diğeri, 2012; Mason-Mackay ve diğeri, 2016; Zahradnik ve diğeri, 2015) kinematiğini ele alan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar çoğunlukla sportif tekniğin analizini, cinsiyetler arası farkları ya da farklı yaş kategorilerindeki kinematik farkları ele almaktadır. Farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin smaç ve bloktan sonra yere konma mekaniği ile ilgili yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu tez çalışmasında alt ekstremitedeki farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin smaç ve bloktan sonra yere konma mekaniği üzerinde ortaya çıkardığı kinematik değişiklikler ele alınmıştır.

Problem cümlesi

Voleybol oyuncularının alt ekstremitelerindeki farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin smaç ve bloktan sonra yere konma mekaniği üzerinde akut bir etkisi var mıdır?

Alt problemler

1. Voleybol oyuncularının alt ekstremitelerindeki farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin smaç ve bloktan sonra yerle ilk temas anındaki kalça, diz ve ayak bileği fleksiyonu üzerinde akut bir etkisi var mıdır?

2. Voleybol oyuncularının alt ekstremitelerindeki farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin smaç ve blok sıçrama yükseklikleri ve VKM dikey doğrusal hızları üzerinde akut bir etkisi var mıdır?
3. Voleybol oyuncularının alt ekstremitelerindeki farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin smaç ve bloktan sonra yere konma sırasındaki kalça, diz ve ayak bileği zirve açışal hızları üzerinde akut bir etkisi var mıdır?
4. Voleybol oyuncularının alt ekstremitelerindeki farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin smaç ve bloktan sonra yere konma sırasındaki kalça, diz ve ayak bileği eklem hareket açıklığı üzerinde akut bir etkisi var mıdır?
5. Voleybol oyuncularının alt ekstremitelerindeki farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin smaç ve bloktan sonra yere konma sırasındaki kalça, diz ve ayak bileği zirve fleksiyon açıları üzerinde akut bir etkisi var mıdır?
6. Voleybol oyuncularının alt ekstremitelerindeki farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin smaç ve bloktan sonra yere konma sırasında dominant ve non-dominant taraf üzerinde akut bir etkisi var mıdır?
7. Voleybol oyuncularının alt ekstremitelerindeki farklı kas gruplarına uygulanan foam rolling smaç ve bloktan sonra yere konma mekaniği üzerinde cinsiyetler arası kinematik farklar var mıdır?

Hipotezler

H₁: Voleybol oyuncularının alt ekstremitelerindeki farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin smaç ve bloktan sonra yere konma sırasındaki kalça, diz ve ayak bileği eklem hareket açıklığı üzerinde akut bir etkisi vardır.

H₀: Voleybol oyuncularının alt ekstremitelerindeki farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin smaç ve bloktan sonra yere konma sırasındaki kalça, diz ve ayak bileği eklem hareket açıklığı üzerinde akut bir etkisi yoktur.

Bu çalışmada H₁ hipotezinin doğru olduğu varsayılmıştır.

Araştırmanın amacı

Bu araştırmanın amacı voleybol oyuncularında alt ekstremitede farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin smaç ve blok yere konma mekaniği üzerine akut etkisinin incelenmesidir.

Araştırmanın önemi

Voleybol birçok karmaşık hareket dizisini barındıran ve sıçrama-yere konma döngülerinin ard arda gerçekleştiği bir spor disiplini. Voleybolda gerçekleşen sakatlanmalarının büyük çoğunluğunun alt ekstremitede gerçekleştiği göz önüne alınırsa bu çalışmanın sonucunda voleybol sporcularının yere konma stratejileri ve foam rollingin kas grupları üzerinde oluşturduğu kinematik etkilerin belirlenmesi, bu bilgiler ışığında hazırlanacak antrenman ve ısınma programları ile sporcuların sakatlık risklerinin azaltılabilmesinin ve doğru hareket tekniği düzeltmeleri ile sporcuların performans artışının mümkün olması bu çalışmanın önemini oluşturmaktadır.

Varsayımlar/Sayıtlar

Araştırmaya katılan sporcuların maksimum düzeyde performans gösterdikleri ve farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin smaç ve blok yere konma mekaniğinde kinematik farklar yaratacağı varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

Araştırmaya Ankara ilinde 1. ve 2. Ligde oynayan 20 kadın ve 20 erkek voleybol oyuncusu katılmıştır. Katılımcıların yaş aralıkları 18-25 yaş olarak sınırlandırılmıştır.

Biyomekanik

Biyomekanik insan hareketleri oluşturan mekanik kuralların hücre, doku ve daha geniş anlamda organizma düzeyinde etkilerini ve sonuçlarını inceleyen bir bilim alanıdır. Biyomekanik terimi “biyo” ve “mekanik” köklerinden oluşmaktadır. Biyoloji kelimesinin kısaltılmış şekli olan “biyo” yaşayan canlıları ifade etmekte, mekanik kelimesi ile birleştirilerek “yaşayan canlıların mekaniği” anlamında kullanılmaktadır (İnal, 2017).

Spor biyomekaniği

Spor biyomekaniği, spor ve egzersiz sırasında insan hareketlerini inceleyen bilim dalıdır. Bu alan, insan vücudunun hareketlerini ve bu hareketleri etkileyen mekanik yasaları anlamaya çalışır. Spor biyomekaniği, atletik performansı artırmak, sakatlanmaları önlemek ve rehabilitasyon süreçlerini optimize etmek amacıyla hareketlerin verimliliğini ve etkinliğini analiz eder. Bu analizler, fizik, mühendislik ve anatomi prensiplerine dayanarak gerçekleştirilir ve sporcuların tekniklerini geliştirmelerine yardımcı olur (Knudson, 2007).

Kinetik

Kinetik, hareketin nedenlerini ve bu hareketlere etki eden kuvvetleri inceleyen fizik dalıdır. Bu alanda, bir cismin kütlesi, hızı, ivmesi ve bu cisme uygulanan kuvvetler arasındaki ilişkiler incelenir. Kinetik, Newton'un hareket yasaları temel alınarak geliştirilmiş olup, mekanik sistemlerin dinamik davranışlarını anlamak için kullanılır (Beer, 2020).

Kinematik

Kinematik, hareketin nedenlerini dikkate almaksızın, cisimlerin hareketlerini inceleyen fizik dalıdır. Kinematik, bir cismin konumu, hızı ve ivmesi gibi hareket parametrelerini tanımlar ve bu parametrelerin zamanla nasıl değiştiğini inceler (Bourgain ve diğerleri, 2022).

Yere konma

Sporda yere konma (landing), bir sporcu sıçradıktan sonra yere tekrar temas ettiği andır (Akbari ve diğerleri, 2023).

Miyofasyal gevşeme

Miyofasyal gevşeme, kaslar ve çevresindeki fasyal dokuların gerginliğini azaltmak amacıyla yapılan manuel terapi tekniklerini içerir. Bu yöntem, özellikle kas düğümleri veya "tetik noktaları" olarak bilinen sertleşmiş kas dokularını hedef alarak, dokuların esnekliğini ve hareket kabiliyetini artırmayı amaçlar (Galasso ve diğerleri, 2020).

Kendi kendine miyofasyal gevşeme

Kendi kendine miyofasyal gevşeme (SMR), kişinin kas ve fasyal dokularındaki gerginliği azaltmak amacıyla çeşitli araçlar kullanarak yaptığı manuel terapi tekniklerini içerir. Bu teknik genellikle foam roller, masaj topları veya benzeri araçlarla uygulanır. SMR, sporcular ve fiziksel olarak aktif bireyler tarafından hareket aralığını artırmak, kas ağrılarını hafifletmek ve kas performansını iyileştirmek için kullanılır (Martínez ve diğerleri, 2024).

Foam roller

Foam roller, egzersiz sonrası kas gerginliğini azaltmak ve esnekliği artırmak için kullanılan silindirik bir masaj aracıdır. Genellikle yoğun köpükten yapılmış olup çeşitli boyut ve sertliklerde bulunur (Santos ve diğerleri, 2024).

Smaç

Voleybolda smaç, bir oyuncunun topu rakip sahaya güçlü ve hızlı bir şekilde vurmasıyla gerçekleştirilen hücum hareketidir. Smaç, genellikle fileye yakın bir noktadan yapılır ve topa yüksekten vurularak karşı takımın savunmasını aşmayı hedefler (Graham, 2018).

Blok

Voleybolda blok, bir veya birden fazla oyuncunun, rakip takımın hücum vuruşunu (smaç) engellemek amacıyla file üzerinde ellerini yukarı doğru kaldırarak yaptığı savunma hareketidir (Graham, 2018).



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mekanik

Mekanik, kuvvetler etkisi altındaki cisimlerin dengesi ve hareketini inceleyen bir bilim dalıdır. Bu disiplin, klasik mekanik, kuantum mekaniği ve relativistik mekanik olarak üç ana alt dala ayrılır. Klasik mekanik, Newton'un hareket yasalarına dayanarak makroskopik nesnelerin hareketlerini inceler ve mühendislik ile günlük yaşamda geniş uygulama alanı bulur. Kuantum mekaniği, atom ve atom altı parçacıkların davranışlarını araştırırken, relativistik mekanik ışık hızına yakın hızlarda hareket eden nesnelerin dinamiklerini inceler (Capecchi, 2021).

Bunların yanı sıra, mekanik bilimi katı cisim mekaniği, şekil değiştiren cisim mekaniği ve akışkanlar mekaniği olarak daha da spesifik alanlara ayrılır. Katı cisim mekaniği, deformasyona uğramayan ve sabit şekil koruyan cisimlerin hareketlerini ve bu hareketlere etki eden kuvvetleri inceler (Hibbeler, 2017). Şekil değiştiren cisim mekaniği, elastik ve plastik deformasyon gösteren cisimlerin davranışlarını araştırır ve mühendislik yapılarının dayanıklılığı gibi konularla ilgilenir (Timoshenko, 1970). Akışkanlar mekaniği ise, gazlar ve sıvılar gibi akışkanların hareketlerini ve bu hareketlere neden olan kuvvetleri inceleyerek, hava ve su dinamikleri gibi birçok alanda uygulanır (White, 2011).

Katı cisim mekaniği, iki ana dal olarak statik ve dinamik şeklinde ayrılır. Statik, durağan haldeki cisimlerin dengesi ve kuvvet analizini inceler. Bu bilim dalı, köprülerin ve diğer mühendislik yapıların sabit kuvvetler altında nasıl davrandığını anlamak için kullanılır. Statik analiz, cisimlerin üzerlerine etki eden kuvvetlerin dengede olup olmadığını ve bu kuvvetlerin neden olduğu gerilmeleri hesaplamayı içerir (Berr ve Johnston, 1977).

Dinamik ise, hareket halindeki cisimlerin hareketlerini ve bu hareketlere neden olan kuvvetleri inceler. Dinamik, kinematik ve kinetik olarak ikiye ayrılır: Kinematik, cisimlerin hareketlerini kuvvetler dikkate alınmadan incelerken, kinetik bu hareketlere neden olan kuvvetleri ve momentleri analiz eder (İnal, 2017).

İnsan hareketlerinin analizi, kinematiğin en önemli uygulama alanlarından biridir. Yürüme, koşma, atlama ve diğer sportif aktivitelerde eklem hareketleri, kas aktivasyonları ve genel

hareket kalıpları kinematik analiz yoluyla incelenir. Bu analizler, performansın artırılması, tekniklerin geliştirilmesi ve yaralanmaların önlenmesi amacıyla kullanılır (Whittle, 1991).

Kinematik 2'ye ayrılır:

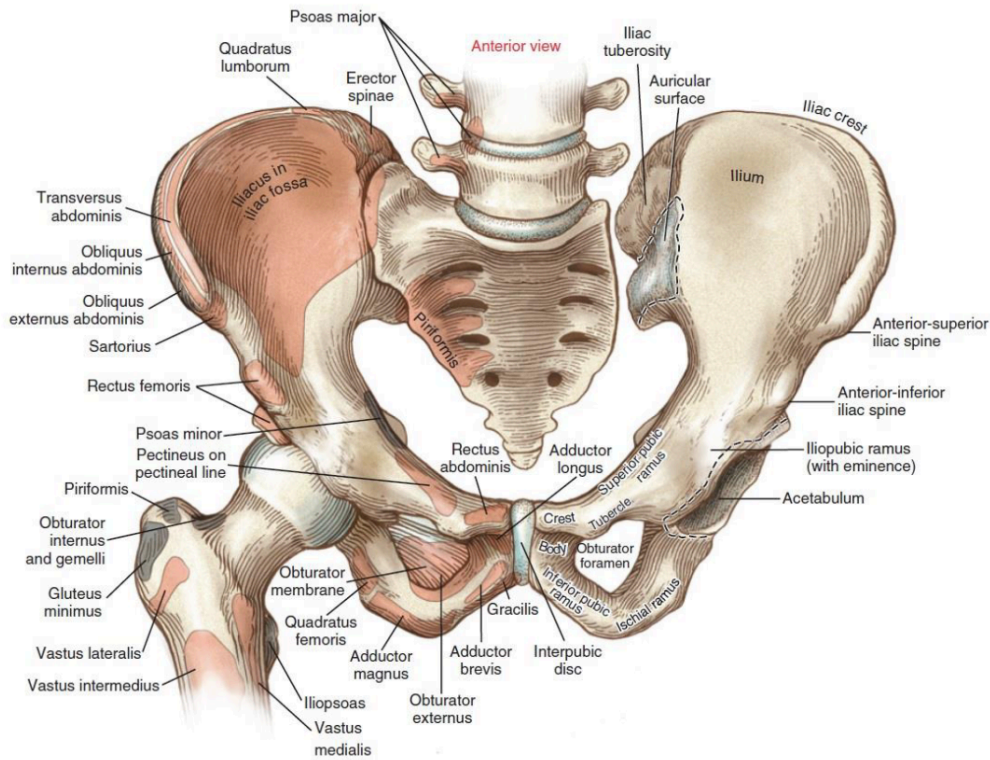
- 1) Doğrusal kinematik: Doğrusal kinematik, cisimlerin düz bir çizgi boyunca hareketlerini inceler. Doğrusal kinematik, konum, hız ve ivme gibi hareketin temel parametrelerini analiz eder. Örneğin, bir sporcunun koşu sırasında bacaklarının hareketlerini analiz ederken, adım uzunluğu ve adım hızı gibi doğrusal hareket parametreleri dikkate alınır (Hibbeler, 2017).
- 2) Açısal kinematik: Açısal kinematik, cisimlerin dönme hareketlerini inceler. Bu dal, açısal konum, açısal hız ve açısal ivme gibi parametreler üzerinde çalışır. Örneğin, bir voleybolcunun smaç vuruşu sırasında kolunun dönüş hareketlerini analiz ederken, eklem açıları ve dönme hızları gibi açısal hareket parametreleri de değerlendirilir (Meriam, 2020).

2.2. Kinesyoloji

Kinesiyoloji, insan hareketini ve vücut mekaniklerini inceleyen bir bilim dalıdır. Bu disiplin, biyomekanik, fizyoloji, anatomi, nöroloji ve psikoloji gibi çeşitli alanlardan yararlanarak, insanların nasıl hareket ettiğini ve bu hareketlerin altında yatan süreçleri anlamayı amaçlar. Kinesiyoloji, spor performansını artırma, yaralanmaları önleme ve rehabilitasyon süreçlerini iyileştirme gibi uygulama alanlarına sahiptir (Knudson, 2007).

2.2.1 Kalça eklemi kinesyolojisi

Kalça eklemi; kalça çukuru (asetabulum), uyluk başı, uyluk boynundan oluşur. Etrafı asetabular labrum, eklem kapsülü ve birçok güçlü kas ile çevrilidir. Tüm bu yapıların koordineli çalışmasıyla kalça eklemi kararlı, esnek ve dayanıklı yapıya sahip olur (Byrne ve diğerleri, 2010, Şekil 1.).



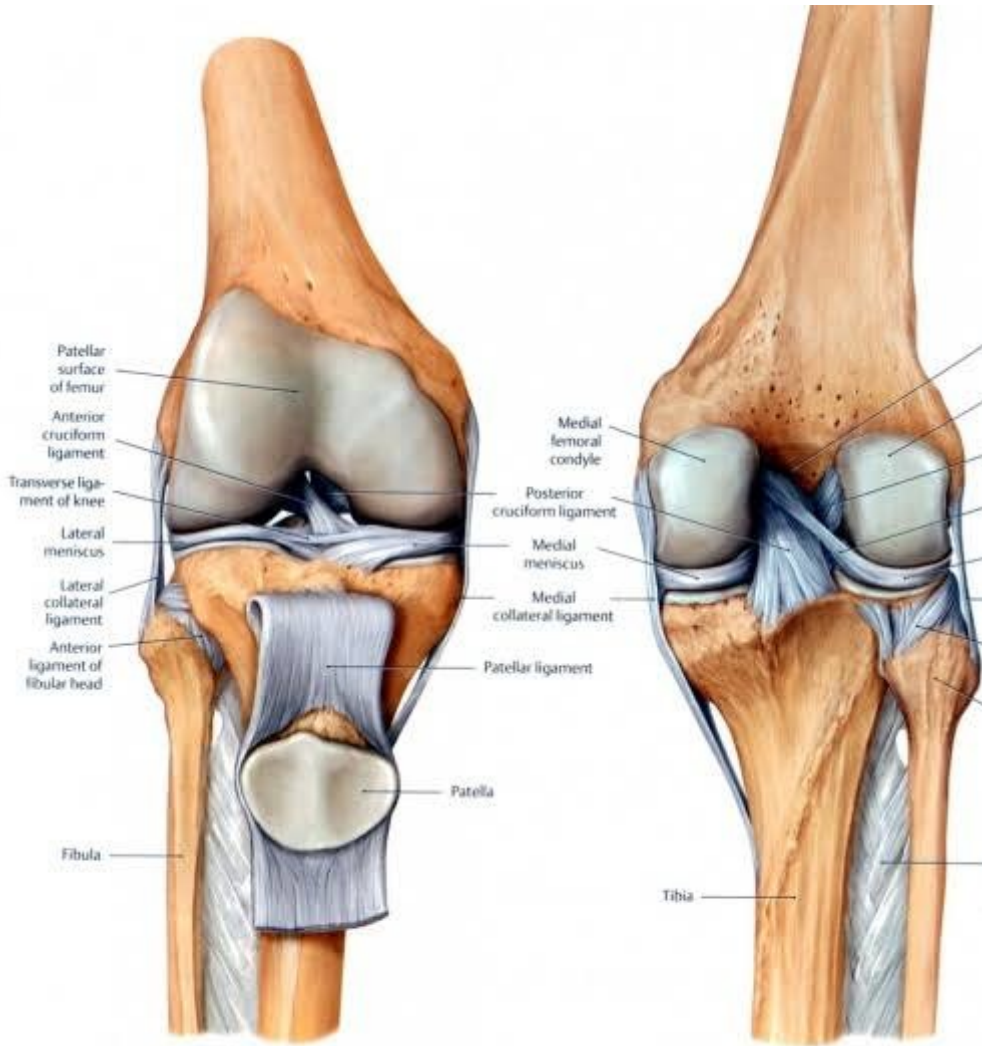
Şekil 2.1. Kalça eklemi anatomisi (Neumann, 2016)

Kalça eklemi, ayakta durma ve yürüme sırasında statik ve dinamik kuvvetlerden etkilenmektedir. Anatomik pozisyonda sağ ve sol kalça eklemine düşen yük vücut ağırlığının 1/3'ü kadardır (Yüçetürk, 2007). Yürümenin yerle temas anında femur başı ve asetabulum arasında, fonksiyonel bir denge vardır. Bu denge, gövdenin ağırlık merkezi ile abdüktör kasların gücü arasındaki ters yönde etki eden kuvvetlerce sağlanmaktadır (Byrne ve diğerleri, 2010). Yürüme döngüsünün farklı zamanlarında, femur başının yük altında kalan anatomik kısımları değişmektedir. Topuğun yere temas ettiği an anterosuperomedial, parmakların yerden kaldırıldığı an ise posterosuperolateral bölge yük altında kalır. Adım atma sırasında bir tarafın ekstremitesi yerden kaldırıldığı için o tarafın ağırlığı gövde ağırlığına eklenir ve ağırlık merkezinde değişim meydana gelir. Burada denge abdüktör kaslar tarafından sağlanır. Karşı taraf femur başı rotasyon merkezi olacağı için, femur başı merkezini etkileyen bileşke kuvvet'in büyüklüğü, abdüktör kas gücü ve vücut ağırlığı kuvvetlerinin vektörel toplamına eşit olacaktır. Vücut ağırlık merkezinin femur başı rotasyon merkezine olan uzaklığının abdüktör kasların femur başı merkezine olan dikey uzaklığının üç katı olduğu bulunmuştur (Hinrichs, 1990). Buradan yük kolu uzunluğunun kuvvet kolundan daha fazla olduğu sonucu çıkmaktadır. Bu durumda dengeyi sağlamak için gluteus medius kası tarafından oluşturulacak kuvvetin vücut ağırlığından fazla olması gerekir.

Kaldırıcın destek noktası gibi işlev gören kalça ekleminde oluşan kuvvet ise bu momentlerin toplamına eşittir (Yüçetürk, 2007). Pelvis'in dengede kalabilmesi için kuvvet x kuvvet kolu = yük x yük kolu prensiplerine göre abdüktör kasların vücut ağırlığı momentinin üç katı kadar kuvvet üretmesi gerekmektedir (Yakut, 2014).

2.2.2 Diz eklemi kinesyolojisi

Diz eklemi vücuttaki en büyük eklemlerden biridir. Diz ekleminin yapısı kaslar, kemikler, bağlar (ligament), kıkırdaklar ve diğer yumuşak dokulardan oluşur (Şekil 2.2). Diz ekleminin hareketi dört ana ligament tarafından stabilize edilmektedir. Bunlar sırası ile ön ve arka çapraz bağlar, medial ve lateral kollateral ligamentlerdir. Diz eklemi, femur ve tibia kemikleri tarafından kalça ve ayak bileğine bağlanır. Femur medial ve lateral kondil adı verilen iki dışbükey yüzeyden oluşur (Jawad ve Grey, 2017). Lateral kondil lateral tibia platosu, medial kondil medial tibia platosu ile bağlantı halindedir. Her bir kemiğin ucu kıkırdak ile kaplıdır. Femoral kıkırdak medial ve lateral kondillerin etrafını sararak femur kemiğini çevreler. Tibial kıkırdak ise tibial plato üzerine yerleşmiştir (Ambrožič ve diğerleri, 2021, Şekil 2).



Şekil 2.2. Diz eklemi anatomisi (<https://www.fizyoplatform.com>)

Diz eklemi, eklem kapsülü adı verilen ve sinoviyal zar (sinovyum) ile kaplanan lifli bir doku ile çevrilidir. Eklem içindeki sinoviyal sıvıyla dolu olan boşluğa, eklem boşluğu denir. Sinoviyal sıvı, eklemin kayganlaşmasında ve ihtiyaç duyduğu maddelerin eklem içerisine alınmasında önemli bir rol oynar (Dabiri ve diğerleri, 2013; Mom, 1997). Diz eklemindeki diğer bir önemli kemik ise diz kapağıdır (patella). Eklemin anterioründe bulunur ve hareket esnasında diz ekstansiyonunu kolaylaştırır. Fibula ise, tibiaya proksimal ve ayak bileği eklemine distal olarak konumlanmış başka bir kemiktir. Tam ekstansiyonda, femur ve tibia yük desteğinde önemli rol oynar iken, patella ve fibulanın yük desteğine önemli bir katkısı yoktur.

Tibiofemoral eklemin artikülasyon yüzeylerindeki farklılıklar, aktiviteye bağlı olarak tibial plato üzerinde farklı yükleme paternlerine neden olur. Normal şartlarda medial taraftaki yük lateral tarafa göre daha fazladır. Medial femoral kondil ve medial tibial plato yan bölmeye

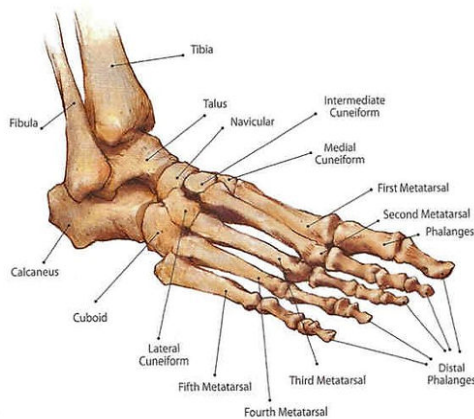
göre daha uzun veya ovaldır. Medial tibial platonun eklem yüzeyi içbükeydir, lateral platonun ise ön-arka dışbükeyliği vardır.

Medial tibial platonun eklem yüzeyi içbükeydir, lateral platonun ise ön-arka dışbükeyliği vardır. Tibianın eklem yüzeyleri neredeyse yataydır. Proksimal femurun 125°'lik eğim açısı nedeniyle eğik olarak konumlanmıştır. Böylece tibiofemoral eklem normal frontal dizilimi, eklem lateral tarafında 170 ila 175°'lik bir açı oluşturacak şekilde hafif bir valgus gösterir (Chao ve diğerleri, 1994; Oatis 2009; Neumann, 2013). Bu valgus açısı, vücut kütle merkezini destek tabanında tutmak için çok önemlidir.

Genel olarak abduktör-addüktör hareketi yaklaşık 5°, iç ve dış rotasyon yaklaşık 35°, fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri ise 150°'dir. Ön-arka kayma diz fleksiyonunun 30 ila 90°'si arasında maksimumdur (Nigg ve Herzog, 2007; Oatis, 2009).

2.2.3 Ayak bileği kinesyolojisi

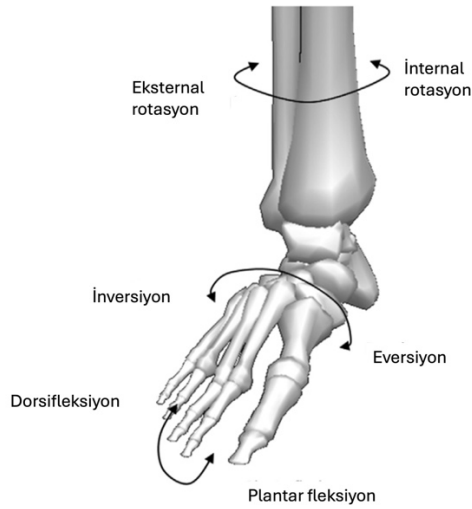
Ayak bileği, ayağın yirmi altı ayrı kemiğinden ve alt ekstremitenin uzun kemikleriyle birlikte toplam otuz üç eklemden oluşur (Şekil 3). Sıklıkla 'ayak bileği eklemi' olarak adlandırılrsa da ayağın hareketini kolaylaştıran çok sayıda eklem vardır. Ayak bileği eklem kompleksi talokalkaneal (subtalar), tibiotalar (talokrural) ve transvers-tarsal (talokalkaneonaviküler) eklemden oluşur.



Şekil 2.3. Ayak bileği anatomisi (<https://www.goodier.info/ankle-anatomy>)

Ayak bileği eklem kompleksinin temel hareketi sagittal düzlemde meydana gelen plantar ve dorsifleksiyondur; enine düzlemde meydana gelen abduksiyon/addüksiyon ve ön düzlemde

meydana gelen inversiyon-eversiyon olarak adlandırılır. Hem subtalar hem de tibiotalar eklemlerdeki bu hareketlerin kombinasyonları, supinasyon ve pronasyon adı verilen üç boyutlu hareketler yaratır. 5 Her iki terim de ayağın (taban) plantar yüzeyinin konumunu tanımlar. Supinasyon sırasında plantarfleksiyon, inversiyon ve adduksiyon kombinasyonu tabanın mediale bakmasına neden olur. Pronasyonda, dorsifleksiyon, eversiyon ve abduksiyon, tabanın yana doğru konumlandırılmasını sağlar.



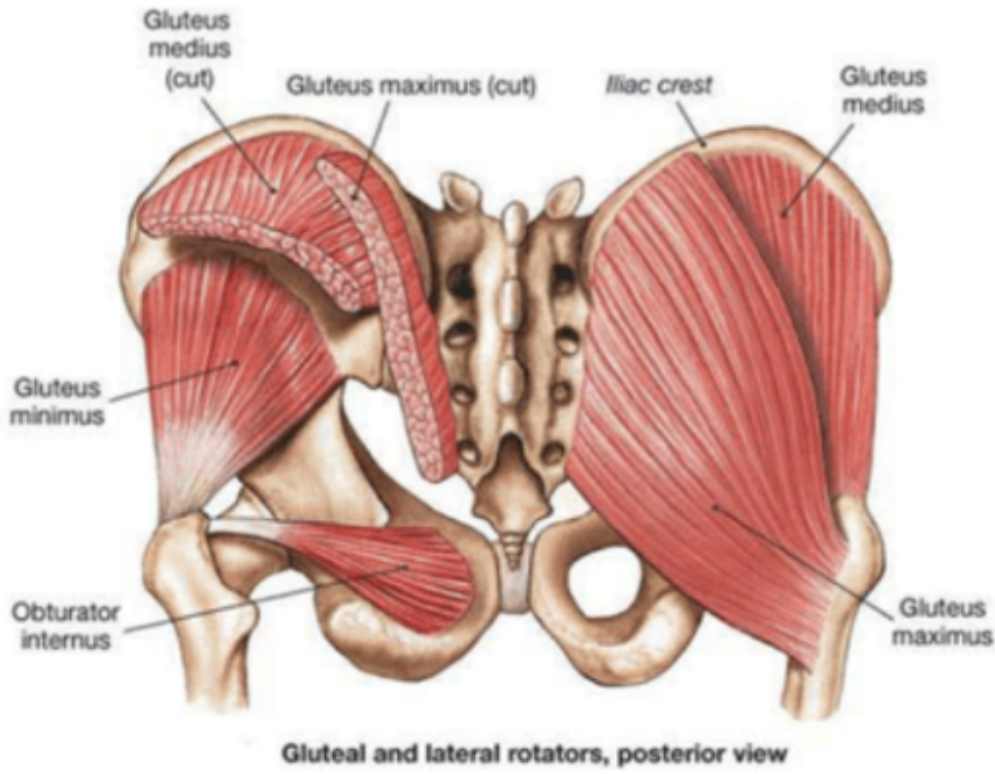
Şekil 2.4. Ayak bileği hareketleri (Claire ve Graham, 2016)

Birçok çalışma, sagittal düzlemde 65 ila 75° arasında genel bir EHA olduğunu, 10 ila 20° dorsifleksiyondan 40-55° plantar fleksiyona doğru ilerlediğini göstermiştir. Bununla birlikte, günlük aktivitelerde, sagittal düzlemde gereken hareket alanı çok daha azdır; yürüme için maksimum 30°, merdiven çıkma ve inme için sırasıyla 37° ve 56°'dir.

2.2.4 Alt ekstremité kasları

Gluteal kaslar

Gluteal kaslar, vücudun alt kısmında yer alan ve kalça bölgesinde bulunan kaslardır. Bu kas grubu, başlıca üç büyük kası içerir: gluteus maximus, gluteus medius ve gluteus minimus (Şekil 2.5.). Bu kaslar hem hareketin gerçekleştirilmesinde hem de vücut dengesinin korunmasında önemli bir rol oynar.



GLUTEAL KAS GRUPLARI

Şekil 2.5. Gluteal kaslar (www.fizyodemi.com)

Gluteus maximus, gluteal kaslar arasında en büyük ve en yüzeysel olanıdır. Bu kas, kalça ekleminin ekstansiyonu, abduksiyonu ve dış rotasyonunda önemli bir rol oynar. Özellikle yürüme, koşma, merdiven çıkma gibi aktivitelerde aktif olarak kullanılır. Gluteus maximus kasının, vücudun en güçlü kaslarından biri olduğu bilinmektedir (Olson ve diğerleri, 1997).

Gluteus medius, gluteus maximus'un hemen altında yer alır ve kalça ekleminin abduksiyonunda ve iç rotasyonunda görev alır. Bu kas, özellikle tek ayak üzerinde dururken vücut dengesinin sağlanmasına yardımcı olur. Literatürde, gluteus medius'un zayıflığının, kalça ve diz problemlerine yol açabileceği belirtilmiştir (Gottschalk ve diğerleri, 1989).

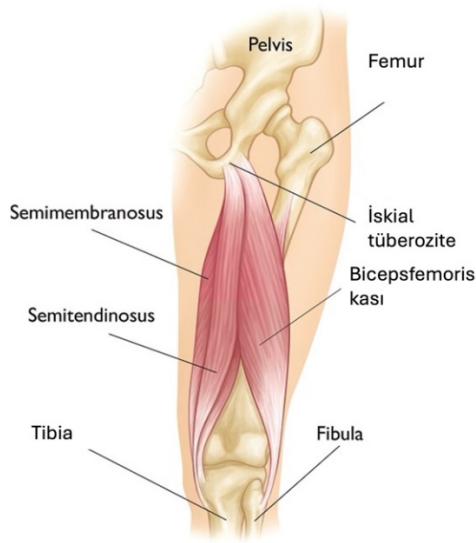
Gluteus minimus, gluteal kas grubunun en küçük ve en derinde yer alan kasıdır. Fonksiyon olarak, gluteus medius'a benzer şekilde çalışır; kalça ekleminin abduksiyonunda ve iç rotasyonunda rol oynar. Ayrıca, pelvik stabilizasyonun sağlanmasında da kritik bir görevi vardır (Neumann ve diğerleri, 2010).

Gluteal kaslar, postür ve hareket fonksiyonları açısından büyük öneme sahiptir. Zayıf veya dengesiz gluteal kaslar, bel ağrısı, diz ağrısı ve yürüme bozuklukları gibi çeşitli ortopedik

problemlere yol açabilir. Bu nedenle, gluteal kasların güçlendirilmesi ve esnekliğinin korunması, genel kas-iskelet sağlığı için kritik olarak değerlendirilir (Selkowitz ve diğerleri, 2013).

Hamstring kasları

Uyluğun arka bölmesi, toplu olarak hamstring kasları olarak adlandırılan üç ana kastan oluşur. Bunlar biceps femoris'in kısa ve uzun başları, semimembranosus ve semitendinosus'tan oluşur (Şekil 2.6.). Biceps femoris'in kısa başı hariç, hamstringler her iki eklem boyunca uzanarak kalça ve diz eklemlerinin hareketine katkıda bulunur. Biceps femoris kasının iki bileşeni vardır; uzun başı iskiyal tüberozitenin medial yüzünden kaynaklanır ve kısa başı linea asperanın lateralinden, lateral suprakondiler çizgiden ve intermusküler septumdan kaynaklanır. (Vaughn ve Cohen, 2019).



Şekil 2.6. Hamstring kasları (<https://orthoinfo.aaos.org>)

Hamstring kasları pek çok farklı işlevi gerçekleştirmektedir. Diz eklemine bükmeye yarayan bu kasları aynı zamanda kalça eklemine uzatmak ve kalça eklemine döndürmek gibi çeşitli işlevlere de sahiptir. Hamstring kasları pek çok küçük ve elastik kas lifi içermektedir. Bu lifler ise kasların kasılması ya da sıkılaşmasına yardımcı olmaktadır. Burada bahsi geçen kas lifleri kırmızı ya da beyaz yapıya sahiptir. Cildin altından görünebilen hamstring kasları çizgili yapıdadır. Bu kadar önemli işlevlere sahip olan hamstring kaslarında meydana gelen yaralanmalar ise sporlarda en sık gözlenen yaralanmalar arasındadır. Futbolcular üzerinde

yapılan bir araştırmada futbol yaralanmalarının yaklaşık olarak %37'sinin hamstring kas yaralanması olduğu bilinmektedir (Armfield ve diğerleri, 2006).

Hamstring kasları diz eklemi geçebildiğinden dize rotasyon ve fleksiyon hareketleri yaptırmaktadır. Dolayısıyla bu kaslar rotator-fleksiyon grup kasları arasında yer almaktadır. Hamstring kasları dizin 70 ile 90° açısındaki rotasyon hareketlerini gerçekleştirmektedir. Diz ekleminde eksternal rotasyon yaratan biceps femoris kasının uzun başının yanı sıra, semimembranosus ve semitendinosus internal rotasyona yaramaktadır. Burada hareket eden diz eklemi fleksiyondan ekstansiyona doğru geçiş yaptıkça rotasyon hareketinin odak alanı kalça eklemine doğru hareket etmektedir. Aynı zamanda diz eklemi tam ekstansiyon durumdayken mekanik bir şekilde kilitlenmiş kabul edilmektedir. Bu durum ligamentlerin büyük bir kısmının gergin durumda olması anlamına gelmektedir. Tüm bunlara ek olarak diz, ekstansiyon pozisyonunda bulundukça hamstring kasları rotasyon hareketi için gerekli olan çekiş açısından uzaklaşmaktadır. Bütün bu bilgilerden hareketle dizin ekstansiyon durumdayken rotasyon hareketinin büyük ölçüde azaldığını söylemek mümkündür (Neumann, 2010; Cael, 2015).

Calf kası

Calf kasları, alt bacağın arka kısmında bulunan ve ayak bileğinin plantar fleksiyonundan sorumlu olan kas grubudur. Bu kaslar, gastrocnemius ve soleus olmak üzere iki ana kasta oluşur ve birlikte triceps surae olarak adlandırılır (Şekil 2.7.). Bu kaslar hem hareket hem de denge açısından önemli fonksiyonlara sahiptir. Son yıllarda yapılan biyomekanik araştırmalar, calf kaslarının yapısı ve fonksiyonu hakkında daha derinlemesine bilgiler sunmaktadır.



Şekil 2.7. Calf kası (<https://shreddedbrothers.com>)

Ayak bileği hareketlerinde diz fleksiyon açısının değerlendirilmesinde moment kol uzunluğunun ayak dorsifleksiyon'dan plantarfleksiyona gittikçe attığı bildirilmiştir. Bu yüzden denge kurmada kalf kaslarının en çok plantarfleksiyon kuvvet üretme kabiliyeti olduğu gösterilmiştir (Maganaris ve diğerleri, 1998).

Gastrocnemius, femurun arka kısmından başlayarak Aşil tendonuna bağlanan iki başlı bir kastır. Bu kas, hem diz hem de ayak bileği eklemünde hareket sağlar. Diz fleksiyonu ve ayak bileğinin plantar fleksiyonu sırasında aktif olarak kullanılır. Gastrocnemius kasının hızlı ve patlayıcı hareketlerde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Schoenfeld, 2010).

Soleus, gastrocnemius'un hemen altında bulunan ve tibia ile fibuladan başlayarak Aşil tendonuna bağlanan bir kastır. Soleus, ayak bileğinin plantar fleksiyonunda görev alır ve özellikle uzun süreli duruş ve yürüyüş gibi düşük yoğunluklu aktivitelerde aktiftir. Soleus kasının yavaş kasılan liflerden zengin olması, dayanıklılık gerektiren aktivitelerde etkinliğini artırır (Kawakami ve diğerleri, 1998).

Calf kaslarının Aşil tendonu ile birleşmesi, kuvvetin topuk kemiğine aktarılmasını sağlar. Aşil tendonu, yüksek elastikiyet ve dayanıklılık özellikleri ile bilinir. Bu tendon, enerji depolama ve geri dönüşüm mekanizmaları sayesinde hareket verimliliğini artırır (Magnusson ve diğerleri, 2003).

2.3. Biyomekanik

Biyomekanik, canlı organizmaların yapısal ve işlevsel mekanizmalarını anlamak için mekanik ilkelerin uygulanmasını kapsar. Bu disiplin, kasların kuvvet üretimi, eklem hareketleri, vücut dinamikleri ve biyolojik materyallerin mekanik özellikleri gibi konuları ele alır (İnal, 2017).

Bu iki alan arasındaki ilişki, hareketin daha derinlemesine anlaşılmasını sağlar. Kinesiyoloji, biyomekanik verilerini kullanarak kas-iskelet sisteminin nasıl çalıştığını ve hareketin fizyolojik etkilerini değerlendirirken, biyomekanik, kinesiyolojik prensipleri kullanarak hareketin mekanik detaylarını analiz eder (Enoka, 2008).

2.4. Spor Biyomekaniği

Spor biyomekaniği, sporcuların performansını optimize etmek ve yaralanmaları önlemek amacıyla hareketlerin mekanik analizini yapar. Bu analizler, sporcunun hareket verimliliğini artırmak, teknik hataları düzeltmek ve rehabilitasyon süreçlerini iyileştirmek için kullanılır (Bartlett, 2014).

Uygulama alanları:

1. Performans Analizi: Spor biyomekaniği, sporcuların tekniklerini analiz ederek, performanslarını artırmak için gerekli değişiklikleri belirler. Örneğin, bir koşucunun adım uzunluğu ve frekansı, biyomekanik analizler ile optimize edilebilir (Bahr ve Krosshaug, 2005).
2. Yaralanma Önleme: Spor biyomekaniği analizleri, sporcuların yaralanma risklerini belirleyerek, bu riskleri azaltmak için stratejiler geliştirilmesine yardımcı olur. Örneğin, diz yaralanmalarını önlemek için uygun yere konma teknikleri üzerinde çalışılır (McNitt-Gray, 1993).
3. Rehabilitasyon: Yaralanma sonrası rehabilitasyon süreçlerinde, spor biyomekaniği, sporcunun normal hareket kalıplarına geri dönmesine yardımcı olacak egzersiz ve teknikleri belirler (Knudson, 2007).

Spor biyomekaniği, teknolojik ilerlemelerle birlikte sürekli gelişmektedir. Hareket yakalama sistemleri, kuvvet platformları ve ileri görüntüleme teknikleri, sporcuların hareketlerini daha detaylı ve hassas bir şekilde analiz etmeyi mümkün kılar (Cappozzol ve diğerleri, 1995).

2.5. Hareket Analizi

Bugünlerde, gelişen teknoloji sayesinde birçok spor tekniğini nicel olarak değerlendirmek ve sporcuların spor aktiviteleri sırasındaki hareket kalıplarını belirlemek mümkün hale gelmiştir.

Hareket analizinin tarihi, antik dönemlere kadar uzanır ve özellikle Rönesans döneminde Leonardo da Vinci'nin insan anatomisi ve hareketi üzerindeki çalışmalarına kadar derinleşir. Da Vinci, insan vücudunun mekanik prensiplerini anlamaya yönelik çizimler ve notlar hazırlamıştır (Cunningham, 2010) 19. yüzyılda, Eadweard Muybridge ve Étienne-Jules

Marey'in öncü çalışmaları, hareketi fotoğraf ve sinematografi yoluyla analiz etmeye başlamıştır. Muybridge'in atların koşu hareketlerini fotoğraflaması ve Marey'in kronofotografik çalışmaları, hareketin bilimsel analizine büyük katkı sağlamıştır (Braun, 1992).

20. yüzyılın ortalarından itibaren, biyomekanik ve kinesiyoloji alanlarında yapılan araştırmalar, insan hareketinin daha ayrıntılı ve nicel analizine olanak tanımıştır. Bilgisayar teknolojisinin ve ileri görüntüleme tekniklerinin gelişimi ile birlikte, hareket analizi daha hassas ve kapsamlı hale gelmiştir (Winter, 2009). Günümüzde, hareket analizi spor performansını artırmak, rehabilitasyon süreçlerini iyileştirmek ve yaralanmaları önlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.6. Voleybol Oyun Yapısı

Voleybol sporu genel olarak dünyadaki en popüler ve yaygın spor disiplinlerinden biri olup, uluslararası alanda 200 milyondan fazla kişi tarafından oynanmaktadır (Verhagen ve diğerleri, 2004). Voleybol patlayıcı ve tempolu bir spor olarak kabul edilir (Silva ve diğerleri, 2019). Oyunun amacı, file üzerinden gönderilen topun rakip takım sahasında yere temas etmesini sağlamak, rakip takımın file üzerinden gönderilen topun saha sınırları içerisinde yere temas etmesini engellemektir (Dearing, 2018).

Voleybol, Uluslararası Voleybol Federasyonu (FIVB) standartlarına uygun, 16.5 cm boyunda ve 196-280 gr ağırlığında deri kaplı topla oynanır. Erkeklerde 2.43 m, kadınlarda ise 2.24 m file ile ikiye bölünmüş, 18x9 m ölçülerinde dikdörtgen bir sahada oynanır (Uluöz, 2016).

Voleybol sahası futbol, basketbol ve hentbol gibi diğer popüler takım sporlarına göre küçüktür. Bu yüzden oyuncuların kat ettikleri mesafeler ve topun havadaki uçuş süresi nispeten kısadır. Hareketlerin hızı ve tekniğin doğru uygulanması başarı için temel faktördür (Öz, 2017).

6'sı sahada, 6'sı yedek olmak üzere en fazla 12 oyuncudan oluşan takımlar oyuna servis atarak başlar. Her takım blok hariç topa en fazla 3 defa dokunabilir. En az 2 sayı farkla 25 puana ilk ulaşan takım seti kazanır. 24-24 beraberlik olması halinde oyun 26 sayıya uzatılır

ve iki sayılık farka ulaşana kadar devam eder. Toplamda 3 set kazanan takım oyunu kazanır. Setlerde 2-2'lik eşitlik olması durumunda, en az 2 sayı farkla 15 sayıya ulaşan takım oyunu kazanır (Uluöz, 2016).

Her branşın, branşa özgü ana hareket teknikleri ve branşın gereklerine uygun fiziki gereksinimleri bulunmaktadır. Seçilen branşta başarılı olmak için ilk olarak seçilecek sporcunun branşın gerektirdiği fiziksel özelliklere sahip olması gerekmektedir. Voleybol sporu için seçilecek sporcu profili dikkate alındığında voleybola özgü kabiliyetleri uygulayabilmek için uzun ve ince bir fizik yapısına sahip olmak, sıçrama kuvveti ve patlayıcı kuvvet gibi fiziksel gereksinimleri bünyesinde barındırmak önemli bir etkidir (Marques ve diğerleri, 2009).

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda, voleybol branşına ait biyomotor özelliklerin antropometrik özelliklerle alakalı olarak performansı etkilediği görülmüştür (Gonza'lez ve diğerleri, 2011; Mielgo-Ayuso ve diğerleri, 2015).

Voleybol, sporcuların sıklıkla yüksek yoğunluklu hareketler gerçekleştirdiği ve ardından düşük yoğunluklu hareket devrelerinin takip ettiği aralıklı bir spordur (Closs ve diğerleri, 2020). Yüksek yoğunluklu safhada sergilenen performans; sporcu sayısı, file yüksekliği, topun hızı, oyun alanı büyüklüğü ve teknik beceriler tarafından etkilenir.

Dikey sıçrama; smaç, blok ve servis teknikleri için temel bir bölümdür. Üst düzey voleybolda ise sıçrama oyun kurmak için de kullanılır. Bu sayede topun havada kalış süresi kısaltılır ve oyunun karnışıklığı artırılır (Öz, 2017).

Sıçrama performansı hem hücum hem de savunma organizasyonlarında en temel fiziksel özellik olarak bilinmekte olup oyun başarısına doğrudan etki etmektedir (Filip-Stachnik ve diğerleri, 2022). Voleybol sporcuları, antrenman başına ortalama 83, maç başına ise ortalama 71 sıçrama gerçekleştirirler (Skazalski ve diğerleri, 2018). Bu durum, üst düzey sporcularda sıçramanın ve yere konmanın önemini akla getirmektedir. Voleybol sporu, antrenman veya yarışma sırasında tekrarlayan sıçrama ve yere konma safhalarının tamamlanması da dahil olmak üzere sporculara benzersiz kinematik talepler getirir. Bu hareketlerin sıklığı, alt ekstremit eklemlerine ve kaslara kümülatif bir stres yaratır (Bere ve diğerleri, 2015).

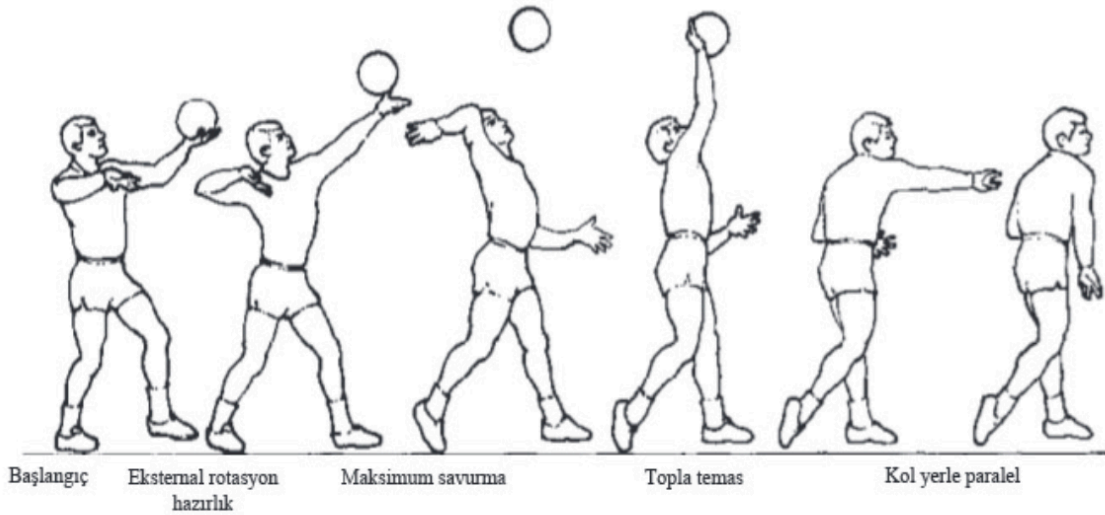
2.7. Voleybolda Temel Teknikler

Voleybolda temel vuruş teknikleri arasında servis, manşet pas, parmak pas, smaç ve blok hareketleri yer alır (Uluöz, 2016).

2.7.1. Servis

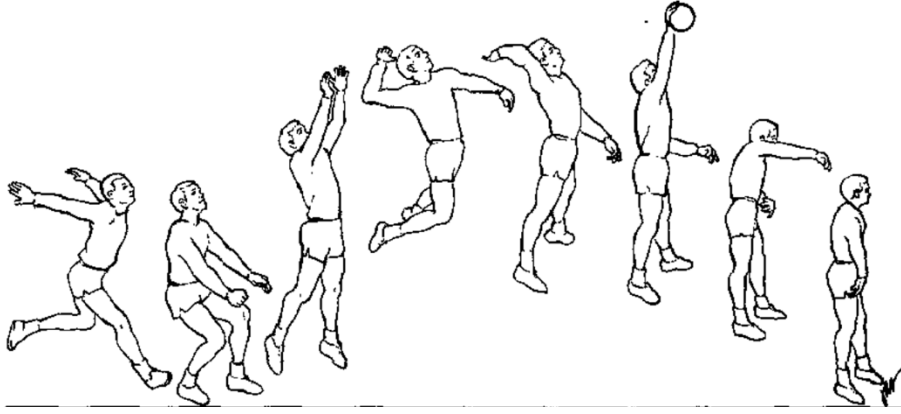
Voleybolda servis, oyunu başlatan vuruş olarak tanımlanır (Challoumas ve diğerleri, 2017). İyi kullanılmış bir servis hem direkt sayı alma hem de rakibin karşılaşmasını ve oyun kurmasını zorlaştırması açısından takıma büyük avantaj sağlar (Mackenzie ve diğerleri, 2012). Voleybolda servis baş üstü ve alttan servis olmak üzere iki şekilde kullanılır. En çok kullanılan türleri float (tenis) ve smaç servsidir (Reeser ve diğerleri, 2010).

Float (tenis) serviste non-dominant ayak dominant ayağın önünde, topla birlikte 90° fleksiyonda ve vücut hafif rotasyondadır. Gövde uzatması yapılarak top havaya fırlatılır ve bir adım atılarak topa dominant tarafla vurularak süzülme şeklinde gönderilir (Başandaç, 2014, Şekil 2.8.).



Şekil 2.8. Yüzen servis tekniği (Rokito ve diğerleri, 1998)

Smaç serviste top dominant el tarafından tutulur. Öne ve yukarıya doğru fırlatılır ve dominant taraftaki ayakla 2-4 adım atılır, ardından sıçrayıp elin avuç içi tarafıyla topa şiddetli bir şekilde vurulur. Topa hızlı vurmak ve iyi bir kol salınımı, servisin isabet oranını ve başarısını artırır (Başandaç, 2014, Şekil 2.9.).



Şekil 2.9. Smaç servis tekniği (Rokito ve diğerleri, 1998)

2.7.2. Manşet pas

Takım başarısı iyi bir savunma içeren servis karşılama becerisi ile doğrudan ilişkilidir. Servis karşılamada en çok kullanılan teknik manşettir (Resim 2.1.). Manşet pas, oyunun temposunu ve kontrolünü belirleyen kritik bir tekniktir. Doğru bir manşet pas, topu pasöre doğru ve kolayca işlenebilir bir şekilde aktarmak için kullanılır. Bu, takımın hücum düzenini kurmasına ve etkili bir hücum gerçekleştirmesine olanak tanır (Coleman ve diğerleri, 1993).



Resim 2.1. Manşet pas tekniği (<https://www.sporx.com>)

Manşet pas için kalça geride ve sırt yerle 45°'lik açıda omuzlar protraksiyonda pozisyonlanır. Ayaklar omuz genişliğinden daha açık ve ağırlık merkezi öndedir. Manşetin temel gerekliliği iyi bir dengeye sahip olmaktır. Topa temasta kollar birleştirilir ve ön kol supinasyona getirilir (Lenberg, 2006).

2.7.3. Parmak pas

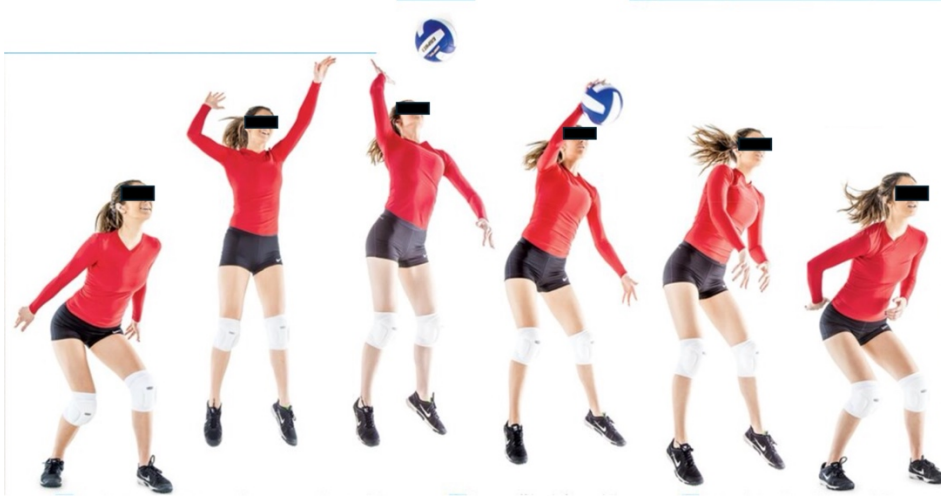
Voleybolda pas devamlı ve akıcı bir topu yakalama, kavrama, atma ve itme döngüsü içerir. Voleybolda baş üstü pas parmak pas genelde pasörler tarafından uygulanır. Pasörler de oyunda hücum taktiğinin ve temposunun belirleyicidir. Parmak pas oyuncuların iki ellerinin parmak uçlarıyla aynı anda yapmış olduğu bir pas çeşididir. Parmak pas vuruşu oyuncuların baş üzerine gelen topları karşılamak için kullandığı bir vuruş tekniğidir (Graham, 2018) Pas atma her ne kadar basit bir hareket gibi görülse de başarılı bir pas, pasörün ayakları, kalçası, gövdesi, dirseği, el bileği ve parmaklarının pozisyonuyla yakından ilişkilidir (Cengizel, 2019, Resim 2.2.).



Resim 2.2. Parmak pas tekniği (<https://jamesfranco12.weebly.com>)

2.7.4. Smaç

Smaç, maçın sonucuyla yakından ilgili olan birincil hücum eylemidir (Challoumas ve Artemiou, 2018; Marcelino ve diğerleri, 2008). Bu teknik, uygulanması zor, antrenmanı zaman alan ve hücum sırasında topu file üzerinden karşı tarafa geçirmek için güçlü bir vuruş gerektirir (Reeser ve Bahr, 2003). Smaç, yüksek koordinasyon gerektiren ve çeşitli aşamalardan oluşan voleybola özgü bir beceridir. Bu aşamalar; bir koşu, sıçrama, havada bir dizi patlayıcı baş üstü hareket ve bir yere konma aşamasından oluşmaktadır (Quispe Marquez ve diğerleri, 2011; Wagner ve diğerleri, 2009a, Resim 2.3.). Bu döngü genel olarak bu sırayla olsa da oyun sırasında oyuncu pozisyonu, top pozisyonu, saha yerleşimi gibi faktörlerle değişiklik gösterebilir (Başandaç, 2014).



Resim 2.3. Smaç tekniği (<https://jamesfranco12.weebly.com>)

2.7.4.1 Smaç tekniği safhaları

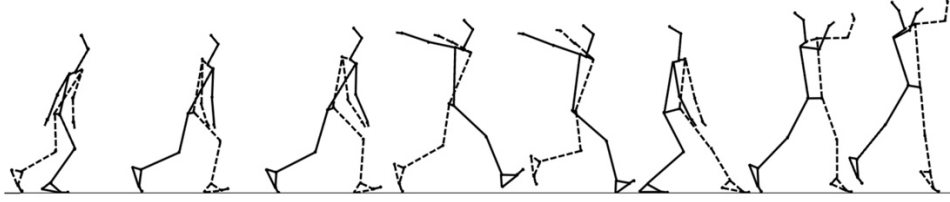
Voleybolda smaç tekniği farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Genel olarak smaç tekniğinin safhaları yaklaşma, sıçrama topla temas ve toparlanma'dan (yere konma) oluşmaktadır (Cisar ve Corbelli, 1989).

Yaklaşma safhası

Sıçrama başarı oranını arttırmak için, optimum yükseklikte topla temas etmek gerekir. Bunu başarmanın tekniklerinden biri yaklaşma koşusudur. Önceki araştırmalar, yaklaşma koşusu sırasındaki yatay hız ile sıçrama yüksekliği arasında anlamlı pozitif ilişkiler olduğu bildirilmiştir (İkeda ve diğerleri, 2018; Wagner ve diğerleri, 2009).

Smaçörün, bir ayağı diğerinden önde olacak şekilde vücudunu ve ağırlığını öne vererek başladığı smaç safhası, öne doğru birkaç adım ve kol salınımını gerektirir. Genellikle iki ila dört adım arasında bir yaklaşma koşusu uygulanır, ancak dört adım yaklaşma koşusu daha büyük bir yatay hız üretir ve bu da daha büyük bir dikey moment ve yüksekliğe dönüşür. Sporcular, topla buluşma noktasına daha yakın olmak için yaklaşma koşusunun başlangıcında hızlı bir geri adım alabilir veya küçük bir sıçrama yaparak koşuya başlayabilirler (Şekil 2.10.). Amaç, maksimum dikey sıçrama yüksekliğine ulaşmak için yatay hızı maksimize etmektir. Yaklaşma koşusunun son iki adımı kritik öneme sahiptir. İlk adım büyük alınır ve son adım daha öne basılır. Ayakların fileye yakın olması ve smaç kolunun tersindeki ayağın önde olması gerekir. Son adımın uzun olması, alt ekstremitedeki üç eklemin fleksiyonu, kolların önce aşağıya sonra geriye hiperekstensiyonu ve vücut kütle

merkezinin (VKM) aşağı çekilmesi ile sağlanır. Ayrıca, hafif bir gövde fleksiyonu sıçrama safhasındaki dikey momente katkıda bulunur (Öz, 2017).



Şekil 2.10. Smaç tekniği yaklaşma safhası (Nishimura, 2023)

Sıçrama safhası

Voleybolda smaç sıçraması, klasik dikey sıçramadan bazı farklılıklar içerir. Smaç sırasında voleybolcular, kollarını önce geriye ve öne doğru, ardından 180° fleksiyon yapacak şekilde yukarı kaldırarak bir kol salınımı uygularlar. Bu hareket, yerçekimsel kuvvetle kolların aşağı ve geriye salınımı ile birlikte kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin 90°'lik fleksiyonu ile gerçekleşir. Quadriceps, gastrocnemius ve soleus kaslarının eksantrik kasılması, bu "çökme" hareketinin büyüklüğünü kontrol eder. Kolların kuvvetli bir şekilde yukarı fleksiyonu ve alt ekstremitedeki patlayıcı ekstensiyon, sıçrama yüksekliğini artıran dikey momenti oluşturur (Wagner ve diğerleri, 2009).

Topla temas safhası

Smaç tekniği, kol çekme ve vuruş olmak üzere iki ana bileşenden oluşur. Kol çekme, vücut pozisyonunun topa vuruş için hazırlanması sürecidir. Smaçörler, topa uzanacakmış gibi vuruş yapmayan kollarını başlarının üzerine doğru çekerler. Gövde yana doğru rotasyon yaparken, vuruş kolu geriye doğru abduksiyon pozisyonuna getirilir. Bu pozisyona genellikle "ok ve yay" denir (Mizuguchi ve diğerleri, 2008).

Topa vuruş safhası, vuruş yapmayan kolun ekstansiyon ve adduksiyonu ile başlar ve bunu takiben bacakların da ekstansiyonu gerçekleşir. Vuruş yapmayan kolun ekstansiyon ve adduksiyona geçişi, vuruş süresince gövdenin fleksiyon ve medial rotasyonunun başlaması için kritik öneme sahiptir ve sporcuya en yüksek noktada topa temas imkanı sağlar (Tse, McManus ve Masters, 2005). Gövdenin dikey pozisyonda yaklaşık 30°'ye doğru yavaşlamasıyla oluşan moment, kolların omuz ile aynı hizada olacak şekilde ekstansiyon,

adduksiyon ve medial rotasyonuna transfer edilir. Gövdenin hareketiyle üretilen moment, sırasıyla vuruş koluna, ön kola ve ardından ele aktarılır (Häkkinen, 1993).

Smaç vuruşunda kolu kaldırırken kol 90°'den fazla yükselir ve omuz hafif yatay bir abduksiyon pozisyonu alır. Abduksiyon ve dış rotasyon, kolun geriye doğru salınımı sırasında maksimum değerlerine ulaşır. Hızlanma sırasında el topla temas ettiğinde omuz hızlı bir şekilde iç rotasyon ve addüksiyon gerçekleştirir. Topa vurduktan sonra kol gövdenin yan tarafına inene kadar ekstremitte yavaşlamaya başlar. Bu yavaşlama sırasında dominant omuz, kol momentumunu azaltmak ve topa aktarılmayan kinetik enerjiyi dağıtmak için adduksiyona ve iç rotasyona devam eder (Challoumas ve diğerleri, 2017).

Toparlanma (yere konma) safhası

Yere konma sırasında ayaklar omuz genişliğinde açık olmalı ve vücut ağırlığı dengeli bir şekilde dağıtılmalıdır. Ayakların yere ilk temas ettiği an, topuklar değil sırasıyla ayak parmakları ve ayak topukları olmalıdır. Bu sayede yere konmanın etkisi yumuşatılır ve denge sağlanır (Bressel ve Cronin, 2005b).

Voleybolda yere konma mekaniği, sporcuların sıçrama sonrası güvenli ve etkili bir şekilde yere inmelerini sağlamak için önemli bir kinematik süreçtir. Doğru yere konma tekniği, sakatlanma riskini azaltırken performansı optimize eder. Yere konma sırasında kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin fleksiyon açıları büyük önem taşır, çünkü bu açılar vücudun şok emme kapasitesini artırır (McNitt-Gray, 1991). Örneğin, diz ekleminin 90°'den daha büyük bir fleksiyon açısına sahip olması, kuvvetin daha iyi dağıtılmasını sağlar (Zhang, Bates ve Dufek, 2000). Ayrıca, yere konma sırasında vücudun çeşitli bölümleri koordineli bir şekilde çalışarak kuvveti dengeler ve dağıtır. Kalça ve diz eklemlerinin fleksiyona girmesi, ayak bileğinin plantar fleksiyon ve dorsifleksiyon hareketleriyle yere konmayı yumuşatması, bu kuvvetlerin emilmesini sağlar (Dufek ve Bates, 1990). Yere temas eden ilk noktadan başlayarak kuvvetin dengeli bir şekilde dağıtılması, ayakların yere paralel ve omuz genişliğinde açık olması, dizlerin hafif bükülü ve kalçanın geriye doğru olması dengeyi sağlamada kritiktir. Ayrıca, kolların ve gövdenin doğru pozisyonunda olması da dengeyi korur (Koga ve diğerleri, 2010).

2.7.5. Blok

Blok, rakip takımın hücumu sırasında topun file üzerinden geçmesini önlemek için takım savunmasının ilk aşamasıdır. Blok; voleybolda hücum gücü ve kalitesi artmaya başladıkça savunma yetersiz kaldığı için smaça karşı bir savunma şekli olarak geliştirilmiştir. Bloкта ana prensip karşı hücumun en etkili biçimde savunulmasıdır. Aynı zamanda savunmayı yönlendiren ve kolaylaştıran temel teknik elemandır (Fişekçioğlu, 2000, Şekil 2.11.).



Şekil 2.11. Blok tekniği (Gustavo ve diğerleri, 2013)

Ayakların omuz hizasında açık olması ve elin palmar tarafının rakibe dönük olması bloğun hazırlık aşamasıdır. Rakip oyuncunun vuruşu sırasında sporcu yukarı doğru sıçrar. Genellikle kollarını dirsek ekstansiyon pozisyonunda bir araya getirerek topa doğru uzatan sporcu, topun fileyi geçmesini engellemeye çalışır (Reeser ve Bahr, 2003).

Etkili bir blok, sadece topu karşı sahaya geri göndermekle kalmaz, aynı zamanda rakibin hücum stratejilerini de bozarak onların hata yapma olasılığını artırır. Araştırmalar, etkili blok yapabilen takımların savunma performanslarını önemli ölçüde artırdığını ve rakiplerine karşı psikolojik üstünlük sağladığını göstermektedir (Zetou ve diğerleri, 2006). Bu nedenle, voleybol antrenmanlarında blok çalışmaları büyük bir yer tutar ve oyuncuların bu teknik üzerinde sürekli olarak çalışmaları teşvik edilir.

2.8. Yere Konma Mekanikliği

Yere konma mekanikliği, sporcuların sıçrama veya havada geçirilen herhangi bir an sonrasında güvenli ve etkili bir şekilde yere inmelerini sağlayan kritik bir süreçtir. Doğru yere konma tekniği, sakatlanma riskini azaltırken performansı optimize eder. Yere konma sırasında

kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin fleksiyona girmesi, vücudun şok emme kapasitesini artırır (Yeow ve diğerleri, 2011). Bu eklemler, yere temas anında gerilimi emerek kas ve eklem yaralanmalarını önler. Quadriceps, hamstring, gastrocnemius ve soleus kasları, diz ve ayak bileği eklemlerini stabilize eder ve yere konma sırasında gerilimi emer. Vücudun dikey hizalanması ve hafif öne eğilme, düşüş enerjisini absorbe etmek ve dengeyi sağlamak için gereklidir (Zhang ve diğerleri, 2000). Kolların yanlarda veya önde tutulması, dengeyi korumada önemlidir (Santello, 2005). Spor dallarına özgü örneklerde, basketbolcular genellikle iki ayak üzerinde yere inerken, voleybolcular hem iyi ayak hem de tek ayak üzerinde yere inerler (Sinsurin ve diğerleri, 2013; Hu ve diğerleri, 2020). Futbolcular ise koşu sırasında ani duruşlar ve sıçramalar yaparlar (Miralles-Iborra ve diğerleri, 2024). Her durumda, doğru yere konma mekaniği eklem stabilizasyonunu ve kas kontrolünü sağlamak için kritik öneme sahiptir. Literatürde yapılan araştırmalar, doğru yere konma tekniklerinin sakatlanma riskini azaltmada ve performansı artırmada etkili olduğunu göstermektedir (Yeow ve diğerleri, 2011; Zhang ve diğerleri, 2000; Santello, 2005).

2.8.1. Voleybolda Yere konma Mekaniği

Voleybolda yere konma mekaniği, sporcuların sıçrama sonrası yaralanmalarında kritik bir unsurdur. Yere konma sırasında kalça eklemi genellikle belirli bir derecede fleksiyona girer. Bu, vücudun üst kısmının düşüş enerjisini absorbe etmesine yardımcı olur ve dengeyi sağlar. Literatürde, kalça fleksiyon açısının yaklaşık 45-60° arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Leppänen ve diğerleri, 2017). Diz eklemi yeterli derecede fleksiyona sahip olması, yere konma sırasında şok emilimini artırır ve diz eklemi üzerindeki stresi azaltır. Diz fleksiyon açısının genellikle 70-90° arasında olması gerektiği vurgulanmıştır. Bu açılar, diz eklemi etrafındaki kasların etkin çalışmasını sağlar ve yaralanma riskini azaltır (Cortes ve diğerleri, 2012). Ayak bileği eklemi, yere yere konma sırasında plantar fleksiyon ve dorsifleksiyon hareketleri yapar. Doğru ayak bileği açısı, yere konmanın yumuşatılmasına ve düşüş enerjisinin dağıtılmasına yardımcı olur. Ayak bileği fleksiyon açısının genellikle 10-20° plantar fleksiyon veya hafif dorsifleksiyon arasında olması idealdir (Kristianslund ve diğerleri, 2014). Leppänen ve diğerleri (2017), voleybolcuların yere konma sırasında kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin uygun açılarının sakatlanma riskini azalttığını ve performansı artırdığını belirtmişlerdir. Cortes ve diğerleri (2012), diz fleksiyon açısının 70-90° arasında olmasının, düşüş enerjisinin etkin bir şekilde absorbe edilmesini sağladığını göstermiştir. Kristianslund ve diğerleri ise (2014), ayak bileği eklem açısının 10-20° plantar fleksiyon

veya hafif dorsifleksiyon arasında olmasının, yere konma sırasında dengeyi ve şok emilimini artırdığını bulmuştur. Bu bilgiler doğrultusunda voleybolda yere konma mekaniğinin performansı artırmak ve yaralanmaları önlemek için kritik bir öneme sahip olduğu söylenebilir.

2.8. Voleybolda Yere Konma Mekaniği ile İlgili Araştırmalar

Voleybol çarpışmanın olmadığı bir spordur, ancak tekrarlayan yüksek yoğunluklu hareketlerin gerçekleştirilmesi bu sporu nispeten yüksek yaralanma prevalansına ve %30'dan fazla kas-iskelet sistemi yaralanmasına sahip bir spor olarak tanımlamaktadır (Fatahi ve Sadeghi, 2011).

Voleybol sporcularının hızlı hareket etmesi, yüksek sıçramalar ve ani yön değişikliği ile sayı kazanması gerekir; bu nedenle yer değiştirmeler, sıçramalar ve yere konmalar sırasında alt ekstremitte yaralanması olasılığı belirgindir (Verhagen ve diğerleri, 2004b). Bununla birlikte, bir sıçramanın ardından yere konma, vücut ağırlığının 2 ila 12 katı kadar bir yer reaksiyon kuvvetine neden olabilir. Bu durum alt ekstremitte yaralanmalarında önemli bir faktördür (Fallah ve diğerleri, 2020).

Bloktan sonra yere konmalar sırasında diz valgus açısı, dizler arası ve ayak bilekleri arası mesafelerdeki cinsiyet farklılıklarını karşılaştıran bir araştırmada, kadınların erkeklerden anlamlı derecede daha büyük maksimum valgus açısı ve hareket aralığı sergilediği hem mutlak hem de göreceli ayak bilekleri arası yer değiştirmenin, erkeklerde kadınlardan anlamlı derecede daha büyük olduğu belirlenmiştir (Hughes ve diğerleri, 2008). Benzer şekilde, smaç vuruşu sonrası yere konmaların erkek ve kadın oyuncular arasındaki kinematik ve kinetik farklarını araştıran başka bir çalışmada, erkek oyuncuların kadın oyunculara kıyasla daha büyük zirve kalça fleksiyon açısı, kalça hareket aralığı ve kalça ekstansör momenti sergilediği, kadın oyuncuların ise erkek oyunculara kıyasla daha büyük zirve ayak bileği dorsifleksiyonu ve ayak bileği hareket aralığı sergilediği bildirilmiştir (Huang, 2012). İtalyan erkek ve kadın profesyonel voleybol maçlarında farklı sıçrama tekniklerini karşılaştıran bir çalışmada, tek ayakla yere konmaların sıklığının, saha pozisyonu ve setlerin hızıyla ilişkili olduğu, daha hızlı setlerde smaç vuruşundan sonra, oyuncuların tek ayakla yere konma olasılığının daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Janssen ve diğerleri, 2015). Başka bir çalışmada ise sıçrama yüksekliği, yaklaşma hızı, adım uzunluğu, hızlanma mesafeleri, kütle merkezi yer değiştirme, minimal diz ve kalça açıları, gövde ve kolların

kullanımı gibi parametrelerde cinsiyetler arasında önemli ölçüde farklılaştığı rapor edilmiştir (Fuchs ve diğerleri, 2019). Bu farklılıklar, erkek ve kadın oyuncuların smaç ve blok yere konması sırasında farklı stratejiler kullandıklarını göstermektedir. Üst ve alt ekstremitelerinin voleybol smaç sıçraması üzerindeki etkisini ve bu hareketin asimetrisi nedeniyle ayakta yapılan dikey sıçramalardan nasıl farklılık gösterebileceğini araştıran bir çalışmada, sıçrama yüksekliği ile vücut kütle merkezinin (VKM) maksimum yatay hızı, sağ diz fleksiyon-ekstansiyon hareket aralığı arasında anlamlı bir korelasyon bulunmuştur. Smaç sıçraması asimetrisi, sağ ve sol bacak açısal hızlarında ve sol ve sağ ayak merkezi ile VKM arasındaki mesafelerde anlamlı farklılıklar elde edilmiştir (Wagner ve diğerleri, 2009b). Farklı yüksekliklerden tek ayakla yere konma kinematığının ve kinetiğinin incelendiği bir çalışmada, yere konma yüksekliğinin artmasıyla sagittal düzlemde diz fleksiyon açısının, gövde fleksiyon açısının ve yer reaksiyon kuvvetinin önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir (Ali ve diğerleri, 2014). Yere konma sırasındaki zeminle ilk temasta, kalça ve diz eklemlerinin fleksiyonunun azaldığı, diz eklemi abdüksiyon açısının arttığı, zirve dikey yer reaksiyon kuvvetinin (vGRF) arttığı ve diz eklemi abdüksiyon momentlerinin arttığı bildirilmiştir ve bu durumun ön çapraz bağ yaralanma riskini arttırdığını öne sürülmüştür (Chappell ve diğerleri, 2007; Hewett ve diğerleri, 2005).

Çalışmalar, voleybolda saatte ortalama 60 sıçrama-yere konma tekniği tekrarının gerçekleştirildiğini ve ardından alt ekstremitedeki vücut ağırlığının bir ila beş katına eşdeğer vGRF uygulandığını göstermektedir (Bressel ve Cronin, 2005). Yine smaçtan sonra çift ayak ve tek ayakla yere konmalar ile ilgili yapılan başka bir çalışmada sagittal düzlemdeki tüm yere konma fazı boyunca tek ayakla yere konmaların daha küçük bir diz fleksiyon açısı (yaklaşık 13.8°) ve kalça fleksiyon açısı (yaklaşık 10.8°) gösterdiğini, daha büyük diz ve kalça gücü, ayak bileği plantar fleksiyon açısı, momenti ve vGRF sergilediği ortaya koyulmuştur. Bu farkların çoğu ACL yaralanması zaman aralığında (yere konmadan 30-50 milisaniye sonra) olduğu bildirilmiştir. Deneyimli ve deneyimsiz voleybol oyuncularında smaç ve blok sıçraması sırasındaki alt ekstremitelerinin kinetik ve kinematik verilerini karşılaştıran bir çalışmada, deneyimli voleybol oyuncularının, deneyimsizlere kıyasla daha büyük ayak bileği dorsifleksiyon hareket aralığı ile yere konma yaptığı, ilk temas anında daha büyük ayak bileği plantar fleksiyon açıları ve daha büyük ayak bileği dorsifleksiyon hareket aralıklarına sahip oldukları, blok sıçramasında ise daha büyük diz fleksiyon hareket aralıkları ile yere konma yaptıkları belirlenmiştir (Garcia ve diğerleri, 2022). Kadın oyuncuların hareket özellikleri ile smaç sıçraması performansı arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada,

sıçrama yüksekliği için optimize edilmiş yaklaşım ve enerji dönüşümü, dinamik alt ekstremitelerde hareket aralığı ve ayak bilekleri ve dizlerdeki, özellikle baskın taraftaki, büyük açısal hızların kadınların sıçrama yüksekliği ile önemli ölçüde ilişkili olduğu bildirilmiştir (Fuchs, ve diğerleri, 2019). Son olarak elit erkek voleybolcuların başarılı ve başarısız bloklardan sonra yere konma stratejilerinin incelendiği bir çalışmada, sağ alt ekstremitenin, başarısız blok sırasında daha büyük bir ilk dikey yer reaksiyon kuvveti tepe noktası, daha büyük bir valgus momenti, diz tarafından daha düşük ve kalça ile ayak bileği eklemleri tarafından daha yüksek enerji absorpsiyonu gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca başarısız bloktan sonra yere konmalarda, file hizasından geri adım atıldığında alt ekstremita ACL yaralanma riski açısından daha büyük bir riske maruz kalabileceği de ortaya konmuştur (Zahradnik ve diğerleri, 2015).

Voleybolda yere konma mekaniği ile ilgili çalışmaların –yukarıda da kısaca bahsedildiği üzere- genellikle cinsiyetler arası farklar, dominant non-dominant taraflar arası karşılaştırmalar ve farklı yere konma stratejileri üzerine yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Ek olarak çalışmalarda çoğunlukla bloktan sonra yere konma mekaniği üstünde durulmuştur.

2.9. Voleybolda Isınma Yöntemleri

Bir antrenman seansı genellikle germe egzersizi, spora yönelik egzersizler ve soğuma olmak üzere dört ana bölümden oluşmaktadır. Isınma hem sporcular hem de antrenörler tarafından en iyi performansı elde etmek için gerekli olduğuna inanılan rutin bir uygulamadır (Avedeisan ve diğerleri, 2018).

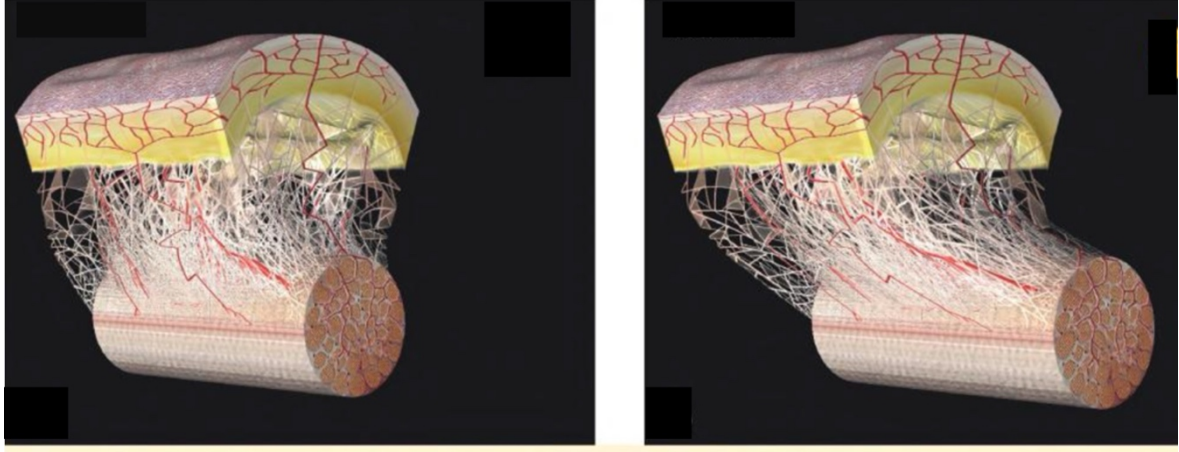
Germe egzersizleri, esnekliği artırmak için ısınma seanslarının önemli bir bileşenini oluşturur. Bu egzersizler, maksimal güç, çeviklik ve koordinasyon elde etmeye yardımcı olur. Ayrıca kas sıcaklığını artırarak ve sporun hareketlerini taklit eden kinetik desenleri gerçekleştirerek eklem hareket açıklığını artırır (Alizadeh ve diğerleri, 2023). Voleybol oyuncuları hem yüksek bacak kas gücüne hem de esnekliğe sahiptir. Literatür, statik ve dinamik varyasyonlar şeklinde yapılan germe egzersizlerinin performansı artırabileceğini, sakatlanma riskini azaltabileceğini ve kas ağrılarının başlamasını geciktirerek erken rehabilitasyonu kolaylaştırabileceğini öne sürmektedir (Knudson ve diğerleri, 2001; Malliaropoulos ve diğerleri, 2004; Witvrouw ve diğerleri, 2007). Geleneksel ve en yaygın germe türü, bir pozisyonu korumayı içeren statik germe iken, dinamik germe vücudunuzun

parçalarını hareket ettirerek ve hareketin ulaşımını ve hızını kademeli olarak artırarak gerçekleştirilir (Shaji ve Isha 2009).

Statik germe, kas-tendon ünitesinin uyumunu artırır ve bu da patlayıcı performans için önemlidir. Statik germe seansından sonra genellikle oyuncuların dinamik germe hareketlerini gerçekleştirdiği görülür (Young ve Behm 2002). Ancak, statik germenin sonraki performans üzerinde olumsuz bir etkisi olabileceğine dair kanıtlar da mevcuttur (Avela ve diğerleri, 2004; Behm ve diğerleri, 2001; Cramer ve diğerleri, 2005; Evetovich ve diğerleri, 2003; Fowles ve diğerleri, 2000). Dinamik germe, sonraki egzersizlerde meydana gelen hareketlere daha yakın benzerlik gösterdiği için statik germeye göre daha avantajlı olabilir (Torres ve diğerleri, 2008) ve patlayıcı kuvvet performansını artırabilir (Amiri-Khorasani ve diğerleri, 2013; Fletcher ve Jones, 2004; Gelen, 2011, Hilfiker ve diğerleri, 2007; Hodgson ve diğerleri, 2005; Kilduff ve diğerleri, 2007; Kruse ve diğerleri, 2013; Needham ve diğerleri, 2009).

2.9.1 Fasya

MFR tekniklerinden bahsetmeden önce, fasyanın ne olduğunu ve işlevlerini anlamak önemlidir. Fasya, her kas ve organı saran bir dokudur (Schleip, 2003). Kollajen lif demetlerinden oluşur (Stecco ve diğerleri, 2006) ve farklı yönlerde yerleştirilmiş katmanlar içerir (Stecco ve diğerleri, 2006). Bu katmanlar, ince yağ dokusu katmanları ile ayrılmıştır (Stecco ve diğerleri, 2006, Resim 2.4). Fasyanın su içeriği değiştiğinde, sertliği de değişir (Chaitow, 2009). Ayrıca, sinir uçlarıyla zengin (Benjamin, 2009) ve birçok mekanoreseptör içerir (Yahia ve diğerleri, 1992). Fasya, kas-iskelet sisteminin biyomekaniğiyle yakından ilişkilidir (Gerlach ve Lierse, 1990) ve kuvvet iletimine katılabilir (Benjamin, 2009). Düz kas gibi kasılabilir (Schleip ve diğerleri, 2005) ve iltihaplanarak ağrıya neden olabilir (Bednar ve diğerleri, 1995).



Resim 2.4. Fasyanın yapısı (Schleip ve Müller, 2013)

Vücudun tamamını gergin bir ağ gibi sarmalayan fasya, fibröz kolajen yapılı konnektif dokuların (kemik, eklem, kan, kas, sinir) bütünü kapsayan mat, renksiz bir anatomik dokudur (Schleip ve Müller, 2013). Fasya, bağ dokusu sisteminin yumuşak doku bileşenidir ve insan vücudu, tüm vücutta sürekli üç boyutlu bir yapısal destek matrisi oluşturur. Tüm organlara, kaslara, kemiklere ve sinir liflerine nüfuz eder ve çevreler, vücut sistemlerinin işleyişi için eşsiz bir ortam yaratır (Findley ve Schleip 2007).

Kasların kasılma kuvvetlerinin %40'a kadarını kendi tendonlarına değil, fasyal bağlantılar yoluyla yanlarında konumlanan diğer kaslara aktarılır ve bu kuvvet genellikle antagonist kaslara aktarılır (Huijing ve diğerleri, 2007). Fasyal bağlantılar yoluyla önemli kas kuvveti aktarımları aşağıda sunulmuştur.

- 1) Lumbodorsal fasya yoluyla latissimus dorsi ve kontralateral gluteus maximus (Barker ve diğerleri, 2004).
- 2) Biseps femoris'ten sakrotüberöz bağ yoluyla erektör spina fasyasına (Vleeming ve diğerleri, 1995).
- 3) Lacertus fibrozu yoluyla biceps brachii ve alt kolun fleksör kasları (Brasseur, 2012).
- 4) Fasiyal lata yoluyla gluteus maksimus ve alt bacak kasları (Stecco ve diğerleri, 2013).

2.9.2. Fasyanın sınıflandırılması

Fasya, süperfisyalfasya, derin fasya ve viseral fasya olmak üzere üç katmanlı bir yapıdan oluşur (Abu-Hijleh ve diğerleri, 2006).

Yüzeyel fasya

Yüzeyel (ya da yağ, areolar, gevşek, panniküler) bağ dokusu/fasya organları yerinde tutar ve epitel dokuyu diğer alttaki dokulara bağlar. Vücudun farklı bölgelerindeki yüzeyel fasya izolasyon sağlayan farklı yağ katmanları içerir. Gevşek bağ dokusu ve yağdan oluşan yüzeyel bir tabaka gövdeyi ve ekstremiteleri çevreler, ancak dış açıklıkları çevrelemez. Bu, kendisi ile kasları saran ve kasları çalıştıran daha yoğun, daha derin fasya arasında kaymaya izin verir. Kan damarları ve sinirler yüzeyel yağ tabakası yoluyla daha derin yapılara gidip gelir. Bu gevşek bir şekilde paketlenmiş deri altı yüzeyel fasya, manuel terapi müdahalelerine en kolay erişilebilen (ve en uygun) bağ dokusudur. Diğer faktörlere bağlı olarak proinflatuar veya antiinflatuar etkileri tetikleyebilir (Hickset, 2012). Damarlar için kanallar ve bazı bölgelerde iyi korunmuş büyük sinir lifleri sağlar ve ayrıca çok sayıda mekanoreseptör içerir (Schleip ve diğerleri, 2012b).

Derin fasya

Derin (eksenel) fasya vücudun derinliklerine uzanır, ana kasları, tendonları, bağları ve aponevrozları (kasları ve kasların etki ettiği vücut kısımlarını birleştiren düz, geniş tendon benzeri tabakalar) çevreleyip birleştirir (Dordic ve diğerleri, 2010).

Visseral (Parietal) fasya

Visseral fasya organları çevreler ve destekler ve vücudun orta hat yapıları için 'paketleme dokusu' sağlar (Drake ve diğerleri 2010). Nazofaringeal ve servikal bölgeden toraks (mediasten) boyunca sürekli ve diyaframdan karın yoluyla pelvik tabana kadar. Orta hatta, abdominal pleksus ve otonomik sinirlere ek olarak, aort, kaval venöz anastomoz ve torasik kanal gibi büyük damarları da barındırır. Visseral fasya tüm ana organları etkili bir şekilde sarar, plevral ve peritoneal astarları sarar ve nörovasküler kılıfları oluşturur. Büyük ölçüde gevşek bağ dokusundan oluşan mediastinal fasya, bu nedenle, nöral ve damarların yanı sıra ana organları da barındıran toraksın merkezi kompartman boşluğunu oluşturur (Schleip ve diğerleri, 2012b).

2.9.3. Miyofasyal Gevşeme (MFR) ve Kendi Kendine Miyofasyal Gevşetme (SMR)

Miyofasyal gevşetme (MFR), kas ve fasyaya baskı uygulanan çeşitli manuel terapi tekniklerini kapsayan bir terimdir (McKenney ve diğerleri, 2013). Kendi kendine miyofasyal gevşetme (SMR), bireyin kendisi tarafından, genellikle FR ve rulo masaj aleti gibi araçlar kullanılarak gerçekleştirilen bir MFR türüdür. SMR, esnekliği hem anlık (Mikesky ve diğerleri, 2002; MacDonald ve diğerleri, 2013; Sullivan ve diğerleri, 2013; Jay ve diğerleri, 2014) hem de kronik olarak (Miller ve Rockey, 2006; Mohr ve diğerleri, 2014) artırabilir. Ayrıca, gecikmeli başlangıçlı kas ağrısını (DOMS) azaltmak (MacDonald ve diğerleri, 2014), arter fonksiyonunu etkilemek (Okamoto ve diğerleri, 2014) ve otonom sinir sistemi aktivitesini modüle etmek (Kim ve diğerleri, 2014; Chan ve diğerleri, 2015) için de kullanılmaktadır.

SMR'nin çeşitli akut ve kronik etkileri olmasına rağmen, bu etkilerin tam olarak hangi mekanizmalarla ortaya çıktığı konusunda bir fikir birliği yoktur. Fasyada oluşan hasar veya aşırı yüklenmeler kasların üzerinde çok hassas noktalar yaratır. Bu noktalar tetik noktaları olarak adlandırılır. Hareket aralığının kısıtlanmasına, lokalize kas yorgunluğuna ve/veya başka yerlerde yansıyan ağrıya neden olabilen tetik noktalar, sıkıştırma yoluyla tedavi edilebilmektedir (Vaughan ve diğerleri, 2014).

SMR uygulamalarında kullanılan farklı yüzey ve şekillerde birçok ekipman vardır. Bu ekipmanlar arasında en yaygın olanları FR'lar, masaj topları, masaj çubukları ve titreşimli masaj cihazlarıdır (Schroeder ve Best, 2015, Resim 2.5.). FR, çeşitli yoğunluk ve yüzey desenleriyle derin doku masajı sağlar; masaj topları ise daha küçük ve ulaşılması zor kas gruplarını hedef alır (Cheatham ve diğerleri, 2015). Masaj çubukları, kasların yuvarlanarak masaj yapılmasını kolaylaştırırken, titreşimli masaj cihazları kas dokusuna daha derinlemesine nüfuz ederek kan akışını artırır ve kasların daha hızlı toparlanmasını sağlar (Beardsley ve Škarabot, 2015).



Resim 2.5. SMR ekipman türleri (Staff, 2016)

Foam roller

Foam rolling, trapezius, rhomboidler, kalça fleksörleri, hamstringler, kuadrisepler, adduktörler, piriformis, latissimus dorsi ve gastrocnemius dahil olmak üzere birçok kası etkili bir şekilde çalıştırmak için kullanılabilecek bir tekniktir. Bu kas gruplarını FR üzerinde belirli bir miktarda baskı uygulayarak yuvarlayarak, bu kas grupları rahatlatılabilir ve gevşetilebilir (Staff, 2016).

Foam roller, yoğun köpükten yapılmış silindirik bir egzersiz ekipmanıdır ve genellikle kasların gevşemesi, esnekliğin artırılması ve kas gerginliğinin azaltılması amacıyla kullanılır. Bu araç, özellikle SMR tekniklerinde yaygındır ve kaslar üzerindeki düğümleri ve gerginlikleri azaltmak için kullanılır. Araştırmalar, foam roller kullanımının kas sertliğini azalttığını, hareket aralığını artırdığını ve egzersiz sonrası kas ağrısını hafiflettiğini göstermektedir (MacDonald ve diğerleri, 2013; Pearcey ve diğerleri, 2015). Ayrıca, foam roller uygulamalarının kısa süreli kas performansını iyileştirebileceği de belirlenmiştir (Sullivan ve diğerleri, 2013).

Foam roller türleri

FR tipik olarak bir silindir şeklindedir. Birçok boyutta gelir, ancak en yaygın olarak kullanılanı yaklaşık 6 inç çapında ve yaklaşık 12 inç uzunluğundadır. Bununla birlikte, uzun FRler 36 inç uzunluğa kadar ölçülebilir. Daha uzun rulolar tipik olarak sırt için kullanılır (Staff, 2016, Şekil 2.15.).

Çeşitli yüzey tiplerinde birçok foam roller olmasına rağmen en çok tercih edilen türleri yumuşak yüzey, tırtıklı yüzey, grid yüzey ve titreşimli foam rollerlardır (Staff, K.2016).

Yumuşak yüzey foam roller

Yumuşak yüzey foam rollerlar, özellikle yeni başlayanlar ve hassas kas gruplarına sahip olanlar için idealdir. Bu rulolar, daha az yoğunluklu ve daha yumuşak bir yüzeye sahip oldukları için, kasların üzerinde daha nazik bir masaj etkisi sağlar (Resim 2.6.). Bu özellikleri, kas ağrısını hafifletmek ve kasların rahatlamasını sağlamak için kullanışlı hale getirir. Ayrıca, sert FR'lere göre kullanımı daha rahattır ve ağrı eşiği düşük olan kişiler için uygundur (Kalichman ve diğerleri, 2017).

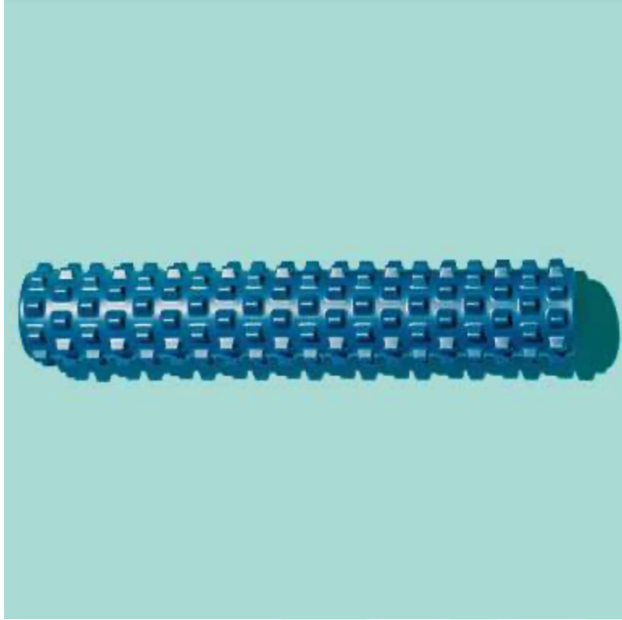


Resim 2.6. Yumuşak yüzey foam roller (Ryan, 2021)

Tırtıklı yüzey foam roller

Tırtıklı yüzey FR'ler, yüzeylerinde çeşitli çıkıntılar, kıvrımlar ve tırtıklar bulunan FR'lerdir (Resim 2.7.). Bu tasarım, daha yoğun ve hedeflenmiş bir masaj etkisi sağlar. Tırtıklı yüzeyli FR'ler, kaslardaki gerginlikleri, düğümleri ve yapışıklıkları daha derinlemesine hedef alarak

miyofasiyal gevşetme (myofascial release) sağlar. Bu tür rulolar, sporcular ve derin doku masajı arayan kişiler için uygundur (Mohr ve diğerleri, 2014).



Resim 2.7. Tırlıklı yüzey foam roller (Staff, 2016)

Grid yüzey foam roller

Grid yüzey FR, yüzeyinde farklı desenler ve çıkıntılar bulunan özel bir FR türüdür. Bu desenler ve çıkıntılar, derin doku masajını taklit ederek kaslara daha yoğun ve hedeflenmiş bir baskı uygulamak için tasarlanmıştır (Staff, 2016, Resim 2.8.).



Resim 2.8. Grid yüzey foam roller (Ryan, 2021)

Titreşimli foam roller

Titreşimli FR'ler, geleneksel FR'lerin sağladığı masaj etkisini, titreşim motoru ile birleştirerek geliştirilmiş bir versiyonudur (Resim 2.9.). Titreşimli rulolar, kaslardaki gerginliği ve ağrıyı azaltmada, kan akışını artırmada ve kasların daha hızlı toparlanmasını sağlamada etkili bir araç olarak kullanılmaktadır (Fleckenstein ve diğerleri, 2017).



Resim 2.9. Titreşimli foam roller (Ryan, 2021)

Miyofasyal gevşeme, birçok birey için ağrıyı azaltmada ve fonksiyonu geri kazandırmada etkili bir yöntem olarak görülmüştür (Cheatham ve Stull, 2019; Santos ve diğerleri, 2024). Ancak, FR'nin bu etkiyi yeniden üretebilip üretemeyeceği sorusu hala geçerliliğini korumaktadır. Markovic (2015), FR ile bir terapistin el aleti kullanarak yaptığı uygulamaları karşılaştırmış ve her iki yöntemin de kalça ve diz hareketliliğini geliştirdiğini bildirmiştir. Ayrıca, FR grubunun ruloyu kendilerinin uygulayabilmesi, terapistin yardımına ihtiyaç duyan diğer gruba göre önemli bir avantaj sağlamıştır.

FR'nin esneklik üzerine etkileri

FR'nin egzersiz öncesinde esneklik üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ve egzersiz sonrası ağrı ve yorgunluğu azalttığını bildirilmiştir (Schroeder ve Best, 2015). Birçok çalışma, FR'nin başka bir araç veya germe tekniği ile karşılaştırmasını yapmıştır. Skarabot ve ark (2015), FR ile geleneksel germe tekniklerini karşılaştırmış ve her iki yöntemin de esnekliği artırabileceğini bulmuşlardır. Ancak, en iyi sonuçları elde etmek için, katılımcıların hem FR hem de germe kombinasyonunu kullanmaları gerektiği belirtilmiştir. Buna ek olarak bir dakika boyunca FR kullandıktan sonra germe yapan katılımcıların en iyi sonuçları elde ettiklerini vurgulamışlardır.

FR ve performans

Cheatham ve arkadaşları (2015), FR'nin eklemlerin hareket kabiliyetini artırmada ve performansı iyileştirmede etkili olduğunu belirtmiştir. Peacock ve arkadaşlarının (2014) yaptığı bir başka çalışmada, temel performans testleri (örneğin, sıçrama, çeviklik çalışmaları ve ağır ağırlık kaldırma) öncesinde FR kullanımının performansı artırdığı bulunmuştur. En iyi sonuçlar, antrenmanı taklit eden dinamik germe ile birlikte FR kullanan katılımcılar arasında elde edilmiştir. Lanigan ve Harrison (2012), ayak tabanına foam roller uygulamasının sıçrama yüksekliğini artırabileceğini öne sürmüşlerdir. Healey ve arkadaşları (2013), FR kullanımının antrenman öncesinde yorgunluğu azalttığını göstermiştir. Yorgunluğun azalması, antrenman sırasında daha fazla keyif alınmasına, daha tutarlı olmasına ve genel olarak daha iyi sonuçlar elde edilmesine yol açabilir.

FR ve soğuma

FR, antrenman sonrası ideal bir soğuma aracı olarak da kendini kanıtlamıştır. MacDonald (2014), ağır ağırlık kaldırma sonrası FR'iyileşmeyi hızlandığını, ağrıyı azalttığını ve performansı artırdığını bildirmişlerdir. Pearcy ve diğerleri (2015) de bu bulguyu desteklemektedir.

3.YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma nicel araştırma yöntemleri arasında yer alan deneysel araştırma modeli kullanılarak yapılmıştır. Deneysel araştırmalar her aşamasında belirli bir sistematığın olduğu, yapılacak olan müdahalenin kontrol altına alınmış koşullarda belirli bir sorunun çözümünde ne derece etkili olacağını görmek için yürütülen araştırmalardır. Ayrıca bu araştırma kesitsel araştırma deseni kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2. Araştırma Grubu

Araştırmaya Ankara ilinden; en az 4 yıl lisanslı voleybol oyuncusu olan ve müsabık olarak yarışmalara katılan 20 kadın, 20 erkek gönüllü olarak katılmıştır (Çizelge 3.1). Katılımcıların 38'inin dominant tarafları sağ, 2'sinin ise dominant tarafları soldur. Dominant ve non-dominant taraflar sıçrama bacağına göre belirlenmiştir. Smaç havalanma safhası başlangıcında yere son temas eden taraf, başka bir deyişle yaklaşma safhasında son adımda kullanılan ayak dominant taraf olarak değerlendirilmiştir. Araştırmanın dahil etme kriterleri; 18-25 yaş aralığında olmak, 1. lig ya da 2. lig seviyesinde bir kulüpte oynuyor olmak, haftada en az 3 kez voleybol antrenmanına katılıyor olmak, smaçör, orta oyuncu ya da pasör çaprazı olmak olarak belirlenmiştir. Araştırmanın hariçte bırakma kriterleri ise; son altı ay içerisinde kas iskelet sistemiyle ilgili herhangi bir sakatlık ya da ameliyat geçirmiş olmak, pasör ya da libero mevkilerinde oynuyor olmak olarak belirlenmiştir. Araştırmaya başlamadan önce tüm katılımcılara araştırma protokolü detaylı bir şekilde anlatılmış ve katılımcılardan gönüllü katılım formları teslim alınmıştır. Bu araştırma Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu tarafından onaylanmıştır (Araştırma kodu 2023-1273).

Çizelge 3.1. Katılımcıların karakteristikleri

		Ort±SS	min	maks	%95 GA
Yaş (yıl)	K	19.7±1.3	18	22	19-20.2
	E	19.7±1.7	18	24	19-20.4
	T	19.7±1.5	18	24	19.1-20.1
Spor yaşı (yıl)	K	8.9±2.6	5	14	7.6-10
	E	7.3±2.6	4	14	6-8.4
	T	8±2.7	4	14	7.2-8.8
Boy uzunluğu (cm)	K	176±6.1	1.67	1.88	1.73-1.79
	E	188±5.6	1.79	1.99	1.86-1.90
	T	182.1±8.1	1.67	1.99	1.79-1.85
Vücut kütlesi (kg)	K	63.4±7.7	53	85	59.7-66.9
	E	81.5±11	61	95	76.4-86.6
	T	72.5±13	53	95	68.2-76.6

Çizelge 3.1. (devam) Katılımcıların karakteristikleri

Vücut Kütle İndeksi (kg.m ⁻²)	K	20.3±2.4	17.9	19.2	19.1-21.3
	E	23±2.6	18	28	21.7-24.1
	T	21.6±2.8	18	28	20.7-22.5
Vücut Yağ Yüzdesi (m/kg ²)	K	17.7±5.2	8.3	27.3	15.4-20
	E	12±3	6.8	16.2	10.7-13.3
	T	15.1±5.5	6.8	29.3	13.4-16.8

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, min: minimum değer, maks: maksimum değer, GA: Güven aralığı, K: Kadın, E: Erkek, t: Toplam katılımcı.

3.3. Veri Toplama Araçları

3.3.1. Boy uzunluğu, vücut kütlesi ve vücut yağ yüzdesi ölçümleri

Katılımcıların boy uzunlukları ± 1 mm hassasiyete sahip Seca 217 marka (SECA, Hamburg, Germany) bir stadiometre kullanılarak ölçülmüştür (Resim 3.1). Ölçüme başlamadan önce katılımcılardan ayakkabılarını çıkartarak stadiometrenin üzerine çıkmaları ve anatomik pozisyonda durmaları istenmiştir. Stadiometrenin üst tablası başın vertex noktasına değecek şekilde ayarlanmış ve sporcunun boy uzunluğuna karşılık gelen değer belirlenip sonuçlar cm cinsinde kaydedilmiştir.



Resim 3.1. Katılımcıların boy uzunluklarını ölçmek için kullanılan Seca marka stadiometre

Katılımcıların vücut kütleleri 100 gr hassasiyetle ölçüm alan Seca marka bir tartı (SECA, Hamburg, Almanya) kullanılarak ölçülmüştür (Resim 3.2.). Katılımcılardan tartı üzerine hafif giysiler ile çıkmaları, ayakkabılarını çıkartmaları ve ölçüm esnasında anatomik pozisyonda durmaları istenmiştir. Sonuçlar kg cinsinden kaydedilmiştir.



Resim 3.2. Katılımcıların vücut kütlelerini ölçmek için kullanılan Seca (SECA, Hamburg Germany) marka tartı

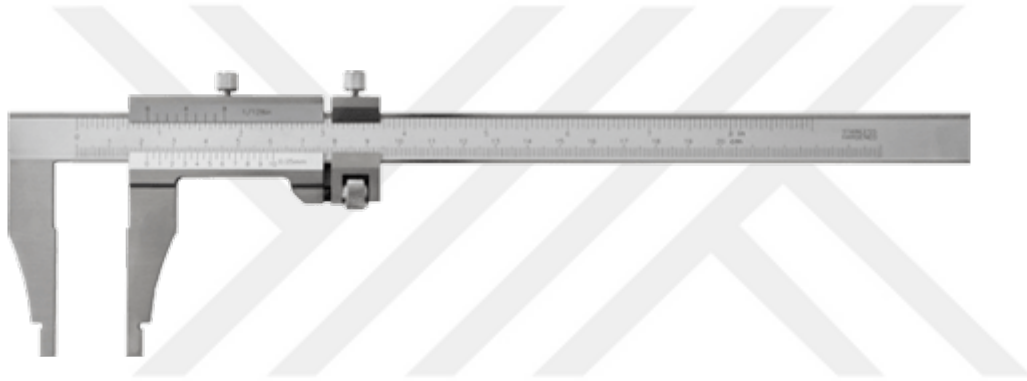
Katılımcıların vücut yağ yüzdesi ölçümleri TANITA BC-418MA (Tokyo, Japan) marka bir bioempedans analiz cihazı kullanılarak alınmıştır (Resim 3.3). Ölçüm esnasında katılımcılardan cihazın üzerine çıplak ayakla çıkmaları, üzerlerinde herhangi bir metal bulundurmamaları ve anatomik pozisyonda durmaları istenmiştir. Sonuçlar m/kg^2 biriminde kaydedilmiştir.



Resim 3.3. Katılımcıların vücut yağ yüzdeslerini ölçmek için kullanılan TANİTA BC-418M (Tokyo, Japan) marka bioempedans analiz cihazı

3.3.2. Antropometrik ölçümler

Katılımcıların diz, dirsek el bileği ve ayak bileği genişliklerini ölçmek için üzerindeki her aralık 1 mm'yi ifade eden bir kayan kaliper (Holtain, UK) kullanılmıştır (Resim 3.4.). Katılımcıların diz genişliği, oturur pozisyonda ve diz 90° fleksiyonda iken femurun medial ve lateral epikondilleri arasında kalan mesafe referans alınarak ölçülmüştür. Dirsek genişliği, dirsek 90° fleksiyonda iken humerusun medial ve lateral epikondilleri arasında kalan mesafe referans alınarak ölçülmüştür. Ayak bileği genişliği, katılımcı oturur pozisyonda iken fibulanın lateral malleolü ile tibianın medial malleolu arasında kalan kısım referans alınarak ölçülmüştür. El bileği genişliği ise radius ve ulnanın stiloid çıkıntıları arasında kalan kısım referans alınarak ölçülmüştür.



Resim 3.4. Katılımcıların diz, dirsek, el bileği ve ayak bileği genişliklerini ölçmek için kullanılan (Holtain, UK) marka kayan kaliper

Katılımcıların bacak uzunluğu, pelvik asisler arası mesafe ve shoulder offset ölçümleri için mezura kullanılmıştır. Bacak uzunluğu, spina iliaca anterior superior ile malleolus medialis arasındaki mesafe referans alınarak ölçülmüştür. Interasisdistance ölçümü sagittal düzlemde anterior superior iliac omurganın (ASIS) en belirgin iki noktası arasındaki mesafe referans alınarak ölçülmüştür. Shoulder offset ölçümleri için katılımcılardan kollarını sagittal düzlemde abduksiyon-adduksiyon yapmaları istenmiştir. Shoulder offset ölçümleri glenohumeral eklem ile omuz acromion çıkıntısı arasında kalan kısım referans alınarak ölçülmüştür.

Katılımcıların el kalınlıklarını ölçmek için 0.2 mm hassasiyetle ölçüm alan ve her açıklıkta 10 g/mm² basınç uygulayan bir skinfold kaliper (Holtain, UK) kullanılmıştır (Resim 3.6). Ölçümler katılımcıların hem sağ hem de sol tarafından alınmıştır. Ölçüm sonuçlarının tutarlı olması açısından ölçümler tek bir kişi tarafından alınmıştır. Sonuçlar hareket analiz sistemine kaydedilerek katılımcıların profilleri oluşturulmuştur.



Resim 3.5. Katılımcıların el kalınlıklarını ölçmek için kullanılan skinfold kaliper (Holtain, UK)

3.4. Araştırma Protokolü

Araştırma Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Biyomekanik Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Laboratuvarın ortalama oda sıcaklığı $23.3 \pm 0.3^{\circ}$ olarak ayarlanmıştır. Her katılımcıya test protokolü detaylı anlatılmış ve katılımcılardan gönüllü katılım formları imzalı olarak teslim alındıktan sonra araştırmaya geçilmiştir. Katılımcılardan teste gelmeden önce mümkün olduğunca hafif giysiler giymeleri ve üzerinde parlak fotoğraf, logo, marka tasarımı olan herhangi bir kıyafet giymemeleri istenmiştir. Her katılımcı 4 ayrı ölçüm gününde laboratuvarı ziyaret etmiştir.

Araştırmanın 1. Gününde katılımcılardan karakteristik ve demografik bilgileri (yaş, spor yaşı, sakatlık geçmişi, oyuncu pozisyonu) ve antropometrik ölçümleri (boy uzunluğu, vücut kütlesi, vücut yağ yüzdesi, diz genişliği, ayak bileği genişliği, dirsek genişliği, el bileği genişliği, pelvikal asisler arası mesafe, shoulder offset ölçümleri) alınmıştır. Teste geçmeden önce katılımcılara toplam 15 dk süren genel ve özel ısınma protokolü uygulanmıştır. Isınma tamamlandıktan sonra katılımcıların vücutlarındaki belirli anatomik referans noktalarına 38 adet pasif işaretleyici (Plug-In Gait Marker Set, Vicon Peak, Oxford, UK) yerleştirilmiştir.

Test için gereken tüm hazırlıklar tamamlandıktan sonra katılımcılardan kameraların olduğu görüntü yakalama kafesinin içerisinde topla temas gerçekleşmeden 3 kez smaç ve blok

adımlaması yapmaları istenmiştir. Katılımcıların dinamik görüntüleri öncesi static plug-in gait verilerini belirlemek ve elde etmek için katılımcılardan ölçüm alanındaki T bölgesinde (tüm kameraların en iyi görüntü aldığı noktada) T poz pozisyonu almaları istenmiştir. Tüm kontroller tamamlandıktan sonra test aşamasına geçilmiştir.

Test aşamasında katılımcılardan uzman bir antrenör tarafından atılan voleybol topuna 3 numaraları bölgeden 5 başarılı smaç ve duran topa 5 başarılı blok gerçekleştirmeleri istenmiştir. Her vuruştan sonra katılımcılara 30 sn dinlenme süresi verilmiştir. Smaç vuruşları tamamlandıktan sonra blok vuruşuna geçmeden önce ise katılımcılara 3 dk dinlenme süresi verilmiştir. Devam eden 3 günde ise katılımcılar ölçümlere direkt olarak ısınma protokolü ile başlamış, teste geçmeden önce her gün için bir kas grubuna uygulama yapılacak şekilde alt ekstremitede 3 farklı kas grubuna (gluteal kaslar, hamstring ve calf kasları) foam roller uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Önceki öğrenmenin etkisini ortadan kaldırmak amacıyla her oyuncunun 3 farklı protokol gününde FR uygulama bölgeleri randomize çapraz geçişli olarak ilerlemiştir. Her foam roller uygulamasının ardından katılımcılara 3 dk dinlenme süresi verilmiştir. Ardından 5 başarılı smaç ve duran topa 5 başarılı blok aşaması tekrar edilmiştir. Ölçümler arasında katılımcılara en az 24 saat dinlenme süresi verilmiştir. Görüntüler bilgisayar ortamında Vicon Nexus (Nexus 1.8.4, Vicon, Oxford, UK) yazılımı kullanılarak kaydedilmiştir.

3.4.1. Isınma protokolü

Katılımcılardan teste başlamadan önce Monark Cardio Care 827E (Monark, Sweden) bisiklet ergometresinde (Resim 3.7.) 5 dk boyunca 60-80 rpm arasında bir devirde direnç kullanılmadan pedal çevirmeleri istenmiştir (Resim 3.8.).



Resim 3.6. Katılımcıların ısınmasında kullanılan Monark Cardio Care 827E (Monark, Sweden) bisiklet ergometresi



Resim 3.7. Katılımcıların bisiklet ısınması görüntüleri

Bisiklet ısınması tamamlandıktan sonra katılımcılar belirlenen çizgiden fileye kadar toplam 6 hareketten oluşan ve yaklaşık 5 dk süren bir dinamik ısınma programı uygulamışlardır (Çizelge 3.2., Resim 3.9.).

Çizelge 3.2. Dinamik ısınma programı

Hareketin Adı	Uygulama süresi
Hafif tempo koşu	2 dk
Kalçaya doğru ayak çekme	30 sn
Yüksek diz çekme	30 sn
Kayma adımı	30 sn
Öne adım alma	30 sn
Yandan ortaya doğru diz çekme	30 sn

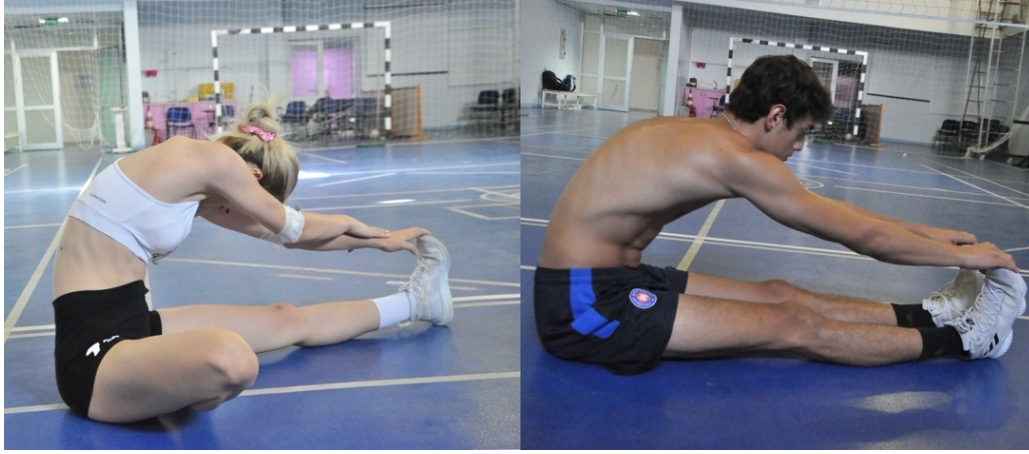


Resim 3.8. Katılımcıların dinamik ısınma uygulaması görüntüleri

1 setlik dinamik ısınma programı tamamlandıktan sonra katılımcılardan 6 hareketten oluşan ve toplam 3 dk süren bir statik ısınma programı uygulamaları istenmiştir (Çizelge 3.3., Resim 3.10.).

Çizelge 3.3. Statik ısınma programı

Hareketin Adı	Uygulama Süresi
Boyun germe	30 sn
Kolları çapraz ve sırta doğru dirsekten bükme ve germe	30 sn
Kalça rotasyonu	30 sn
Dizleri karına çekme (sağ ve sol taraf için)	30 sn
Yerde oturur pozisyonda bacak germe (sağ ve sol taraf için)	30 sn
Yerde oturur pozisyonda çift ayak önde bacak germe	30 sn



Resim 3.9. Katılımcıların statik ısınma görüntüleri

1 setlik statik ısınma programı tamamlandıktan sonra ise katılımcılardan antrenman öncesi ısınmalarında kullandıkları genel top ısınması hareketlerinden oluşan yaklaşık 3 dk'lık bir programı uygulamaları istenmiştir (Çizelge 3.4., Resim 3.11.). Toplamda 15 dk'lık ısınma protokolü tamamlandıktan sonra FR uygulamasına geçilmiştir.

Çizelge 3.4. Top Isınması Programı

Hareketin Adı	Uygulama Süresi
Sağ elle karşıya baş üstü top atma	30 sn
Sol elle karşıya baş üstü top atma	30 sn
Çift elle karşıya baş üstü top atma	30 sn
Çift elle zemine top vurma	30 sn
Olduğu yerde zemine smaç vurma	30 sn



Resim 3.10. Katılımcıların top ısınması görüntüleri

3.4.2. FR uygulaması

Bu araştırmada yüzeyel fasyada gevşeme sağlamak hedeflenmiştir. Bu sebeple Katılımcılara FR uygulaması yapmak için 14 cm uzunluğunda ve 33 cm genişliğinde 5.5 inç Trigger Point marka (Tayvan, Çin) GRİD yüzey bir FR kullanılmıştır (Resim 3.12.).



Resim 3.11. Katılımcılara uygulanan Trigger Point marka (Tayvan, Çin) foam roller

Foam roller uygulamaları 1'er dakikalık 3 setten oluşmaktadır. Katılımcılara setler arası 30 sn dinlenme süresi verilmiştir. Her iki bacak içinde aynı şekilde uygulama yapılmıştır. FR uygulaması katılımcıların önce sağ sonra sol taraflarına uygulanmıştır. 3 setlik bir uygulama döngüsü tamamlandığında katılımcılara 30 sn dinlenme süresi verilmiş, ardından diğer bacağına geçilmiştir. Katılımcılar arasındaki uygulamanın standartlaştırılması için dakikada 30 bpm ritimde bir metronom programı (Pro Metronome) kullanılmıştır.

3.4.3. Gluteal Kaslara FR uygulaması

Katılımcılar FR üstüne oturmuşlardır. Ellerini arkaya doğru zeminle temas edecek şekilde koymuşlardır. Uygulama yapılan taraf için dizin bükülmesi ve ayağın yerle temas etmesi istenmiştir. Uygulama yapılmayan taraf için ise ayak bileğini uygulama yapılan taraftaki dizin üstüne gelecek şekilde konumlandırmaları istenmiştir. FR uygulaması gluteusun orjini (ilikumun gluteal yüzeyi) ve insersiyonu (femurun gluteal tuberozitesi ve iliotibial traktus) ile aynı hizada yapılmıştır.



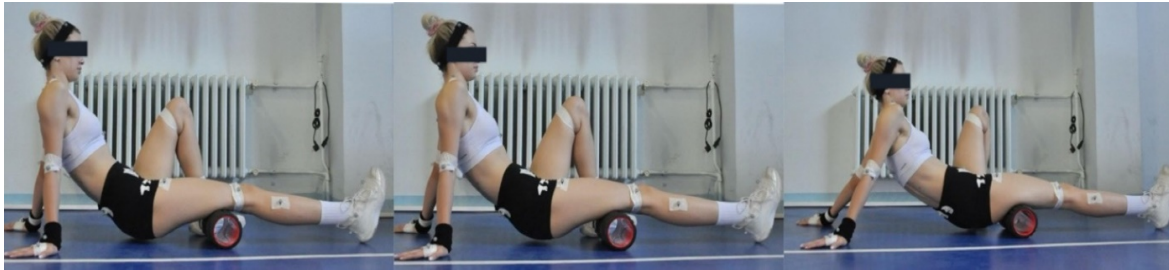
Resim 3.12. Kadın katılımcıların gluteal kaslarına uygulanan FR



Resim 3.13. Erkek katılımcıların gluteal kaslarına uygulanan FR

3.4.4. Hamstring Kasına FR uygulaması

Katılımcılar yere oturur pozisyonda, elleriyle vücutlarına destek vererek FR'yi hamstring kasının posteromedialine yerleştirmişlerdir. Uygulama yapılmayan ayak yere temas edecek şekilde ve diz bükülü pozisyonda zemine konumlandırılmıştır. Katılımcılardan FR'yi ischial tuberositeden popliteal fossaya kadar hamstringin posteromedialine uygulamaları istenmiştir.



Resim 3.14. Kadın katılımcıların hamstring kaslarına uygulanan FR



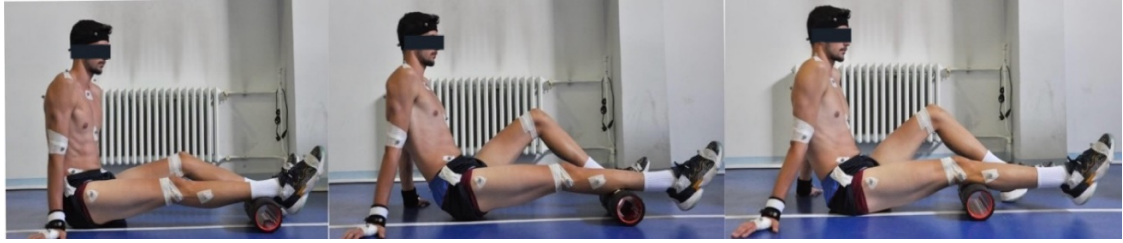
Resim 3.15. Erkek katılımcıların hamstring kaslarına uygulanan FR

3.4.5. Calf Kasına FR uygulaması

Katılımcılardan yere oturmaları ve iki ellerini de zemine temas ettirmeleri istenmiştir. FR popliteal fossa ile aşil tendonunun miyotendinoz bileşkesi arasında calfın posteromedialine yerleştirilmiştir. Katılımcılardan FR'yi calf kasının başlangıcı olarak kabul edilen aşil tendonunun üst kısmı ile patellanın arka kısmı arasında yuvarlamaları istenmiştir.



Resim 3.16. Kadın katılımcıların calf kasına uygulanan FR



Resim 3.17. Erkek katılımcılara uygulanan calf kasına uygulanan FR

3.4.6. Smaç ve blok verilerinin alınması

Katılımcıların smaç ve bloktan sonra yere konmaları sırasında ve sonrasında elde edilebilecek tüm kinematik veriler üç boyutlu görüntü yakalama sistemi (Vicon Peak, Oxford, UK) kullanılarak kaydedilmiştir. Vicon görüntü yakalama sistemi 8 adet yüksek hızlı kamera (T10 cameras, 200 kare/saniye, Vicon Peak, Oxford, UK, Resim 3.17), 2 adet gerçek zamanlı görüntülerin kaydedilmesi için kullanılan kamera (Bonita 720c, Vicon Peak, Oxford, UK, Resim 3.18) ve bu kameraların üzerinde bulunduğu metal bir kafesten oluşmaktadır (Resim 3.19). Bu sistem katılımcıların belirli anatomik referans noktalarına yerleştirilen ve görüntü yakalama kafesi içerisinde kameralar tarafından hassasiyetle algılanan 38 adet pasif işaretleyicinin (Plug-In Gait Marker Set, Vicon Peak) ortogonal düzlemdeki tüm hareketlerini sayısal verilere dönüştürme prensibiyle çalışır.



Resim 3.18. Vicon T10 serisi kameraları



Resim 3.19. Bonita kameraları

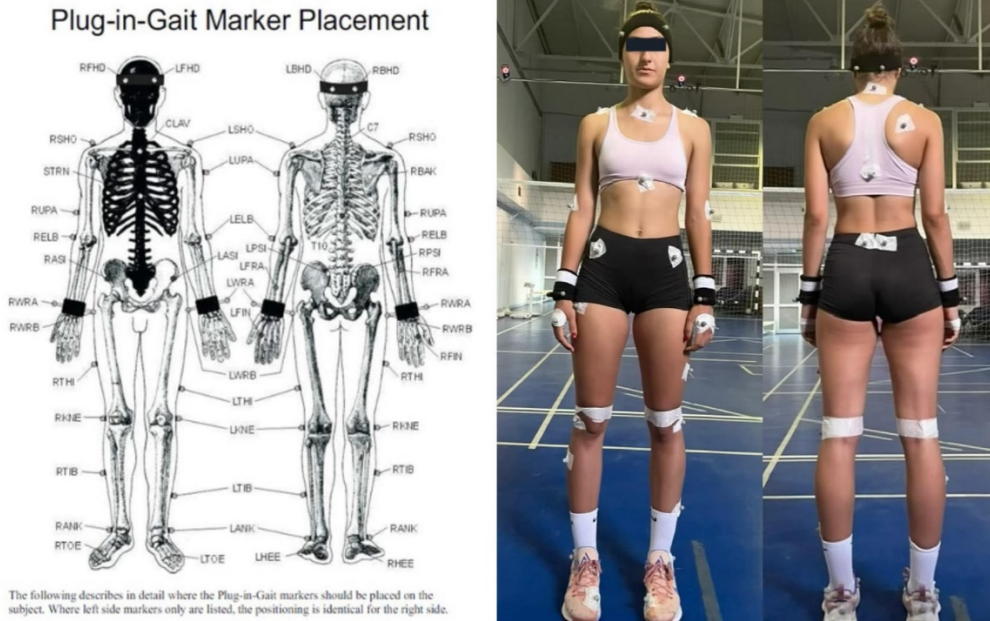


Resim 3.20. Kameraların metal asma kafes üstündeki konumları

Katılımcıların üzerine vücut parçalarının kinematik verilerini elde etmek amacıyla 38 adet pasif işaretleyici (Plug-In Gait Marker Set, Vicon Peak, Oxford, UK) yerleştirilmiştir (Davis ve ark, 1991, Resim 3.20). Bu işaretleyiciler başın ön (alın kemiğinin sağ ve sol tarafı) ve arkası (ön kafa markerlarının horizontal düzlemdeki simetrisi), omuz (Acromio-clavicular eklem), dirsek (dirsek ekleminin lateral epikondili), el bileği (el bileği ekleminin medial ve lateral epikondili), el parmağı (2. Metacarpal kemiğin üzeri), pelvis ön markerları (sağ ve sol olmak üzere, antreior superior iliac çıkıntının tam üzeri), pelvis arka markerları (sağ ve sol olmak üzere sacroiliac eklem), sol uyluk (femurun diz ekleminde 1/3 yukarısı, lateral kısmı), sağ uyluk (femurun kalça ekleminde 1/3 aşağısı, lateral kısmı), diz (diz ekleminin lateral epikondili), sol tibia (tıpkı sol uylukta olduğu gibi, tibia'nın 1/3 ayak bileği ekleminde yukarısı, lateral kısmı), sağ tibia (tibia'nın diz ekleminde 1/3 aşağısı, lateral kısmı), ayak bileği (lateral malleol üzeri), topuk (calcaneusun üzerinde, ayak parmağı olarak ifade edilen yer ile aynı yükseklikte), ayak parmağına (2. Metatarsal kemiğin üzeri) yerleştirilmişlerdir.



Resim 3.21. İşaretleyicilerin katılımcıların referans noktalarına yerleştirilmesi



Resim 3.22. İşaretleyicilerin anatomik referans noktalarına göre konumları

Ölçümlerden elde edilen toplam 1600 görüntü (20 kadın, 20 erkek olmak üzere toplam 40 kişiden elde edilen; 40×4 (katılımcıların ölçüme geldikleri gün sayısı) $\times 10$ (Her ölçüm gününde alınan 5 başarılı smaç ve blok görüntülerinin toplamı) = 1600) Vicon Nexus (Nexus 1.8.4, Vicon, Oxford, UK) yazılımı kullanılarak etiketlenmiş ve modelleme yürütülmüştür.



Resim 3.23. Katılımcıların smaç vuruşu safhaları



Resim 3.24. Katılımcıların blok vuruşu safhaları

Bu tez çalışmasında incelenen kinetik ve kinematik tüm değişkenler Vicon (Oxford, UK) referans kitapçığındaki Plug-in Gait kullanılarak hesaplanmıştır.

Sıçrama yüksekliği: Smaç ve blok sıçraması sırasında vücut kütle merkezinin (VKM) z eksenindeki maksimum değeri ile yerle ilk temas anındaki minimum değerlerinin farkı alınarak hesaplanmıştır. Sonuçlar cm cinsinden kaydedilmiştir.

Vücut kütle merkezi dikey hız: Vücut kütle merkezinin z ekseninde maksimum olduğu nokta ile yerle ilk temas anındaki minimum değeri arasındaki yer değişimi hesaplanmıştır. Daha sonra elde edilen değerler zamana bölünmüştür. Sonuçlar arasındaki maksimum (mutlak) değer alınarak hesaplanmıştır. Sonuçların m/sn cinsinden kaydedilmiştir.

IT (İlk Temas) fleksiyon açıları: Katılımcıların yere ilk temas anında y eksenindeki kalça, diz ve ayak bileği fleksiyon açılarından oluşmaktadır. Sonuçlar “°” biriminde kaydedilmiştir.

Varus (+)/valgus (-) açısı: Diz eklemine yere konma anında x eksenindeki değeri varus/valgus açısını ifade etmektedir. Elde edilen sonuçlar “°” biriminde kaydedilmiştir.

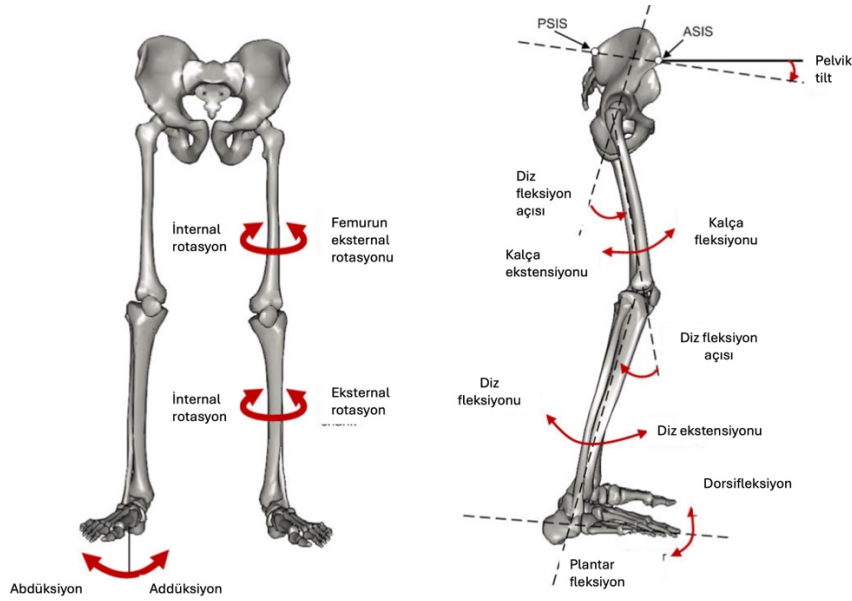
İnternal (+)/eksternal (-) rotasyon: Ayak bileğinin internal/eksternal rotasyon açısı yere konma anında ayak bileğinin x eksenine karşılık gelen rakamı ifade etmektedir (Birimi: “°” derece).

Maksimum açısal hız: VKM dikey doğrusal hızın maksimum olduğu nokta ile smaç ya da blok sonrası diz fleksiyon açısının minimum olduğu (toparlanma) nokta arasındaki açısal yer değiştirmenin zamana bölünmesiyle hesaplanmıştır. Sonuçlar arasındaki maksimum değer “°/sn” cinsinden kaydedilmiştir.

Eklem hareket aralığı (EHA): VKM dikey doğrusal hızın y eksenindeki maksimum olduğu nokta ile diz fleksiyon açısının minimum olduğu (toparlanma) nokta arasındaki maksimum ve minimum açısal değerler arasındaki fark EHA değerini oluşturmaktadır. Sonuçlar “°” biriminde kaydedilmiştir.

Zirve fleksiyon açısı: Kalça ve diz eklemleri için zirve fleksiyon açısı anlamına gelirken ayak bileği eklemi için dorsifleksiyon/plantar fleksiyon anlamına gelmektedir. Yere ilk temas anı ile harekete devam etme safhası arasındaki maksimum değeri ifade etmektedir. Diz eklemi için maksimum, kalça ve ayak bileği eklemi için minimum değer kullanılmıştır (Birimi: “°” derece).

Vicon Plug-in Gait kitapçığında, diz eklemi için maksimum, kalça ve ayak bileği eklemi için minimum değerlerin alınması gerektiği ifade edilmiştir.



Şekil 3.25. Vicon Plug-in Gait referans kitapçığı kalça, diz ve ayak bileği eksenleri

3.5. Verilerin Analizi

Verilerin analizi SigmaPlot (Systat Software, Inc) yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Veri dağılımının normalliği Shapiro-Wilk testi ile belirlenmiştir. Katılımcıların farklı protokollerde foam roller uygulamaları sonrası yere konma mekaniğini karşılaştırmak için tekrarlı ölçümler ANOVA (RM ANOVA on Ranks) kullanılmıştır. Cinsiyetler arası karşılaştırmalar için bağımsız t-testi ve grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları için ise eşleştirilmiş örneklem t-testi kullanılmıştır. Anlamlılık seviyesi 0.05, güven aralığı ise %95 olarak belirlenmiştir. Anlamlı farklılık olan veriler için etki büyüklüğü Cohen's d formülü ile hesaplanmıştır (Cohen, 2013). Cohen's d aralıkları, 0.2-0.5: küçük, 0.5-0.8: orta 0.8-1: büyük > 1: çok büyük olarak sınıflandırılmıştır.

4. BULGULAR

Katılımcıların referans protokolleri ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokolleri sonrası sıçrama yükseklikleri ve VKM değerleri çizelge 4.1’de sunulmuştur. Smaç ve blok sıçrama yüksekliği kadınlarda SMR sonrası nicel olarak artış, erkeklerde azalma göstermesine rağmen protokoller arası bu fark anlamlı değildir. VKM dikey doğrusal hızı, farklı protokol günleri karşılaştırmalarında kadın, erkek ve toplam katılımcı grubu için grup içi anlamlı farklı değildir. Erkek voleybol oyuncularının smaç ve blok sıçrama yüksekliği (smaç; EB= 2.51, 2.19, 1.95, 1.96, blok; EB= 2.92, 1.50, 1.39, 1.79) ve VKM dikey doğrusal hızı (smaç; EB= 2.35, 3.2, 3, 3, blok EB= 0.63, 3, 3, 3) kadınlara göre anlamlı yüksektir. Kadınlarda en yüksek smaç ve blok sıçrama yüksekliği hamstring SMR sonrası, erkeklerde ise referans protokolü sonrasında iken, en düşük smaç ve blok sıçrama yüksekliği kadınlarda referans protokolü sonrası erkeklerde ise calf SMR sonrasındadır.

Çizelge 4.1. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokolleri sonrası smaç ve blok sıçrama yükseklikleri, vücut kütle merkezi (VKM) doğrusal hızları

		Referans ^a	p*	Gluteal SMR ^b	p*	Hamstring SMR ^c	p*	Calf SMR ^d	p*	p**
	K	51.9±7.8		52.9±9.7		54.9±9.8		53.2±9.2		.182
Smaç	Sıçrama yüksekliği (cm)	E	75±10.4		73.1±8.7		73.7±9.4		70.9±8.8	.121
		T	63.5±14.8	-	63±13.7	-	64.2±13.4	-	62±12.6	.149
		K	2.6±0.2		2.5±0.2		2.6±0.2		2.6±0.2	.103
	VKM dikey doğrusal hızı (m/sn)	E	3.2±0.3	<.001	3.2±0.2	<.001	3.2±0.2	<.001	3.2±0.2	.192
		T	2.5±0.4	-	2.5±0.4	-	2.4±0.3	-	2.5±0.3	.401
		K	44±3.3		45.8±11.2		46.8±11.4		45±5.9	.825
Blok	Sıçrama yüksekliği (cm)	E	63.8±9	<.001	62±10.5	<.001	61.2±9.6	<.001	63.1±13	.247
		T	53.9±12	-	54.4±13.1	-	53.5±12.9	-	54±2.1	.304
		K	2.3±0.3		2.2±0.2		2.2±0.2		2.2±0.2	.451
	VKM dikey doğrusal hızı (m/sn)	E	2.6±0.6	<.001	2.8±0.2	<.001	2.8±0.2	<.001	2.8±0.2	.301
		T	2.5±0.5	-	2.5±0.4	-	2.5±0.4	-	2.5±0.4	.304
		K	2.3±0.3		2.2±0.2		2.2±0.2		2.2±0.2	.451

Veriler, ortalama±standart sapma şeklinde sunulmuştur. SMR: Myofasyal gevşeme, VKM: Vücut kütle merkezi, K: Kadın, E: Erkek, T: Toplam katılımcı. p*: Cinsiyetler arası karşılaştırma, p**: Farklı protokoller arası grup içi karşılaştırma.

Katılımcıların referans protokolü ile kendi kendine SMR protokollerini takiben smaç vuruşları sonrası yerle ilk temas anlarına ait alt ekstremit eklemlerinin açılarını Çizelge 4.2.'de sunulmuştur.

Kalça fleksiyon açıları kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için farklı protokol günleri arasında anlamlı farklı değildir. Erkek katılımcıların dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları 4 farklı protokol gününde anlamlı farklıdır (EB= 1.23, 1.58, 0.77, 0.85). Cinsiyetler arası karşılaştırmalar 4 protokol günü için de non-dominant tarafta anlamlı farklıdır (p= .003, EB= 0.85, p= .003, 1.01, p = <001, EB= 0.82, p= .006, EB= 0.91).

Toplam katılımcı grubunun dominant ve non-dominant taraflar arasında ise referans ve gluteal SMR protokol günlerinde anlamlı farklılık vardır (EB= 0.88, 0.48).

Diz fleksiyon açısı kadın erkek ve toplam katılımcı grupları için farklı protokoller arasında grup içi anlamlı farklı değildir. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları referans, hamstring ve calf SMR protokol günlerinde anlamlı farklı bulunmuştur (EB= 0.62, 0.76, 1.26). Gluteal SMR protokol gününde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen dominant ve non-dominant taraf arasında yaklaşık 3° lik bir açısal fark gözlemlenmiştir.

Diz varus/valgus açısı için farklı protokol günleri arasında kadın erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda ise gluteal bölgeye uygulanan SMR protokolü sonrası dominant tarafta, (p=.006, EB= 0.36) hamstringe uygulanan SMR protokolü sonrasında ise hem dominant (p= .006, EB= 0.57) hem de non-dominant tarafta (p=.045, EB= 0.67) anlamlı fark bulunmuştur.

Ayak bileği dorsi/plantar fleksiyon açısı kadın, erkek ve toplam katılımcı gruplarında farklı protokol günleri arasında anlamlı farklı bulunmamıştır. Dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları toplam katılımcı grubunda gluteal SMR protokol gününde anlamlı fark bulunmuştur (EB= 0.48).

Ayak bileği inversiyon eversiyon açısı, farklı protokol günleri arasında kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için grup içi anlamlı farklı değildir. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant tarafları arasında sadece referans ve gluteal SMR protokol günlerinde (EB=

0.69, 0.95), erkek sporcuların ise sadece hamstring ve calf SMR protokol günlerinde grup içi anlamlı farklılık vardır (EB= 0.79, 0.55). Toplam katılımcı grubunun farklı protokol günlerindeki dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları calf SMR protokol günü hariç diğer 3 protokol günü için de anlamlı farklıdır (EB=0.48, 0.63, 0.66). Calf SMR protokol günü için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen non-dominant tarafın dominant tarafa göre 2.3° daha fazla ayak bileği inversiyon/eversiyon açısına sahip olduğu görülmüştür. Cinsiyetler arası dominant non-dominant taraf karşılaştırmalarında ise sadece gluteal SMR günü non-dominant taraflarda anlamlı farklılık bulunmuştur (p=.022, EB= 0.75).

Çizelge 4.2. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben smaç vuruşları sonrasında yerle ilk temas anı (IT) alt ekstremitte eklem açıları

			Referans ^a	p*	Gluteal SMR ^b	p*	Hamstring SMR ^c	p*	Calf SMR ^d	p*	p**
Kalça fleksiyon _y açısı (°)	K	D	-2.3±3.8	.903	-2±4.5	.359	-3.6±7.5	.472	-2.8±5.7	.788	.815
		ND	-2±5.5		-3.4±6		-2.1±5.8		-3.3±5.1		.803
	E	D	-2.4±5.9	.020	0.0±6.3	.008	-2.2±8.6	.012	-2.8±7	.027	.569
		ND	-11.7±15.8		-9±5		-13±17.8		-8.4±6		.792
	T	D	-2.3±4.9	.067	-1±5.5	<.001	-2.9±8	.137	-2.8±6.3	.050	.166
		ND	-6.9±12.7		-6.2±6.2		-7.5±14.2		-5.8±6		.662
Diz fleksiyon _y açısı (°)	K	D	23.6±9.7	.042*	23.1±9	.055	24.3±8.5	.015	27.9±8	<.001	.262
		ND	18±8		18.6±8.2		17.5±9.2		17.5±8.5		.952
	E	D	27.7±7.6	.114	23.9±11.4	.596	24.5±6.9	.280	23.2±10.2	.571	.235
		ND	23±13.6		21±9.5		21.4±15.3		22±10.4		.739
	T	D	25.7±8.9	.010	23.5±10.2	.031	24.4±7.7	.001	25.6±9.3	.013	.109
		ND	20.5±11.3		19.8±8.9		19.5±12.6		20.3±9.8		.804
Diz Varus (+)/ valgus (-) _x açısı (°)	K	D	38.5±12.8	.776	41±12.9	.806	43.9±19.1	.990	39.9±11.1	.952	.767
		ND	39.6±8.4		40±13.6		43.8±11.3		39.7±12.2		.119
	E	D	33.8±14.8	.231	30.9±9	.190	32.3±21.5	.114	33.2±13	.574	.440
		ND	39.3±14.8		35.6±10.9		36.6±10.7		31.6±13.4		.121
	T	D	35.8±13.9	.247	35±12.8	.342	38.6±20.8	.638	36.3±12.5	.792	.966
		ND	39.4±11.9		37.8±12.4		40.2±11.4		35.7±13.3		.093
Ayak bileği Dorsi (+)/ plantar (-) fleksiyon _x açısı (°)	K	D	3.9±3	.262	5±3.4	.077	4.9±3.6	.167	7.4±6.5	.277	.549
		ND	4.8±4.1		7.1±4.7		6.8±4.8		7.3±3.5		.710
	E	D	5.2±2.3	.307	4.9±4.2	.124	3.9±3.3	.237	5.2±3.4	.061	.896
		ND	6.5±4.5		6.7±3.2		5.3±3.5		6.9±5		.704
	T	D	4.5±2.7	.135	5±3.8	.017	4.4±3.4	.064	6.3±5.3	.059	.732
		ND	5.7±4.4		6.9±4		6±4.2		7.1±4.3		.352
Ayak bileği İnversiyon (+)/ eversiyon (-) _y açısı (°)	K	D	13.8±8.2	.033	14.9±5.5	.013	15±6.6	.168	17.8±7.8	.895	.132
		ND	20.2±10.5		22.2±9.3		18.6±7.6		17.4±9.2		.169
	E	D	14.6±9.3	.436	11.7±9.5	.181	13±7.7	.006	12.8±11.8	.021	.749
		ND	17±11		15.4±8.7		19±7.3		17.9±6.7		.401
	T	D	14.2±8.6	.039	13.3±7.8	.006	14±7.2	.004	15.3±10.2	.164	.675
		ND	18.7±10.8		18.8±9.5		18.8±7.3		17.6±8		.746

Veriler, ortalama±standart sapma şeklinde sunulmuştur. SMR: Myofasyal gevşeme, K: Kadın, E: Erkek, T: Toplam katılımcı, D: Dominant taraf, ND: Non-dominant taraf, p*: Grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırma, p**: Farklı protokoller arası grup içi karşılaştırma

Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben smaç vuruşları sonrasında yere konmaları sırasındaki alt ekstremite açısız hız değeri çizelge 4.3.'te sunulmuştur.

Kalça eklemi açısız hızı kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için farklı protokol günleri arasında grup içi anlamlı farklı bulunmamıştır. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant tarafları arası karşılaştırmaları gluteal SMR protokol günü hariç diğeri 3 protokol gününde de yüksek düzeyde anlamlı farklıdır (EB= 1.48, 1.01, 0.90). Erkek katılımcıların grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmalarında ise referans protokol günü ve gluteal SMR protokol gününde anlamlı farklılık bulunmuştur (EB= 0.48,1.19). Toplam katılımcı grubu, grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmalarında 4 farklı protokol günü için de anlamlı fark vardır ve yüksektir (EB=0.73, 0.80, 0.52, 0.56). Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda ise referans protokolünde ($p=.027$, EB= 0.72) hamstring ($p=.044$, EB= 0.65) ve calf SMR protokol günlerinde ($p=.044$, EB= 0.64) dominant taraflar gruplar arası anlamlı farklıdır.

Diz eklemi açısız hızı, farklı protokol günleri arasında kadın katılımcılar için anlamlı farklı değiken erkek katılımcıların dominant tarafları, referans protokol günü ve hamstring SMR protokol günü arasında anlamlı farklıdır. Kadın sporcuların dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları 4 farklı protokol günü içinde grup içi anlamlı farklı bulunmuştur (EB= 0.91, 0.75, 0.52, 0.56). Erkek katılımcıların dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları, referans protokol günü hariç diğeri 3 protokol günü için de anlamlı farklıdır (EB= 0.68, 0.57, 0.73). Ek olarak toplam katılımcı grubunun dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmalarında 4 protokol günü içinde anlamlı farklılık vardır (EB= 0.65, 0.72, 0.79, 0.65). Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda sadece referans protokol günü katılımcıların dominant tarafları istatistiksel olarak anlamlı farklıdır ($p=.045$, EB= 0.65).

Ayak bileği açısız hızı, farklı protokol günleri arasında kadın ve toplam katılımcılar için referans ve hamstring SMR protokol günleri arasında (dominant taraf) anlamlı farklılık vardır. Erkek katılımcıların farklı protokoller arası karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Dominant ve non-dominant taraf grup içi karşılaştırmaları kadın (EB=1.38, 1.19, 1.44, 0.77), erkek (EB= 1.09, 0.75, 1.37, 0.83) ve toplam (EB= 1.25, 0.98, 1.41, 0.83) katılımcı grupları için yüksek düzeyde anlamlı farklıdır. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda ise referans protokol gününde anlamlı bir farklılık

olmamasına rağmen diğer 3 protokol günü içinde dominant taraf karşılaştırmaları gruplar arası anlamlı farklıdır ($p = .039$, $EB = 0.63$, $p = .006$, $EB = 0.92$, $p = .041$, $EB = 0.06$).

Çizelge 4.3. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben smaç vuruşları sonrasında yere konmaları sırasındaki alt ekstremite açısız hız değeri

			Referans ^a	p*	Gluteal SMR ^b	p*	Hamstring SMR ^c	p*	Calf SMR ^d	p*	p**
Kalça açısız hızı ^y (°/sn)	K	D	181.9±46.8	<.001	209±91.6	.330	183.9±54.6	.006	198.2±83.3	<.001	.345
		ND	264.6±64.7		238±81.7		255.3±84		280.4±98.5		.149
	E	D	250±125	.014	224.3±78.9	.009	242.5±113.2	.122	263.4±116.8	.321	.308
		ND	307.9±111.4		291.2±137		272.6±116.3		298.7±106.4		.440
	T	D	215.9±99.4	<.001	216.6±84.7	.010	213.2±92.6	.002	230.8±105.4	.002	.435
		ND	286.3±92.5		264.6±114.6		264±100.5		289.6±101.6		.210
	K	D	430.9±148.2	.007	418.2±177	.006	395.3±170.3	<.001	448±142.4	.007	.382
		ND	598±210.4		537.8±138.8		565.1±158		531.5±152		.325
Diz açısız hızı ^y (°/sn)	E	D	543.3±191.6	.988	446.7±150.3	.011	439.5±180.7	.050	479.1±160.5	.019	a-c .045
		ND	542.6±207		563±185.3		544.7±187.9		589±136.7		.744
	T	D	487.1±178.4	.034	432.5±162.8	<.001	417.4±174.7	<.001	463.6±150.6	<.001	a-c .029
		ND	570.3±207.9		550.4±162.1		554.9±171.7		560.3±145.6		.927
Ayak bileği açısız hızı ^y (°/sn)	K	D	144.6±70.4	<.001	138±61	<.001	107.9±46	<.001	173.8±197.9	.010	a-c .026
		ND	383.7±233.6		364.7±262		333.6±215.7		330.5±205.5		.936
	E	D	159.7±52.7	<.001	176±59.2	.009	149.3±43.3	<.001	184±76.5	.019	.156
		ND	350.6±241.6		267.3±160.5		366.3±218.9		317.9±195		.286
	T	D	152.1±61.8	<.001	157±62.4	<.001	128.6±48.8	<.001	178.9±148.2	<.001	a-c .007
		ND	367.1±235.2		316±220		350±215.1		324.2±197.9		.401

Veriler, ortalama±standart sapma şeklinde sunulmuştur. SMR: Myofasyal gevşeme, K: Kadın, E: Erkek, T: Toplam katılımcı, D: Dominant taraf, ND: Non-dominant taraf. p*: Grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırma, p**: Farklı protokoller arası grup içi karşılaştırma

Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben smaç vuruşları sonrasında yere konmaları sırasındaki alt ekstremite eklem hareket açıklığı (EHA) değeri çizelge 4.4.'te sunulmuştur.

Kalça EHA açısı, farklı protokoller arası grup içi karşılaştırmalarında kadın, erkek ve toplam gruplar için anlamlı farklı değildir. Erkek katılımcıların dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları tüm protokol günleri için yüksek düzeyde anlamlı farklı bulunmuştur ($EB = 0.73, 0.92, 0.63, 0.62$).

Diz EHA açısı farklı protokoller arası grup içi karşılaştırmalarda kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklı değildir. Kadın katılımcıların grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmalarında hamstring ve calf SMR protokol günlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($EB = 0.58, 0.36$). Toplam katılımcıların grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları sadece referans protokol gününde anlamlı farklı

bulunmuştur (EB= 0.58). Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda ise referans protokolünde non-dominant taraflar gruplar arası anlamlı farklıdır ($p=.039$, EB= 0.40).

Ayak bileği EHA açısı farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklı değildir. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant tarafları arasındaki karşılaştırmalarda referans protokol günü, (EB=1.21) gluteal (EB= 0.87) ve hamstring SMR protokol günlerinde (EB= 0.81) anlamlı farklılık vardır. Toplam katılımcı grubunun dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları kadın katılımcıların sonuçlarına paralel olacak şekilde referans protokol günü (EB= 1.20), gluteal (EB= 0.70) ve hamstring SMR protokol günlerinde (EB= 0.82) yüksek düzeyde anlamlı farklıdır.

Çizelge 4.4. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben smaç vuruşları sonrasında yere konmaları sırasındaki alt ekstremit eklemler hareket açıklığı (EHA) değerleri

			Referans ^a	p*	Gluteal SMR ^b	p*	Hamstring SMR ^c	p*	Calf SMR ^d	p*	p**
Kalça EHA _y değeri (°)	K	D	23.4±8.4		25.6±10.6		24.5±9.6		25.6±10.8		.641
		ND	27.3±8.9	.077	26.7±9.1	.641	27±8.6	.247	28.3±9.2	.171	.471
	E	D	23.5±10		22.9±8.5		24.9±10		26±8.7		.412
		ND	30.4±8.8	.002	29.7±6	<.001	31.5±10.9	.009	30.9±7	.009	.936
	T	D	23.5±9.2		24.2±9.6		24.7±9.7		26±10.2		.093
		ND	28.8±8.9	<.001	28.2±7.8	.011	29.3±9.9	.006	29.6±8.2	.012	.847
Diz EHA _y değeri (°)	K	D	44±13.6		43.3±12.6		46.5±12		47±13.9		.525
		ND	38±10.3	.072	41.5±12.9	.419	39.5±12	.012	42.2±12.6	.050	.440
	E	D	51.5±12.6		50±12.8		46±12		49.9±12.8		.374
		ND	48±17	.245	47.2±15.2	.434	43.7±11.6	.545	49±13.3	.773	.331
	T	D	47.7±13.5		44.9±10		44.2±10.7		47.2±11.3		.339
		ND	42.3±12.9	.024	43.6±11.3	.497	42.8±10.8	.127	44.6±12	.182	.186
Ayak bileği EHA _y değeri (°)	K	D	11±2.8		12.4±5.2		11.8±4.4		13±6.8		.753
		ND	16.9±6.3	.002	19.1±9.5	.011	17.4±8.6	.011	14.4±5.5	.483	.144
	E	D	10.8±4.1		12.3±6.6		10.9±3.9		14.4±5.7		.373
		ND									
	T	D	19.5±9		16.9±9.8		18.8±12.6		16.9±7.6		.680
		ND	10.9±3.5	<.001	12.4±5.9	.002	11.4±4.1	<.001	13.7±6.2	.139	.266
		ND	18.2±7.8		18±9.6		18.1±10.7		15.6±6.7		.854

Veriler, ortalama±standart sapma şeklinde sunulmuştur. EHA: Eklem hareket açıklığı, SMR: Myofasyal gevşeme, K: Kadın, E: Erkek, T: Toplam katılımcı, D: Dominant taraf, ND: Non-dominant taraf. p*: Grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırma, p**: Farklı protokoller arası grup içi karşılaştırma

Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben smaç vuruşları sonrasında yere konmaları sırasındaki alt ekstremit zirve fleksiyon açıları çizelge 4.5'te sunulmuştur.

Kalça zirve fleksiyon açısı, farklı protokoller arası karşılaştırmalarda erkek kadın ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklı değildir. Erkek katılımcıların farklı protokol

günlerindeki dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları referans protokol günü (EB=0.70) ve hamstring SMR protokol günlerinde (EB= 0.62) anlamlı farklıdır. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda ise sadece referans protokol gününde dominant taraflar arasında anlamlı farklı bulunmuştur ($p = .039$, EB= 0.38).

Diz zirve fleksiyon açısı, farklı protokoller arası karşılaştırmalarda erkekler ve kadınlar için anlamlı farklı değilken toplam verilerde hamstring ve kalf protokolleri arasında anlamlı farklı bulunmuştur. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmalarında hamstring (EB= 1.1) ve calf SMR protokol günlerinde (EB= 0.65) anlamlı farklılık bulunmuştur. Toplam katılımcı gruplarının dominant ve non-dominant taraflar arasındaki karşılaştırmalar ise referans protokol günü (EB= 0.38) ile hamstring SMR protokol günlerinde (EB= .72) anlamlı farklı bulunmuştur. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda referans protokol günü ($p = .019$, EB= 0.66., $p = .037$, EB= 0.68) ve gluteal SMR protokol günlerinde ($p = .031$ EB= 0.70, $p = .009$, EB= 0.87) her iki taraf için de gruplar arası anlamlı farklılık bulunurken, hamstring ($p = .007$, EB= 0.90) ve calf SMR protokol ($p = .002$, EB= 1.03) günlerindeki dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmalarda sadece non-dominant taraflar gruplar arası anlamlı farklı bulunmuştur.

Ayak bileği zirve fleksiyon açısı farklı protokol günleri grup içi karşılaştırmalarında kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklı değildir. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant tarafları arasında referans protokol günü (EB= 1.05) ve hamstring SMR protokol günlerinde (EB= 0.68) anlamlı farklılık bulunmuştur. Erkek katılımcıların farklı protokol günlerindeki dominant ve non-dominant tarafları arasındaki karşılaştırmalar tüm protokol günleri için yüksek düzeyde anlamlı farklıdır (EB= 0.75, 0.80, 1.07, 0.97). Toplam katılımcı grubunun farklı protokol günlerindeki dominant ve non-dominant taraf arası karşılaştırmaları gluteal SMR protokol gününde anlamlı farklı değilken diğer üç protokol günü içinde istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlı farklı bulunmuştur (EB= 0.83, 0.84, 0.62).

Çizelge 4.5. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben smaç vuruşları sonrasında yere konmaları sırasındaki alt ekstremite zirve fleksiyon açıları

			Referans ^a	p*	Gluteal SMR ^b	p*	Hamstring SMR ^c	p*	Calf SMR ^d	p*	p**
Kalça zirve fleksiyon açısı ^y (°)	K	D	15.4±5	.441	15.3±7.2	.703	14.7±7.1	.927	17.2±7.9	.603	.329
		ND	14.1±6.9		14.5±7.8		14.2±6		16.3±6.3		.112
	E	D	11.7±6	.021	13.9±5.9	.255	13.7±5.5	.030	14.4±8.4	.581	.236
		ND	19.8±15.2		15.6±5.9		17.5±6.6		15.7±5.7		.577
	T	D	13.6±5.7	.186	14.6±6.5	.723	14.2±6.3	.190	15.8±8.1	.885	.141
		ND	17±12		15±6.8		15.9±6.5		16±6		.675
Diz zirve fleksiyon açısı ^y (°)	K	D	36.8±13.5	.141	34.7±11.2	.384	39±8.7	.002	40.3±12	.012	.349
		ND	32.8±9.7		32±10.2		28.6±10		32.7±11.3		.515
	E	D	46.5±11.4	.118	42.9±12	.962	41±11.5	.165	45.1±14	.768	.221
		ND	40.8±13.4		42.8±14.2		36.8±8.1		46.3±14.8		.076
	T	D	42.2±12.7	.036	38.8±12.2	.577	40±10.1	.001	42.7±13.1	.182	.236
		ND	37.5±11.6		36.9±13.7		32.7±9.9		39.3±15		c-d .035
Ayak bileği zirve fleksiyon açısı ^y (°)	K	D	2.1±1.6	.017	3.1±2.7	.393	3.2±2.8	.015	3.3±2.5	.674	.316
		ND	5.3±4		3.8±2.9		5.8±4.6		4.2±3.9		.528
	E	D	1.7±1.3	.026	2.2±1.7	.014	2.4±2	.006	2±1.8	.005	.981
		ND	3.8±3.7		5.2±5		5.4±3.4		5.6±4.9		.556
	T	D	1.9±1.5	.002	2.6±2.3	.061	2.8±2.4	<.001	2.7±2.3	.016	.483
		ND	4.2±3.6		4.3±4		5.8±4.4		5±4.7		.589

Veriler, ortalama±standart sapma şeklinde sunulmuştur. EHA: Eklem hareket açıklığı, SMR: Myofasyal gevşeme, K: Kadın, E: Erkek, T: Toplam katılımcı, D: Dominant taraf, ND: Non-dominant taraf. p*: Grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırma, p**: Farklı protokoller arası grup içi karşılaştırma

Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben blok vuruşları sonrasında yerle ilk temas anı (IT) alt ekstremitte eklem açıları çizelge 4.6'da sunulmuştur.

Kalça fleksiyon açısı, farklı protokol günleri grup içi karşılaştırmalarında kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklı değildir. Kadın katılımcıların farklı protokol günlerindeki dominant ve non-dominant tarafları arasındaki karşılaştırmaları gluteal SMR (EB= 0.85) ve calf SMR (EB= 0.54) protokol günleri için anlamlı farklı bulunmuştur. Erkek katılımcıların farklı protokol günlerindeki dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmalarında sadece gluteal SMR protokol gününde anlamlı farklılık bulunmuştur (EB= 0.77) Toplam katılımcı grubu dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmalarında ise hamstring protokol günü hariç üç protokol günü için de anlamlı fark bulunmuştur (EB= 0.53, 0.82, 0.54).

Diz fleksiyon açısı, farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmaları arasında kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklı değildir. Kadın katılımcıların hamstring (EB= 0.56) ve calf SMR (EB= 0.65) protokol günlerindeki taraflar arası karşılaştırmalar istatistiksel olarak anlamlı farklıdır. Toplam katılımcı grubunun grup içi dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları kadın katılımcı grubunun taraflar arası karşılaştırma sonuçlarına paralel olacak

şekilde sadece hamstring (EB= 0.40) ve calf SMR protokol günleri (EB= 0.65) için anlamlı farklı bulunmuştur.

Diz varus/valgus açısı farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında, kadın erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kadın katılımcıların farklı protokol günlerindeki dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları sadece hamstring (EB= 0.50) SMR günü için anlamlı farklı bulunmuştur. Buna ek olarak toplam katılımcı grubunun dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları hamstring (EB= 0.43) ve calf SMR protokol (EB= 0.27) günlerinde anlamlı farklı bulunmuştur. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda referans protokol günü ($p = .023$, EB= 0.75, $p = .022$, EB= 0.76) ve calf SMR protokol günlerinde ($p = .029$ EB= 0.71, $p = .018$, EB= 0.78) hem dominant hem de non-dominant taraflar için gruplar arası anlamlı farklılık bulunurken, gluteal SMR protokol gününde dominant ($p = .011$, EB= 0.85), hamstring SMR protokol gününde ($p = .017$, EB= 0.79) ise non-dominant taraflar arasında anlamlı farklılık bulunmuştur.

Ayak bileği dorsi/plantar fleksiyon açısı farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında, dominant ve non-dominant tarafların farklı protokol günlerindeki grup içi karşılaştırmalarında ve cinsiyetler arası karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Ayak bileği inversiyon/eversiyon açısı farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında, kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklı değildir. Kadın katılımcıların referans (EB= 0.62) ve gluteal SMR protokol (EB= 0.79) günlerindeki dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları anlamlı farklı bulunmuştur. Erkek katılımcıların sadece hamstring SMR protokol günündeki dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları anlamlı farklı bulunmuştur (EB= 0.42). Toplam katılımcı grubunun dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları referans (EB= 0.45), gluteal SMR (EB= 0.16) ve hamstring SMR (EB= 0.26) protokol günleri için anlamlı farklıdır. 4 farklı protokol günündeki cinsiyetler arası karşılaştırmalar gluteal SMR protokol gününde non-dominant taraf için anlamlı farklı bulunmuştur ($p = .032$, EB= 0.40).

Çizelge 4.6. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben blok vuruşları sonrasında yerle ilk temas anı (IT) alt ekstremitte eklem açıları

			Referans ^a	p*	Gluteal SMR ^b	p*	Hamstring SMR ^c	p*	Calf SMR ^d	p*	p**
Kalça fleksiyon _y açısı (°)	K	D	0.5±6		0.2±6.5		-1±7		-0.4±5.8		.546
		ND	-3.7±6.4	.052	-6.2±8.4	.001	-3.4±6.5	.205	-3.9±6.9	.049	.348
	E	D	-2.6±5.4		-1.9±6.2		-2±8.4		-2.9±6.6		.913
		ND	-5±6.4	.317	-6.6±6	.044	-4.5±3.7	.246	-5.8±4.5	.103	.361
	T	D	-1±5.9		-0.8±6.3		-1.5±7.6		-1.6±6.2		.339
		ND	-4.3±6.4	.037	-6.4±7.2	<.001	-3.9±5.2	.082	-4.9±5.8	.010	.163
Diz fleksiyon _y açısı (°)	K	D	25±6.8		23.1±9.3		26.8±8.4		27.7±7.3		.217
		ND	22±6	.120	24.1±8.6	.508	21.2±11.3	.022	22.4±8.8	.048	.585
	E	D	27.6±7.8		27.4±8		24.2±10.7		26.8±11.4		.418
		ND	26.6±14	.687	24.5±10.2	.259	21.7±8.9	.262	24.6±7.1	.375	.433
	T	D	26.3±7.4		25.3±8.9		25.5±9.6		27.3±9.4		.608
		ND	24.4±10.9	.193	24.3±9.3	.524	21.5±10	.013	23.5±8	.038	.351
Diz Varus(+)/ valgus (-) açısı (°)	K	D	41±8.6		42.6±10		41.4±11.7		43.6±15		.811
		ND	44±10.1	.181	42.1±10	.839	46.9±10	.011	46.6±12.7	.238	.166
	E	D	32.5±13.5		33.1±12.2		35±8.9		33.4±13.5		.794
		ND	35.7±11.6	.434	37.7±12	.051	38.9±10.2	.066	37.8±9.6	.074	.707
	T	D	36.8±12		37.8±12		38.2±10.7		38.5±15		.783
		ND	39.8±11.5	.084	39.9±11.1	.214	42.9±10.8	.002	42.2±12	.033	.223
Ayak bileği Dorsi (+)/plantar (-) fleksiyon _x açısı (°)	K	D	5.3±3.2		6±3.4		5.5±3.2		6.7±4.3		.549
		ND	4±5	.208	5±6.2	.603	5±3.6	.586	5±3.6	.349	.710
	E	D	4.7±4.3		5.2±2.4		4.7±4.6		5.4±2.8		.896
		ND	5.3±6.1	.696	4.9±5.5	.892	4.2±5.1	.725	6.2±6.1	.927	.704
	T	D	5±3.7		5.5±3		5.1±3.9		6±3.6		.942
		ND	4.6±5.5	.604	5±5.8	.973	4.6±4.4	.544	5.6±5	.489	.840
Ayak bileği İnversiyon (+)/eversiyon (-) açısı (°)	K	D	24.5±4.6		25.5±4.1		25.9±6.5		27.1±6.6		.356
		ND	28.2±7	.002	29.9±6.7	.006	26.4±5	.312	26±5	.449	.075
	E	D	26.7±7.5		23.6±7.9		23.7±7		24.2±8.2		.149
		ND	30.7±13	.409	22.4±13.8	.812	26.6±6.7	.037	25.7±8.3	.985	.098
	T	D	25.6±6.2		24.6±6.3		24.8±6.8		25.7±7.5		.396
		ND	29.4±10.4	.010	26.1±11.4	.040	26.5±5.9	.017	26.4±7.1	.973	.327

Veriler, ortalama±standart sapma şeklinde sunulmuştur. SMR: Myofasyal gevşeme, K: Kadın, E: Erkek, T: Toplam katılımcı, D: Dominant taraf, ND: Non-dominant taraf. p*: Grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırma, p**: Farklı protokoller arası grup içi karşılaştırma

Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben blok vuruşları sonrasında yere konmaları sırasındaki alt ekstremitte açısal hız değerleri çizelge 4.7’de sunulmuştur.

Kalça açısal hızı farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında kadın, erkek ve toplam katılımcı gruplar için anlamlı farklı değildir. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant tarafları arasında dört farklı protokol günü için de yüksek düzeyde anlamlı fark bulunmuştur (EB= 1.46, 0.70, 0.98, 0.79). Erkek katılımcıların dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları referans (EB= 0.28) ve gluteal SMR (EB= 0.84) protokol günleri için anlamlı farklıdır. Toplam katılımcıların dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları dört farklı protokol günü için de yüksek düzeyde anlamlı farklı bulunmuştur (EB= 0.65, 0.75, 0.58, 0.41). Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda referans (p= .015, EB= 0.78), hamstring SMR (p= .012, EB= 0.74) ve calf SMR (p= .041, EB= 0.79) günlerinde dominant taraf için anlamlı farklılık bulunmuştur.

Diz açısız hızı farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında kadın ve erkek katılımcı grupları için anlamlı farklı değışken toplam katılımcı grubunun referans protokolü ile hamstring protokolündeki dominant taraflar arasında anlamlı fark vardır. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları dört farklı protokol günü içinde anlamlı farklı bulunmuştur (EB= 0.88, 1.06, 1.16, 0.79). Erkek katılımcıların ise sadece hamstring SMR (EB= 0.56) protokol gününde anlamlı fark vardır. Toplam katılımcı grubunun grup içi dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları dört farklı protokol günü için de anlamlı farklı bulunmuştur (EB= 0.53, 0.75, 0.85, 0.66).

Ayak bileği açısız hızı farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklı değışdir. Kadın (EB= 0.95, 1.31, 1.33, 1.16), erkek (EB= 1.49, 0.70, 0.99, 0.86) ve toplam (EB= 1.18, 0.97, 1.17, 1.00) katılımcı gruplarının grup içi dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları dört farklı protokol günü için de yüksek düzeyde anlamlı farklıdır.

Çizelge 4.7. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben blok vuruşları sonrasında yere konmaları sırasındaki alt ekstremitte açısız hız değışleri

			Referans ^a	p*	Gluteal SMR ^b	p*	Hamstring SMR ^c	p*	Calf SMR ^d	p*	p**
Kalça zirve açışal hızı _y (°/sn)	K	D	181.9±46.8	<.001	181.1±80.8	.033	166±62.2	.001	196.6±85.2	.002	.289
		ND	264.6±64.7		238±81.7		241.9±89.2		263.8±84.7		.243
	E	D	254±121.4		211.9±88.4		237.4±119.8		263.4±116.8		.223
		ND	287.1±109.4	.044	304.9±127.2	<.001	272.1±102.9	.117	298.7±106.4	.321	.472
	T	D	212.9±101.2		196.5±85		201.7±81		230±106.4		.089
		ND	275.9±89.8	<.001	271.5±110.8	<.001	254.5±99.1	<.001	286.3±105.6	.004	.445
Diz zirve açışal hızı _y (°/sn)	K	D	325.6±125		298.8±105.7		291.9±117.5		291.8±113		.451
		ND	454.6±163	.044	424.5±129.3	<.001	457.5±163.9	<.001	408.5±124.3	.002	.103
	E	D	394.1±137.1		344±115		333.2±139.7		354.9±134.5		.124
		ND	422.8±155.5	.427	396±202.7	.190	419±165.6	.045	405.6±132.5	.113	.883
	T	D	359.8±134.1		321.4±111.4		312.5±129.1		323.3±126.7		a-c
				.052		<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	.043
Ayak bileği zirve açışal hızı _y (°/sn)		ND	473.7±271.7		410.3±168.4		438.2±163.8		407±126.9		.158
	K	D	107.3±50	.003	93.7±38	<.001	77.5±39.2	<.001	99.6±64.8	<.001	.123
		ND	219.9±159.2		184.9±90.5		202.3±126.3		201.8±105.5		.811
	E	D	114.9±72.9	<.001	105.8±64.8	.046	88.2±48.6	.005	104.9±69.6	.022	.825
		ND									.079
			247.2±102.2		166.5±103		183.8±127.5		197.6±135		
	T	D	111±61.8	<.001	99.8±52.8	<.001	82.8±43.9	<.001	102.2±66.4	<.001	.226
		ND	233.5±132.8		175.7±96.2		193±125.6		199.7±119.6		.263

Veriler, ortalama±standart sapma şeklinde sunulmuştur. SMR: Myofasyal gevşeme, K: Kadın, E: Erkek, T: Toplam katılımcı, D: Dominant taraf, ND: Non-dominant taraf. p*: Grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırma, p**: Farklı protokoller arası grup içi karşılaştırma

Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben blok vuruşları sonrasında yere konmaları sırasındaki alt ekstremit ekle hareket açıklığı (EHA) değ erleri çizelge 4.8’de sunulmuştur.

Kalça EHA değ eri farklı protokol günlerinin grup iç i karşı laşt ırmaları anlamlı farklı değ ildir. Kadın, toplam katılımcı gruplarının grup iç i dominant ve non-dominant taraf karşı laşt ırmaları sadece referans protokol günü için anlamlı fark bulunmuştur (EB= 0.37, 0.39).

Diz EHA değ eri farklı protokol günlerinin grup iç i karşı laşt ırmalarında kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı bir fark bulunmamıştır. Erkek katılımcıların dominant ve non-dominant taraf karşı laşt ırmaları sadece referans protokol gününde anlamlı farklıdır (EB= 0.39). Buna paralel olarak toplam katılımcı grubunun dominant ve non-dominant taraflar arası karşı laşt ırmalarında sadece referans protokolünde anlamlı fark bulunmuştur (EB= 0.41). Cinsiyetler arası karşı laşt ırmalarda ise referans protokol gününde dominant taraflar arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p = .007$, EB= 0.90).

Ayak bileğ i EHA değ eri farklı protokol günlerinin grup iç i karşı laşt ırmalarında kadın katılımcıların non-dominant tarafları için referans protokolü ile gluteal SMR, hamstring SMR ve calf SMR protokoller i arasında anlamlı fark bulunmuştur. Toplam katılımcı grubunun farklı protokoller arası karşı laşt ırmaları ise kadın katılımcıların sonuçlarıyla paralel olacak şekilde referans protokolü ile gluteal SMR, hamstring SMR ve calf SMR protokoller i arasında yüksek düzeyde anlamlı farklı bulunmuştur. Kadın katılımcıların grup iç i dominant ve non-dominant taraflar arası karşı laşt ırmalarında sadece referans protokol gününde anlamlı fark bulunmuştur (EB= 0.73). Erkek katılımcıların dominant ve non-dominant taraflar arası karşı laşt ırmalarında referans protokol günü (EB= 1.06) ve calf SMR (EB= 0.55) protokol günlerinde anlamlı fark bulunmuştur. Toplam katılımcı grubunun dominant ve non-dominant taraflar arası karşı laşt ırmaları dört farklı protokol günü için de yüksek düzeyde anlamlı farklıdır (EB= 0.90, 0.50, 0.52, 0.47).

Çizelge 4.8. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben blok vuruşları sonrasında yere konmaları sırasındaki alt ekstremit eklemler hareket açıklığı (EHA) değerleri

			Referans ^a	p*	Gluteal SMR ^b	p*	Hamstring SMR ^c	p*	Calf SMR ^d	p*	p**
Kalça EHA _y değeri (°)	K	D	11.9±5.5		13.3±8.2		12±5.3		13.2±6.7		.896
		ND	14.4±7.8	.015	12.5±6.3	.841	13.7±8.4	.139	14±7.7	.298	.412
	E	D	12.1±4.7		11.5±2.8		13.3±6.2		11.4±4.3		.505
		ND	14.1±4.9	.105	13±3.9	.227	13.3±5.5	.960	11.9±4.3	.581	.351
	T	D	12±5		12.4±6.1		12.7±5.7		12.3±5.6		.917
		ND	14.3±6.5	.009	12.7±5.1	.672	15.8±15.4	.141	13±6.3	.257	.732
Diz EHA _y değeri (°)	K	D	37.3±8.7		36.7±14.7		40.2±13.2		38.4±14.2		.634
		ND	32.9±9.7	.058	38.6±13.6	.435	36.5±16	.119	36.9±12	.604	.309
	E	D	46.1±10.6		41.5±14.1		39.9±16.4		40.5±16.5		.242
		ND	40.6±15.3	.020	38.8±19.2	.464	37.6±17.7	.561	39.8±14.4	.868	.915
	T	D	41.7±10.6		39.1±14.4		40±14.7		39.4±15.3		.648
		ND	36.7±13.2	.002	38.7±16.4	.847	37±16.7	.184	38.3±13.2	.652	.283
Ayak bileği EHA _y değeri (°)	K	D	10.7±2.7		10.3±3.8		8.9±4.4		9.5±5.1		.896
		ND	14±5.7	.027	12.7±5.4	.054	11±4.2	.073	11±3	.175	.896
	E	D	9.5±4.6		9.4±4.6		9.9±4.6		9.7±4.6		.974
		ND	14.5±4.8	<.001	12.4±7	.121	12.6±5.2	.060	12.5±5.4	.037	.354
	T	D	10.1±3.8		9.8±4.2		9.4±4.5		9.6±4.8		.819
		ND	14.2±5.2	<.001	12.5±6.2	0.26	11.8±4.7	0.08	11.8±4.4	.012	.819
											a-c, a-d, a-b
											.005
											a-b
											a-c
											a-d
											<.001

Veriler, ortalama±standart sapma şeklinde sunulmuştur. EHA: Eklem hareket açıklığı, SMR: Myofasyal gevşeme, K: Kadın, E: Erkek, T: Toplam katılımcı, D: Dominant taraf, ND: Non-dominant taraf. p*: Grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırma, p**: Farklı protokoller arası grup içi karşılaştırma,

Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben blok vuruşları sonrasında yere konmaları sırasındaki alt ekstremit zirve fleksiyon açıları çizelge 4.9’da sunulmuştur.

Kalça zirve fleksiyon açısı, farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında kadın katılımcıların non-dominant tarafları, hamstring ve calf SMR protokol günleri arasında anlamlı farklıdır. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant tarafları arasındaki karşılaştırmaları sadece calf SMR günü için anlamlı farklı bulunmuştur (EB= 0.55). Erkek katılımcıların dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmalarında sadece gluteal SMR protokol gününde anlamlı farklılık bulunmuştur (EB= 0.93). Toplam katılımcı grubunun dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları gluteal ve calf SMR günleri için anlamlı farklıdır (EB= 0.52, 0.35). Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda ise sadece hamstring SMR protokol gününde dominant taraf anlamlı farklı bulunmuştur (p= .013, EB= 0.21).

Diz zirve fleksiyon açısı, farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmaları kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklı değildir. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda ise referans protokol gününde hem dominant hem de non-dominant tarafta anlamlı fark vardır

($p = .004$, $EB = 0.22$, $p = .016$, $EB = 0.80$). Gluteal SMR protokol günü cinsiyetler arası karşılaştırmalarda sadece dominant tarafta anlamlı fark bulunurken ($p = .021$, $EB = 0.75$), calf SMR protokol gününde ise sadece non-dominant tarafların gruplar arası karşılaştırmaları anlamlı farklıdır ($p = .014$, $EB = 0.81$).

Ayak bileği zirve fleksiyon açısı, farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmaları kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklı değildir. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları sadece referans protokol günü için anlamlı farklıdır ($EB = 1.23$). Erkek katılımcıların dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları ise sadece hamstring SMR protokol gününde anlamlı fark bulunmuştur ($EB = 0.74$). Toplam katılımcı grubu dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları hamstring ve calf SMR günleri için anlamlı farklı bulunmuştur ($EB = 0.67, 0.58$).

Çizelge 4.9. Voleybolcuların referans protokolü ile kendi kendine myofasyal gevşeme protokollerini takiben blok vuruşları sonrasında yere konmaları sırasındaki alt ekstremite zirve fleksiyon açıları

			Referans ^a	p*	Gluteal SMR ^b	p*	Hamstring SMR ^c	p*	Calf SMR ^d	p*	p**
Kalça zirve fleksiyon açısı ^y (°)	K	D	11.1±8		8.4±7.7		9.2±9.9		9.9±10		.401
		ND	11.8±8.6	.654	12±9.6	.120	11.3±9.5	.249	14.9±7.8	.003	c-d .022
	E	D	10±4.4		8.9±3.8		11.8±3.5		10.7±3.8		.105
		ND	12.2±4	.104	12.4±3.7	.010	13±6.7	.344	10.6±4.4	.954	.326
	T	D	10.6±6.4		8.7±6		10.5±7.5		10.3±7.5		.197
		ND	12±6.6	.148	12.2±7.2	.007	11±7.2	.665	12.8±6.6	.020	.223
	Diz zirve fleksiyon açısı (°)	D	29.6±10.6		28±11.3		31±10.5		31.5±11.7		.602
		ND	27.4±8.9	.311	29.6±11.4	.468	27.8±12.7	.173	28.4±10.2	.279	.863
Ayak bileği zirve fleksiyon açısı ^y (°)	K	D	39.5±10.2		36.8±12		34.7±14.9		35.4±19.1		.520
		ND	36.7±13.7	.291	34.7±15.2	.518	32.4±15.5	.517	37.7±12.6	.565	.553
	E	D	34.5±11.4		32.4±12.3		32.8±12.9		33.4±15.8		.789
		ND	32±12.3	.138	32.1±13.6	.899	30±14.2	.189	33±12.3	.881	.646
	T	D	2±0.5		2.9±2.6		2.9±2.6		2.9±2.6		.926
		ND	4.4±2.7	.022	3.7±3.7	.190	4.6±4.1	.161	4.3±3	.072	.767
	E	D	4.1±3.2		2.9±2.3	1	2.9±2.3	.033	2.7±2	.134	.109
		ND	4±2.9	.992	3±3.3		4.8±2.8		4±2.6		.286
Ayak bileği zirve fleksiyon açısı ^y (°)	T	D	3.3±2.7		2.5±2.1		2.7±2.4		2.7±2.2		.454
		ND	4.1±2.7	.076	3.6±3.9	.156	4.7±3.4	.003	4.2±2.9	.011	.113

Veriler, ortalama±standart sapma şeklinde sunulmuştur. EHA: Eklem hareket açıklığı, SMR: Myofasyal gevşeme, K= Kadın, E: Erkek, T: Toplam katılımcı, D: Dominant taraf, ND: Non-dominant taraf. p*: Grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırma, p**: Farklı protokoller arası grup içi karşılaştırma,

5. TARTIŞMA

Bu araştırma voleybol oyuncularının alt ekstremitelerindeki farklı kas gruplarına uygulanan kendi kendine miyofasyal gevşeme protokolünün smaç ve blok sonrası yere konma mekaniğine kinematik etkilerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Bununla birlikte SMR protokolü sonrası kadın ve erkek sporcuların grup içi ve gruplar arası dominant ve non-dominant tarafları arasındaki farklılıklar da bu araştırmanın kapsamını oluşturmaktadır.

Çalışmamızda, kadın katılımcıların dört farklı protokol gününde elde edilen smaç ve blok sıçrama yüksekliklerinin analizine yer verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, smaç sıçrama yüksekliklerinin referans, gluteal SMR, hamstring SMR, calf SMR sonrası sırasıyla 51.9 ± 7.8 cm, 52.9 ± 9.7 cm, 54.9 ± 9.8 cm ve 53.2 ± 9.2 cm olduğunu; blok sıçrama yüksekliklerinin ise sırasıyla 44 ± 3.3 cm, 45.8 ± 11.2 cm, 46.8 ± 11.4 cm ve 45 ± 5.9 cm olduğunu göstermektedir. Farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında bu sıçrama yükseklikleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bununla birlikte, kadın katılımcıların en yüksek sıçrama değerlerine hem smaç hem de blok sıçraması için hamstring SMR protokol gününde ulaştıkları görülmüştür. Bu bulgu, hamstring kaslarının gevşetilmesi ve esnekliğinin artırılmasının, sıçrama performansını olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir. Bununla birlikte Erkek katılımcıların hem smaç hem de blok sıçraması SMR protokol günlerinde düşüş göstermiştir. Bu durum erkek katılımcıların SMR protokollerinden olumsuz yönde etkilendiğini göstermektedir. Uygulama süresi erkek katılımcıların kaslarında gevşeme sağlamak için yeterli olmamış olabilir (Kozlenia ve diğerleri, 2022).

Literatürde, hamstring kaslarının esnekliğinin ve fonksiyonunun artırılmasının atletik performans üzerindeki olumlu etkileri sıklıkla vurgulanmaktadır. Konrad ve diğerleri (2022), SMR uygulamalarının, EHA'yı artırarak performans üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde, titreşimli foam roller kullanılarak yapılan SMR uygulamalarının hamstring esnekliğini artırdığını, ancak sıçrama yüksekliği üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı da çalışmalarda rapor edilmiştir (Lim ve Park, 2019).

Bununla birlikte, Nakamura ve diğerleri (2020), SMR uygulamalarının sadece esnekliği değil, aynı zamanda kas performansını da artırabileceğini ve bu durumun özellikle hamstring kasları üzerinde önemli ölçüde etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bu bulgular,

çalışmamızın sonuçlarıyla uyumludur ve hamstring SMR protokolünün, sıçrama yüksekliğini artırmada etkili olabileceğini desteklemektedir.

Erkek katılımcıların dört farklı protokol günündeki smaç sıçrama yükseklikleri sırasıyla 75 ± 10.4 , 73.1 ± 8.7 , $73.79.4$, 70.9 ± 8.8 blok sıçrama yükseklikleri ise sırasıyla 63.8 ± 9 , 62 ± 10.5 , 61.2 ± 9.6 , 63.1 ± 13 olarak bulunmuştur. Sıçrama yüksekliği dört farklı protokol gününün grup içi karşılaştırmalarında anlamlı farklı bulunmamıştır. Buna rağmen katılımcılar en yüksek sıçramayı hem smaç hem de blok için referans protokol günü (75 ± 10.4 , 63.8 ± 9) gerçekleştirmişlerdir. Bu veriler, cinsiyetler arası önemli farklılıkları ortaya koymaktadır. Erkek katılımcıların hem smaç hem de blok sıçrama yüksekliklerinin kadın katılımcılara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Ford ve diğerleri (2006), erkeklerin genellikle daha yüksek sıçrama yüksekliklerine sahip olduğunu ve bu farkın kısmen kas kütlesi ve patlayıcı güç potansiyellerinden kaynaklandığını belirtmiştir.

Dikey sıçramalar yoluyla patlayıcı gücün gösterimi de araştırma konusu olmuştur. Bazı çalışmalar, MFR uygulaması sonrasında sıçrama yüksekliğinde artış olduğunu bildirmiştir (Romero-Moraleda ve diğerleri, 2019; Tsai ve Chen, 2021). Bazı araştırmalar ise bu tür bir uygulamanın sıçrama performansında anlamlı bir etkisinin olmadığını vurgulamışlardır. (Junker ve Stöggel, 2019; Lim ve diğerleri, 2019; Lopez-Samanes ve diğerleri, 2021).

Çalışmamızda, kadın katılımcıların dört farklı protokol günündeki smaç VKM dikey doğrusal hızları 2.6 ± 0.2 , 2.5 ± 0.2 , 2.6 ± 0.2 , 2.6 ± 0.2 blok VKM dikey doğrusal hızları ise sırasıyla 2.3 ± 0.3 , 2.2 ± 0.2 , 2.2 ± 0.2 , 2.2 ± 0.2 olarak bulunmuştur. Buna karşın erkek katılımcıların dört farklı protokol günündeki smaç VKM dikey doğrusal hızları sırasıyla 3.2 ± 0.3 , 3.2 ± 0.2 , 3.2 ± 0.2 , 3.2 ± 0.2 blok VKM dikey doğrusal hızları 2.6 ± 0.6 , 2.8 ± 0.2 , 2.8 ± 0.2 , 2.8 ± 0.2 olarak bulunmuştur. Smaç ve blokta sonra yere konma sırasındaki VKM dikey doğrusal hızları protokoller arası anlamlı farklı değilken, cinsiyetler arası yüksek düzeyde anlamlı farklıdır.

Erkeklerin daha büyük kas gücü ve daha hızlı kas kasılma hızlarına sahip olmasının, sıçrama ve hız performansını artırdığını düşünülebilir. Erkek katılımcıların VKM dikey doğrusal hızlarının daha yüksek olması, kinetik zincirde daha etkili bir güç aktarımı sağladığını ve bu durumun performans üzerindeki etkisini olduğu çıkarımını akla getirmektedir. Ayrıca, bu fark erkeklerin kinematik açıdan daha yüksek güç ve hız üretme yeteneğine sahip

olmasından kaynaklanabilir (Pleša ve diğerleri, 2022). Kadın katılımcıların daha düşük VKM dikey doğrusal hızları, genetik ve fizyolojik faktörlere dayandırılabilir. Örneğin, kadınlar genellikle daha az kas kütesine ve yapılarına sahip olduklarından, bu durum sıçrama yüksekliklerini etkileyebilir.

Smaç Sonrası IT Anındaki Kalça Fleksiyon Açısı: Erkek katılımcıların smaç sonrası IT anındaki non-dominant taraf kalça fleksiyon açıları, dört farklı protokol gününde de hem grup içi hem de gruplar arası karşılaştırmalarda daha düşük bulunmuştur. Bu durum, erkek sporcuların non-dominant taraflarında daha az kalça fleksiyonu kullanma eğilimi gösterdiklerini ve dolayısıyla yaralanma riskini artırabileceğini düşündürülebilir.

Blok Sonrası IT Anındaki Kalça Fleksiyon Açısı: Kadın katılımcıların gluteal SMR ve calf SMR protokol günlerinde, blok sonrası IT anındaki non-dominant taraf kalça fleksiyon açıları daha düşük bulunurken, referans protokol günü ve hamstring SMR protokol günlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgu, farklı kas gruplarına uygulanan SMR protokollerinden sonra kadın sporcuların yere konma stratejilerinin değişebileceğini göstermektedir. Erkek katılımcıların gluteal SMR protokol günündeki non-dominant taraf kalça fleksiyon açısı dominant tarafa göre daha düşüktür. Bu, erkek sporcuların gluteal kas aktivasyonu ile ilgili farklılıklar gösterebileceğini işaret etmektedir.

Çalışmada, voleybolcuların farklı kas gruplarına uygulanan SMR protokolleri sonrasında smaç ve blok vuruşları sonrası IT anındaki kalça fleksiyon açıları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Bu bulgular, farklı kas gruplarına uygulanan SMR protokollerinin yere konma mekaniği üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını, ancak cinsiyetler ve dominant/non-dominant taraflar arasında bazı farklılıkların olabileceğini göstermektedir.

Zazulak ve diğerleri (2007), kalça ve gövde kontrolünün ACL yaralanma riskini azaltmada kritik bir öneme sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, Willson ve diğerleri (2006), kalça fleksiyon açısının yere konma sırasında enerji absorpsiyonunu artırarak yaralanma riskini azaltabileceğini göstermiştir. Schmitz ve diğerleri (2007), kadın ve erkek sporcuların yere konma stratejilerinde cinsiyetler arası farklılıkların olduğunu bildirmişlerdir.

Erkek katılımcılar smaç vuruŖu sonrası IT anında daha dūŖuk kalça fleksiyon açısı değerlerine sahiptir. Özellikle, smaçtan sonra yere konma sırasında kalça fleskiyonunun azalması oldukça yaygındır. Kuadrisepsin yūksək telafi edici diz ekstansōr torkları, būyūk zemin reaksiyon kuvvetleriyle birleŖerek tibianın femurun altında aŖırı Ŗekilde ōne doğru hızlanmasına neden olabilir; dolayısıyla, ACL yaralanması meydana gelebilir (Salci ve diğerleri, 2004).

Bu alıŖmanın bulguları, smaç ve bloktan sonrası IT anındaki diz fleksiyon açıları açısından, farklı protokoller arasında kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı bir fark olmadığını gōstermektedir. Ancak, cinsiyetler ve dominant/non-dominant taraflar arasında bazı farklılıklar gōzlemlenmiŖtir.

Smaç Sonrası IT Anındaki Diz Fleksiyon Açısı: Kadın katılımcılarda, smaçtan sonra IT anındaki diz fleksiyon açısı Calf SMR protokol gūnūnde (27.9 ± 8) en būyūk deęere ulaŖmıŖtır. Bu bulgu, calf kasına uygulanan SMR protokolūnūn kadın katılımcılarda yere konma stratejilerini olumlu yōnde etkiledięini gōsterebilir. Dolayısıyla, SMR'nin kasların elastikiyetini artırmada ve gerginlięi azaltarak yere konma sırasında daha iyi bir kontrol saęlamasında etkili olabileceęi dūŖūnūlebilir.

Erkek katılımcılarda ise hem dominant hem de non-dominant taraf için referans protokol gūnūnde (27.7 ± 7.6 , 23 ± 13.6) en būyūk diz fleksiyon açılarına ulaŖılmıŖtır. Bu durum, erkek sporcuların SMR protokolū uygulanmadan gerekleŖtirdikleri yere konmalarda daha iyi performans gōsterdiklerini ve bu stratejinin kas grupları arasındaki doęal dengeyi koruduęunu gōsterebilir.

Kadın katılımcıların non-dominant diz fleksiyon açıları dōrt protokol gūnūnde de neredeyse aynı değerlerlerdedir. Bu bulgu, kadın sporcuların non-dominant taraflarını istikrarlı bir Ŗekilde kullandıklarını ve bu tarafın (non-dominant) yere konma sırasında stabil kaldığını gōsterebilir. Kadınların taraflar arası karŖılaŖtırmaları sadece gluteal SMR protokol gūnūnde anlamlı farklı bulunmuŖtur. Bu bulgu, belirli kas gruplarına yapılan SMR uygulamalarının dominant ve non-dominant taraflar arasında bir denge yarattığı ancak gluteal kas grubuna yapılan uygulamanın bu dengeyi etkilemediğini dūŖūndūrebilir.

Verileri toplam katılımcı grubu üzerinden ele aldığımızda, dört protokol günü için de dominant tarafın non-dominant tarafa göre yaklaşık 5° daha büyük olduğunu söyleyebiliriz. Bu bulgu, dominant tarafın yere konma sırasında daha fazla diz fleksiyonu kullanma eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Blok Sonrası IT Anındaki Diz Fleksiyon Açısı: Bloktan sonra yere konmalarda, kadın katılımcıların hamstring ve calf SMR protokol günlerindeki taraflar arası karşılaştırmalarda dominant taraf yaklaşık 4° daha büyüktür. Bu durum, hamstring ve calf kas gruplarına uygulanan SMR'nin kadın katılımcıların dominant ve non-dominant taraflar arasında farklılık yaratabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, bu kas gruplarının daha fazla esneklik ve kontrol sağladığını ve böylece yere konma sırasında daha iyi performans gösterdiklerini söyleyebiliriz.

Erkek katılımcıların IT anındaki diz fleksiyon açılarının dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları dört farklı protokol günü için de anlamlı farklılık göstermemiştir. Bu, erkek sporcuların yere konma stratejilerinde daha istikrarlı olduklarını ve SMR uygulamalarının bu durumu etkilemediğini göstermektedir.

Bu bulgular, literatürdeki diğer araştırmalarla uyumludur. Fong ve diğerleri (2009), diz fleksiyon açısının yere konma sırasında yaralanma riskini azaltmada kritik bir rol oynadığını belirtmiştir. Diz fleksiyonu, yere konma sırasında darbe absorpsiyonunu artırarak kıkırdak ve bağ gibi pasif yapıların üstündeki stresi azaltabilir. Bu çalışmada, farklı SMR protokollerinin bu risk faktörlerini nasıl etkileyebileceği incelemiş ve bazı protokollerin yere konma stratejilerini etkileyebileceğini göstermiştir.

Ayrıca bu bulgular, IT anındaki kalça fleksiyon açısı verileri ile uyumludur. Kadın katılımcılarda dominant ve non-dominant taraflar arasında kalça fleksiyon açıları açısından anlamlı farklılıklar bulunurken, erkek katılımcılarda dominant ve non-dominant taraflar arasında belirgin farklılıklar gözlemlenmemiştir. Bu durumdan cinsiyetler ve taraflar arası yere konma stratejilerinin kalça ve diz eklemleri arasında benzer şekilde farklılık gösterdiği sonucu çıkarılabilir.

Litaratürde SMR uygulaması sonrası smaç ve bloktan sonra yere konma kinematiğiyle ilgili yapılmış başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla literatür karşılaştırmaları referans

protokolü esas alınarak yapılmıştır. Hughes ve Watkinsin (2008), bloktan sonra yere konmaları araştırdıkları bir çalışmada, IT diz fleksiyon açısı değerlerini kadın ve erkek katılımcılar için sırasıyla 14.77 ± 6.30 , 19.58 ± 6.38 olarak rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızın referans protokol gününde ise IT diz fleksiyon açısı 25 ± 6.8 , 27.6 ± 7.8 olarak elde edilmiştir. Basketbol ve voleybol sporcularının yere konma stratejilerini inceleyen başka bir çalışmada ise frontal, 30° sağa doğru, 60° sağa doğru ve lateral tarafta (sağ) yapılan yere konmalarda IT diz fleksiyon açıları sırasıyla 15.5 ± 4.2 , 17.1 ± 4.0 , 17.3 ± 4.9 , 19.8 ± 6.0 olarak bulunmuştur (Sinsurin ve diğerleri, 2013). Bu fark blok sıçramasının farklı yöntemlerle gerçekleştirilmesinden kaynaklanabilir.

Diz fleksiyonu, yere konma sırasında eklemlerin daha fazla bükülmesine izin vererek, kasların ve tendonların darbe kuvvetlerini daha etkili bir şekilde absorbe etmesine yardımcı olur. Jacobs ve diğerleri (2018), diz fleksiyonunun cinsiyetler arası farklılıklarını ve bu farklılıkların kinematik açıdan performans üzerindeki etkilerini vurgulamıştır. Erkek ve kadın sporcuların yere konma mekaniği arasındaki farklılıklar, diz fleksiyon açılarının uygun bir şekilde optimize edilmesiyle performansın ve güvenliğin artırılabilirliğini göstermektedir.

Wagner ve diğerleri (2014), voleybol smaç sıçraması sonrası yere konma sırasında diz fleksiyon açısının, hareketin düzgünlüğü ve oyuncunun kontrolü açısından kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymuştur. Yüksek diz fleksiyon açısı, yere konmanın daha yumuşak olmasını sağlar ve oyuncunun bir sonraki harekete geçişini daha kolay hale getirir. Hewett ve diğerleri (2005), ise diz fleksiyon açısının yere konma sırasında düşük olması durumunda, özellikle kadın sporcularda ACL yaralanma riskinin arttığını bildirmişlerdir. Bu nedenle, diz fleksiyon açısını artırmaya yönelik antrenmanlar, sporcuların yaralanma riskini en aza indirmek için önemlidir. Ek olarak Lephart ve diğerleri (2002) çalışması ise, diz fleksiyon açısının optimal seviyede tutulmasının, kas-iskelet sistemi yaralanmalarından korunmada kritik rol oynadığını vurgulamaktadır.

Bu çalışmanın bulguları, voleybolcuların farklı kas gruplarına uygulanan SMR protokollerinin smaç ve blok yere konmaları sonrasında IT anındaki diz eklemi varus/valgus açılarında belirgin farklılıklar olmadığını göstermektedir. Ayrıca kadın katılımcıların hamstring ve calf SMR protokol günlerinde diz varus/valgus açıları artarken erkek katılımcılarda azalma meydana gelmiştir. Bununla birlikte, belirli SMR protokolleri

sonrasında cinsiyetler ve dominant/non-dominant taraflar arasında farklılıklar oluşabileceği gözlemlenmiştir.

Smaç Sonrası IT Anındaki Diz Varus/Valgus Açısı: Kadın katılımcılarda hem dominant hem de non-dominant diz fleksiyon açılarının en yüksek olduğu gün, hamstring SMR protokol günü (38.9 ± 10.2) olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, hamstring kasına uygulanan SMR protokolünün kadın sporcularda yere konma stratejilerini olumlu yönde etkilediğini gösterebilir. Ayrıca kadınların sıçrama yüksekliği de hamstring SMR protokol gününde en yüksek değere ulaşmıştır. Bulgular birbirini destekler niteliktedir.

Erkek katılımcılarda ise hem dominant hem de non-dominant taraflar için diz fleksiyon açısının en yüksek olduğu gün referans protokol günü (39.3 ± 14.8) olarak belirlenmiştir. Bu durum, erkek sporcuların SMR protokolü uygulamadan gerçekleştirdikleri yere konmalarda daha iyi performans gösterdikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca erkeklerin en yüksek sıçrama yüksekliği verileri de referans protokol gününde elde edilmiştir. Bulgular arası bu paralellik dikkat çekicidir.

Blok Sonrası IT Anındaki Diz Varus/Valgus Açısı: Bloktan sonra yere konmalarda, kadın katılımcıların farklı protokol günlerindeki dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmalarında sadece hamstring SMR günü için anlamlı farklılık bulunmuştur. Kadın katılımcıların non-dominant taraf diz varus/valgus açıları dominant taraflarına göre yaklaşık 5° daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, hamstring kasına uygulanan SMR protokolünün kadın sporcuların dominant ve non-dominant tarafları arasında daha büyük bir farklılık yarattığını, diğer kas gruplarına uygulanan SMR'nin ise yere konma stratejilerinde belirgin bir etki yaratmadığını gösterebilir. Toplam katılımcı grubunun hamstring ve calf SMR protokol günlerindeki non-dominant taraf diz varus/valgus açıları dominant tarafa göre 4° daha yüksektir. Hamstring kasına uygulanan SMR protokolünün yere konma stratejilerinde belirgin bir etkisi olduğu önceki bulgularla da paralellik göstermektedir. Ancak calf kasına uygulanan SMR protokolünün belirgin bir etki yaratıp yaratmadığı daha fazla bulgu ile desteklenmelidir.

Literatürde, kadın sporcuların genellikle daha az diz fleksiyon açısı ve daha fazla diz valgusu gösterdikleri bildirilmiştir. (Padua ve diğerleri, 2009; Schmitz ve diğerleri, 2007). Kadın sporcuların daha az diz fleksiyon açısı ve daha fazla diz valgusu göstermesi, ACL yaralanma

riskinde önemli bir faktördür. Pappas ve diğerleri (2007) ise kadın sporcuların diz eklemlerinin yere konma sırasında erkeklere göre daha fazla içe dönme ve dışa dönme hareketi sergilediklerini bildirmiştir. Gokeler ve diğerleri (2018), kadın ve erkek sporcuların yere konma stratejileri arasında farklılıklar olduğunu ve bu farklılıkların yaralanma riskini etkileyebileceğini bildirmiştir.

Bu çalışmada, kadın, erkek ve toplam katılımcı gruplarında ayak bileği dorsi/plantar fleksiyon açılarının farklı protokol günleri arasındaki farklılıkları incelenmiştir. Elde edilen bulgular, hem smaç hem de bloktan sonra yere konma sırasındaki ayak bileği dorsi/plantar fleksiyon açılarının kadın ve erkek katılımcı grupları için protokoller arasında anlamlı bir farklılık göstermediğini ortaya koymaktadır.

Hem smaç hem de bloktan sonra IT anındaki ayak bileği dorsi/plantar fleksiyon açılarının protokoller arasında büyük değişiklik göstermemesi, SMR protokollerinin bu açıdan homojen bir etki yarattığını ve katılımcıların biomekanik özelliklerinin tutarlı olduğunu göstermektedir. Yere konma sırasında ayak bileği kinematiğinin, performans ve sakatlanma riski üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, optimal ayak bileği açılarının korunmasının önemini vurgulamıştır (Wagner ve diğerleri, 2014).

Bu çalışmanın bulguları, katılımcıların farklı kas gruplarına uygulanan SMR protokollerinin smaç ve blok sonrası IT anındaki ayak bileği inversiyon/eversiyon açıları üzerinde anlamlı farklar yaratmadığını ortaya koymaktadır.

Smaç Sonrası IT Anındaki Ayak Bileği İnversiyon/Eversiyon Açısı: Kadın katılımcılar için, dominant ve non-dominant taraflar arasında sadece referans ve gluteal SMR protokol günlerinde anlamlı fark bulunmuştur. Erkek sporcular için ise sadece hamstring ve calf SMR protokol günlerinde grup içi anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu bulgular, farklı kas gruplarına uygulanan SMR protokollerinin, etkilerinin de farklı olabileceğini göstermektedir. Toplam katılımcı grubunun farklı protokol günlerindeki dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları ise calf SMR protokol günü hariç diğer 3 protokol günü için anlamlı farklılık göstermiştir. Calf SMR protokol gününde ise taraflar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamasına rağmen non-dominant tarafın dominant tarafa göre 2.3° daha fazla ayak bileği inversiyon/eversiyon açısına sahip olduğu görülmüştür. Bu

durum, calf kasına uygulanan SMR protokolünün, non-dominant taraf üzerinde daha fazla gevşeme etkisi yaratabileceğini gösterebilir.

Blok Sonrası IT anındaki Ayak Bileği İnversiyon/Eversiyon Açısı: Blok sonrası IT anındaki ayak bileği inversiyon/eversiyon açısı, kadın katılımcıların referans ve gluteal SMR protokol günlerindeki dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları arasında anlamlı farklılık göstermiştir. Hem blok hem de smaçtan sonra aynı kas gruplarında görülen bu fark dikkat çekicidir. Erkek katılımcılar için ise sadece hamstring SMR protokol gününde dominant ve non-dominant taraflar arasında anlamlı fark bulunmuştur. Toplam katılımcı grubunun dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları, referans, gluteal SMR ve hamstring SMR protokol günlerinde anlamlı farklılık göstermiştir. Bu bulgular, SMR uygulamalarının etkilerinin kas grubu ve cinsiyete göre değişkenlik gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Attenborough ve diğerleri (2014), çok yönlü egzersizlerin ayak bileğinde gevşekliği artırabileceğini ve bu durumun inversiyon ve eversiyon açılarını etkileyebileceğini vurgulamıştır. Bu artan gevşeme, çalışmamızdaki özellikle dominant ve non-dominant taraflar arasındaki değişkenliği açıklayabilir. Lee ve diğerleri (2017), inversiyon hareketleri sırasında peroneal kas aktivitesinin ayak bileğinin stabilizasyonundaki önemini vurgulamıştır. Bu kasların aktivasyonunun, voleybolda yapılan ve sakatlanma riski yüksek inversiyon hareketleri sırasında kritik olduğunu göstermiştir. Kas aktivasyon paternleri değişiklik gösterebilir. Bu durum, çalışmamızdaki dominant ve non-dominant taraflar arasındaki farklara katkıda bulunabilir. Ayrıca, Morrison ve diğerleri (2016), ayak bileği bağlarının inversiyon ve eversiyon hareketleri sırasında mekanik tepkisini inceledikleri bir çalışmada, bağ sertliğindeki değişikliklerin eklem hareket aralığını ve stabiliteyi önemli ölçüde etkileyebileceğini belirtmiştir. Bu, bireysel bağ özelliklerindeki farklılıkların çalışmamızda gözlemlenen farkları da açıklayabileceğini göstermektedir. Konradsen (2002) tarafından yapılan araştırmada ise, ayak bileği stabilitesinde proprioepsiyon ve nöromüsküler kontrolün rolü vurgulanmıştır. Bu da, farklı SMR protokollerinin kas aktivasyon paternlerini ve proprioseptif geri bildirimi etkileyebileceğini dolayısıyla smaç ve bloktan sonra IT anındaki ayak bileği inversiyon ve eversiyon açılarını etkileyebileceğini desteklemektedir.

Çalışmamızda sporcuların smaç ve blok vuruşu yere konmaları esnasındaki alt ekstremit eklemlerinin zirve zirve açısı hızları incelenmiştir.

Hem smaç hem de bloktan sonra yere konmalar sırasındaki kalça eklemi zirve açısı hızlarının farklı protokol günlerinde grup içi karşılaştırmalarında kadın, erkek ve toplam katılımcılar arasında anlamlı farklar bulunmamıştır.

Smaç ve blok vuruşları sırasında elde edilen zirve açısı hız verileri arasında önemli ölçüde paralellik bulunmuştur. Bu bulgu, her iki sportif tekniğin de kalça eklemi üzerindeki etkilerinin benzer olduğunu göstermektedir. Kadın katılımcılarda, dominant ve non-dominant. taraf arasındaki kalça eklemi zirve açısı hızı, dört protokol gününde de yüksek düzeyde anlamlı farklarıdır. Non-dominant taraf kalça eklemi zirve açısı hızları daha yüksektir. Her iki tarafın da kinematik açıdan belirgin bir asimetri ortaya koyduğu söylenebilir. Erkek katılımcılarda dominant ve non-dominant taraflar arasındaki kalça eklemi zirve açısı hız farkları, referans ve gluteal SMR protokol günlerinde anlamlı bulunmuştur. Bu bulgu, erkek katılımcılarda kalça eklemi asimetrisinin SMR protokollerine bağlı olarak değişkenlik gösterebileceğini düşündürebilir. Tüm katılımcılarda, dominant ve non-dominant taraflar arasında dört protokol gününde de yüksek düzeyde anlamlı farklar bulunmaktadır. Dolayısıyla toplam katılımcı grubunun kalça eklemi performansında belirgin bir asimetri olduğu söylenebilir. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda, referans, hamstring SMR ve calf SMR günlerinde dominant taraf için anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Bu bulgu, cinsiyetler arasında performans farklılıkları olduğunu, ancak bu farklılıkların gluteal kaslar üzerinde etkili olmadığını göstermektedir.

Literatürde, sporcuların dominant ve non-dominant tarafları arasındaki asimetri yaygın olarak rapor edilmektedir. Sannicandro ve diğerleri (2014), futbolcularda dominant bacakğın non-dominant bacağı göre daha yüksek izokinetik kuvvet değerlerine sahip olduklarını bildirilmiştir. Bu, özellikle sporcularda bir tarafın diğer tarafa göre daha fazla kullanımı sonucu oluşan kas kuvveti ve kontrol farklılıklarını gösterir. Cinsiyetler arası farklılıklar da sıklıkla vurgulanmıştır. Kesar ve diğerleri (2009) çalışmasında, kadın ve erkek sporcuların farklı kas aktivasyon paternleri ve güç üretimi kapasiteleri olduğu bulunmuştur. Bu çalışmadaki bulgular, kadınlarda belirgin asimetri bulunuşu ve erkeklerde belirli protokollerle sınırlı asimetri tespiti ile paraleldir. Neumann (2010), kalça eklemi hareketliliği ve kas kuvvetinin atletik performans üzerindeki etkilerini incelemiştir ve

kalça eklemi dinamiklerinin sporcu sağlığı ve performansı açısından kritik öneme sahip olduğunu vurgulamıştır.

Bu çalışma, smaç ve bloktan sonra yere konmalar sırasında diz eklemi zirve açısal hızlarının SMR protokollerine göre dominant ve non-dominant taraflar arasındaki farklılıklarını da ele almıştır. Kadın katılımcılarda farklı protokol günleri arasında anlamlı fark bulunmazken, smaçtan sonra yere konmalar sırasında dominant ve non-dominant taraflar arasında dört protokol günü boyunca anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Sigward ve diğeri (2008), sporcularda dominant ve non-dominant bacaklar arasında diz eklemi açısal hızlarını incelemiş ve dominant bacakta daha yüksek açısal hızlar olduğunu rapor etmiştir. Bu bulgu çalışmamızdaki tarafların açısal hızları arasındaki asimetriyi destekler niteliktedir. Erkek katılımcılarda referans ve hamstring SMR günlerinde dominant taraflar arasında anlamlı farklar bulunmuş olup hamstring SMR günündeki diz eklemi açısal hızları 103.8°/sn daha düşüktür. Toplam katılımcı grubunda dört protokol gününde de dominant ve non-dominant taraflar arasında anlamlı farklar bulunmuştur. Bloktan sonra yere konmalar sırasındaki diz eklemi açısal hızları, kadın ve erkek katılımcılar arasında farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında anlamlı fark bulunmazken, toplam katılımcı grubunda referans protokolü ile hamstring SMR protokolü arasında dominant taraflar arasında anlamlı fark tespit edilmiştir. Bu fark, hamstring SMR protokolü gününde 47.3°/sn daha düşüktür. Bloktan sonra yere konma sırasındaki diz eklemi açısal hızı, kadın katılımcılarda dört protokol gününde de dominant ve non-dominant taraflar arasında anlamlı farklılıklar bulunmuş, erkek katılımcılarda ise sadece hamstring SMR gününde anlamlı fark bulunmuştur. Beardsley ve Škarabot (2015), SMR'nin kas performansı ve eklem hareket aralığı üzerindeki etkilerini incelemiş ve SMR'nin kas elastikiyetini artırmada etkili olduğunu bulmuştur. Çalışmamızda, hamstring SMR gününde diz eklemi açısal hızlarının düşmesi, bu protokolün kas esnekliğini artırarak diz eklemi açısal hızını etkileyebileceğini göstermektedir. Bu bulgular, literatürde sporcularda dominant ve non-dominant taraflar arasındaki biomekanik asimetrielerin yaygın olduğu ve SMR protokollerinin kas performansı üzerindeki etkilerini vurgulayan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Çalışma, diz eklemi açısal hızlarında belirgin asimetri olduğunu ve SMR protokollerinin bu asimetriyi etkilediğini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda, smaç ve blok vuruşları sırasında ayak bileği açısal hızlarının farklı SMR protokollerinde dominant ve non-dominant taraflar arasındaki farklılıkları incelenmiştir.

Smaç sonrası ayak bileği açısız hızları, kadın ve toplam katılımcılar için referans ve hamstring SMR protokol günleri arasında dominant taraflarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur, ancak erkek katılımcıların farklı protokoller arası karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Dominant ve non-dominant taraf grup içi karşılaştırmaları, erkek, kadın ve toplam katılımcı gruplarında yüksek düzeyde anlamlı farklılıklar göstermiştir. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda, referans protokol günü hariç diğer üç protokol günü içinde dominant taraf karşılaştırmaları gruplar arası anlamlı farklılık göstermiştir. Blok sırasındaki ayak bileği zirve açısız hızı, kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında anlamlı fark bulunmamıştır. Ancak, kadın, erkek ve toplam katılımcı gruplarının grup içi dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları dört farklı protokol günü için de yüksek düzeyde anlamlı farklılıklar göstermiştir. Bu bulgular, literatürde sporcuların taraflar arasındaki asimetrisini sıklıkla vurgulayan ve SMR protokollerinin kas performansı üzerindeki etkilerini ortaya koyan çalışmalarla uyumludur. Ayak bileği eklemi açısız hızlarının spor performansı ve yaralanma riski üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada yüksek açısız hızların ayak bileği burkulma riskini artırabileceğini belirtilmiştir (Fong ve diğerleri, 2011). Aayak bileği propriosepsiyonunun açısız hızlar üzerindeki etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise propriosepsiyonun gelişmiş açısız hız kontrolüne katkıda bulunduğunu bulmuştur (Witchalls ve diğerleri, 2012). Hopper ve diğerleri (2017), SMR uygulamalarının ayak bileği hareketliliği ve performansı üzerindeki etkilerini incelemiş ve kas elastikiyetini ile eklem hareket açıklığını artırmada etkili olduğunu göstermiştir.

Temel olarak, ayak bileği eklemının kinematik ve kinetik değerlendirmesinde, özellikle yaralanmanın önlenmesinde ve performansın iyileştirilmesinde, araştırmacılar tarafından sertlik (Whitting ve diğerleri, 2012), eklem hızı, açısı (Kim ve Cha, 2015) ve hareket aralığının (An ve Won, 2016) önemli olduğu bildirilmektedir.

Bu çalışma, hem smaç hem de bloktan sonra yere konmalar sırasında farklı SMR protokollerini arasında kalça EHA'sının kadın, erkek ve toplam katılımcılar için karşılaştırmalarını içermektedir. Smaçtan sonra yere konma sırasındaki kalça EHA değerlerinin farklı protokoller arası grup içi karşılaştırmalarında, kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklılık bulunmamıştır. Erkek katılımcıların dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları tüm protokol günleri için yüksek düzeyde anlamlı farklıdır. Toplam

katılımcı grubunun grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları, ise erkek katılımcıların sonuçlarıyla paralel olarak sadece dört protokol gününde de anlamlı fark göstermiştir. Bloktan sonra yere konmalar sırasındaki kalça EHA değerlerinin farklı protokol günleri grup içi karşılaştırmaları kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklı değildir. Kadın ve toplam katılımcı gruplarının dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları sadece referans protokol gününde anlamlı farklıdır. Bloktan sonra yere konma sırasındaki kalça EHA değerlerinin farklı protokoller arası grup içi karşılaştırmaları anlamlı farklı değildir. Kadın ve toplam katılımcı gruplarının dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları sadece referans SMR protokol gününde anlamlı farklı bulunmuştur. Bu bulgular, literatürde sporcularda dominant ve non-dominant taraflar arasında yaygın bir asimetri olduğunu ve SMR protokollerinin kas performansı üzerindeki etkilerini sıklıkla bildiren çalışmalarla uyumludur. Barton ve diğerleri (2017), kalça EHA'sının sporcularda yaralanma risklerini azaltmada önemli bir etkisinin olduğunu ve geniş hareket açıklığının daha iyi performansla ilişkili olduğunu belirtmiştir. Kalça EHA'sı ile atletik performans arasındaki ilişkiyi inceleyen başka bir çalışmada artan EHA'nın sporcuların denge ve esneklik yeteneklerini geliştirdiği rapor edilmiştir (Reiman ve diğerleri, 2019). Klingenstein ve diğerleri (2020), SMR uygulamalarının kalça EHA'sını artırmada etkili olduğunu ve bu artışın spor performansını olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Smaçtan sonra yere konmalar ile ilgili yapılan bir çalışmada erkek voleybolcuların kalça EHA değeri 54.27 ± 13.04 olarak rapor edilmiştir (Xu ve diğerleri, 2021). Bizim çalışmamız da ise, 23.5 ± 10 olarak bulunmuştur. Bu farkın katılımcı gruplarının farklılıklarından kaynaklandığı söylenebilir. Behara ve Jacobson (2017), 1 dakika süren SMR sonrasında kalça fleksiyon EHA'sında %15.6'lık bir artış bildirmiştir. Ayrıca, sporcularda SMR'nin akut ve kronik etkilerini incelendiği başka bir çalışmada ise SMR'nin EHA'yı artırarak kas gerginliğini azalttığını ve hareket kabiliyetini geliştirdiği rapor edilmiştir (Caldwell ve diğerleri, 2021).

Çalışmamızda hem smaç hem de bloktan sonra yere konmalar sırasında diz eklemi EHA'larının farklı SMR protokolleri arasında kadın, erkek ve toplam katılımcı gruplarının karşılaştırmalarını içermektedir. Smaçtan sonra yere konma sırasındaki diz EHA değerlerinin farklı SMR protokol günlerindeki grup içi karşılaştırmalarında, kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklılık bulunmamıştır. Smaçtan sonra yere konmalar sırasındaki diz EHA değeri kadın katılımcıların grup içi dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmalarında hamstring ve calf SMR protokol günlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Toplam katılımcıların grup içi dominant ve non-dominant taraf

karşılaştırmaları ve cinsiyetler arası non-dominant taraf karşılaştırmalarında ise sadece referans protokol gününde anlamlı farklılık bulunmuştur. Bloktan sonra yere konmalar sırasındaki kalça eklemi EHA'larının farklı protokol günleri arasındaki grup içi karşılaştırmaları, kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklı değildir. Erkek ve toplam katılımcı gruplarının dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları sadece referans protokol gününde anlamlı farklılık göstermiştir. Buna paralel olarak cinsiyetler arası karşılaştırmalarda sadece referans protokol gününde dominant taraflar arasında anlamlı fark vardır. Voleybolcularda diz EHA'sının performans ve yaralanma riski üzerine etkilerini incelendiği bir çalışmada, geniş EHA'ya sahip sporcuların daha iyi performans sergilediğini ve yaralanma risklerinin azaldığını bildirilmiştir (Hughes ve diğerleri, 2020). Caldwell ve diğerleri (2021), voleybolcuların EHA'larını artırmak için kullanılan farklı esneme ve SMR uygulamalarının etkilerini inceledikleri bir çalışmada, SMR uygulamalarının kalça ve diz EHA artışında etkili olduğunu göstermiştir. Reiman ve diğerleri (2019), artan diz EHA'sının sporcuların esneklik ve denge yeteneklerini geliştirdiğini, ancak aşırı esnekliğin yaralanma riskini artırabileceğini bildirmişlerdir. Smith ve diğerleri (2022), SMR'nin sporcularda akut ve kronik etkilerini incelemiş ve SMR'nin kas gevşemesi, esneklik artışı ve eklem hareket açıklığının iyileştirilmesinde etkili olduğunu bulmuştur. MacDonald ve diğerleri (2013), özel yapım bir foam roller kullanarak 2 set 60 saniyelik FR uygulaması sonrasında diz eklemi EHA'sının 10 dakika sonra %10.3 arttığını bildirmiştir.

Çalışmamızda hem smaç hemde bloktan sonra yere konmalar sırasındaki ayak bileği EHA değeri farklı protokol günlerinin kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için karşılaştırmaları incelenmiştir. Smaçtan sonra yere konma sırasındaki ayak bileği EHA değerlerinin farklı SMR protokol günlerindeki grup içi karşılaştırmalarında, kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklılık bulunmamıştır. Kadın katılımcıların dominant ve non dominant tarafları arasındaki karşılaştırmalarda referans protokol günü, gluteal ve hamstring SMR protokol günlerinde anlamlı farklılık vardır. Toplam katılımcı grubunun dominant ve non dominant taraf karşılaştırmaları kadın katılımcıların sonuçlarına paralel olacak şekilde referans protokol günü, gluteal ve hamstring SMR protokol günlerinde yüksek düzeyde anlamlı farklıdır.

Blok sonrası yere konma sırasındaki ayak bileği EHA değerleri açısından, kadın katılımcıların non-dominant tarafları için referans protokolü (14 ± 5.7) ile gluteal SMR (12.7 ± 5.4), hamstring SMR (11 ± 4.2) ve calf SMR (11 ± 3) protokolleri arasında anlamlı fark

bulunmuştur. Toplam katılımcı grubunun farklı protokoller arası karşılaştırmaları da kadın katılımcıların sonuçlarıyla paralel olarak referans protokolü (14.2 ± 5.2) ile gluteal SMR (12.5 ± 6.2), hamstring SMR (11.8 ± 4.7) ve calf SMR (11.8 ± 4.4) protokolleri arasında yüksek düzeyde anlamlı farklılık göstermiştir. Thacker ve diğerleri (2017), düzenli SMR uygulamalarının ayak bileği EHA'sını artırmada ve kas gerginliğini azaltmada etkisinin olduğunu vurgulamışlardır. Bu bulgulardan, blok yere konma sırasında ayak bileği EHA değerlerinin SMR protokollerine göre değişkenlik gösterilebileceği sonucu çıkarılabilir.

Yapılan bazı çalışmalarda, cinsiyetin eklem hareket açıklığı üzerindeki etkilerinin minimal olduğunu belirtilmiştir (Thacker ve diğerleri, 2017; Willy ve diğerleri, 2016). Konuyla ilgili yapılan başka bir çalışmada, SMR uygulamasının ayak bileği dorsifleksiyon EHA'sında %11.44'lük bir artış yarattığı bildirilmiştir (Chang ve diğerleri, 2021). De Benito ve diğerleri (2019), foam roller kullanmanın (30 saniye dinlenme ile iki set 60 saniyelik uygulamalar) ayak bileği dorsifleksiyon EHA'sının iyileştirilmesine yardımcı olduğunu göstermiştir. Buna rağmen Škarabot ve diğerleri (2015), 3 set 30 saniyelik SMR uygulaması sonrasında pasif ayak bileği dorsifleksiyonu EHA'sında bir değişiklik bildirmemiştir.

SMR'nin ana etkisi, esnekliğin ve hareket açıklığının artması şeklinde kendini göstermektedir (Behm ve diğerleri, 2020; Bushell ve diğerleri, 2015.; Cheatham ve Stull, 2018, 2019; Junker ve Stöggl, 2019; Krause ve diğerleri, 2017; Nakamura ve diğerleri, 2021; Wiewelhove ve diğerleri, 2019). Öte yandan birçok çalışma bu görüşü doğrulasa da foam roller ile hareket açıklığının artışı arasında bağlantı olmadığını belirten sonuçlar da bulunmaktadır (Miller ve Rockey, 2006).

Bu çalışma hem smaç hem de bloktan sonra yere konmalar sırasındaki alt ekstremité zirve fleksiyon açılarının dört farklı SMR protokol gününde kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar içermektedir.

Smaç yere konması sırasındaki kalça zirve fleksiyon açısı, farklı protokoller arası karşılaştırmalarda erkek kadın ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklı değildir. Erkek katılımcıların farklı protokol günlerindeki dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları referans protokol günü ve hamstring SMR protokol günlerinde anlamlı farklıdır. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda ise sadece referans protokol gününde dominant taraflar arasında anlamlı farklı bulunmuştur. Bloktan sonra yere konmalar sırasındaki kalça zirve fleksiyon

açısı, farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında kadın katılımcıların non-dominant tarafları, hamstring (32.7 ± 9.9) ve calf SMR protokol günleri (39.3 ± 15) arasında anlamlı farklıdır. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant tarafları arasındaki karşılaştırmaları sadece calf SMR günü için erkek katılımcıların dominant ve non-dominant taraflar arası karşılaştırmaları ise sadece gluteal SMR protokol günü için anlamlı farklıdır. Toplam katılımcı grubunun dominant ve non-dominant taraf karşılaştırmaları gluteal ve calf SMR günleri için anlamlı farklı bulunmuştur. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda ise hamstring SMR protokol gününde dominant taraf, Calf SMR gününde ise non-dominant tarafta anlamlı farklı bulunmuştur.

Hughes ve Watkins (2008), erkek ve kadın katılımcılar için zirve kalça fleksiyon açılarını sırasıyla 29.16 ± 7.91 , 39.07 ± 11.89 olarak bulmuşlardır. Salci ve diğerleri (2004), 60 cm yükseklikten smaç yere konmasını inceledikleri bir çalışmada zirve kalça fleksiyon açılarını kadın ve erkekler için sırasıyla 61.4 ± 10.0 , 72.0 ± 19.3 olarak blok zirve kalça fleksiyon açılarını ise 68.9 ± 13.2 , 74.2 ± 14.4 olarak bulmuşlardır. Basketbol ve voleybolcuların yere konmalarını inceleyen başka bir çalışmada ise kalça eklemi zirve fleksiyon açısı 47.8 ± 8.8 olarak rapor edilmiştir (Sinsurin ve diğerleri, 2013). Bizim çalışmamızın bulguları ise kadın ve erkek katılımcılar için sırasıyla smaç vuruşu için 15.4 ± 5 , 11.7 ± 6 blok vuruşu için ise 11.1 ± 8 , 10 ± 4.4 olarak bulunmuştur. Sonuçların bu denli farklı olmasının katılımcı grupları arasındaki deneyim farkından ve katılımcı sayısının bizim çalışmamıza oranla daha az olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Ayrıca sonuçların bu kadar farklılaşmasının bir diğer nedeni de çalışmalarda farklı yere konma stratejilerinin kullanılmasından kaynaklanabilir.

Bu çalışma, smaç sırasında diz zirve fleksiyon açılarının farklı SMR protokollerine göre kadın, erkek ve toplam katılımcılar arasındaki karşılaştırmalarını kapsamaktadır. Erkekler ve kadınlar için protokoller arası anlamlı farklılık bulunmamakla birlikte, toplam verilerde hamstring SMR ve calf SMR protokolleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant tarafları arasında hamstring ve calf SMR protokol günlerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Toplam katılımcı gruplarında ise, referans protokol günü ile hamstring SMR protokol günlerinde dominant ve non-dominant taraflar arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda, referans ve gluteal SMR protokol günlerinde her iki taraf için anlamlı farklılık bulunmuşken, hamstring ve calf SMR protokol günlerinde sadece non-dominant taraflarda anlamlı farklılık

bulunmuştur. Bu bulgular, diz fleksiyon açısının farklı SMR protokollerine verdikleri cevapların değişkenlik cinsiyete ve dominantlık durumuna göre değişkenlik gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Zirve diz fleksiyon açısının sporcularda kas kuvveti ve yaralanma riski üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, yüksek diz fleksiyon açısının kas kuvveti ve denge üzerinde olumlu etkileri olduğu rapor edilmiştir (Kellis ve diğerleri, 2011).

Çalışmamızda, blok sonrası yere konmalarda diz zirve fleksiyon açılarının farklı SMR protokollerine göre kadın, erkek ve toplam katılımcılar arasında karşılaştırılması incelenmiştir. Farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklılık göstermemiştir. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda referans protokol gününde hem dominant hem de non-dominant taraflar arasında, gluteal SMR protokol gününde dominant taraflar arasında ve calf SMR gününde ise non-dominant taraflar arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Kadın, erkek ve toplam katılımcılar arasında farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmalarında anlamlı farklılık olmaması, katılımcıların diz zirve fleksiyon açısının SMR protokollerinden etkilenmediğini göstermektedir. Referans protokol gününde hem dominant hem de non-dominant taraflarda cinsiyetler arası anlamlı fark bulunması, kadın ve erkek katılımcıların diz zirve fleksiyon açılarının farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Gluteal SMR protokol gününde sadece dominant tarafta, calf SMR protokol gününde ise sadece non-dominant taraflarda cinsiyetler arası anlamlı fark bulunması, farklı SMR protokollerinin cinsiyetler üzerinde farklı etkilere sahip olabileceğini göstermektedir.

Bu çalışma, smaç ve blok vuruşlarından sonra yere konmalar sırasında ayak bileği zirve fleksiyon açılarının farklı SMR protokollerine göre kadın, erkek ve toplam katılımcılar arasındaki grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalarını incelemiştir. Farklı protokol günlerinin grup içi karşılaştırmaları kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklılık göstermemiştir. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant tarafları arasında referans ve hamstring SMR protokol günlerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Erkek katılımcıların farklı protokol günlerindeki dominant ve non-dominant tarafları arasındaki karşılaştırmalarda tüm protokol günlerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Toplam katılımcı grubunda, gluteal SMR protokol günü dışında diğer üç protokol gününde dominant ve non-dominant taraflar arasında yüksek düzeyde anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Blok sonrası yere konmalar sırasındaki ayak bileği zirve fleksiyon açısı, farklı protokol günlerinin

grup içi karşılaştırmalarında kadın, erkek ve toplam katılımcı grupları için anlamlı farklılık göstermemiştir. Kadın katılımcıların dominant ve non-dominant tarafları arasındaki karşılaştırmalarda yalnızca referans protokol gününde anlamlı farklı bulunmuştur. Erkek katılımcıların dominant ve non-dominant tarafları arasındaki karşılaştırmaları ise sadece hamstring SMR protokol gününde anlamlı farklıdır. Toplam katılımcı grubunda hamstring ve calf SMR günlerinde dominant ve non-dominant taraflar arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu bulgular, ayak bileği zirve fleksiyon açısının farklı SMR protokollerine verdiği yanıtların değişkenlik gösterebileceğini ve bu değişikliklerin cinsiyet ve dominantlık durumundan etkilenebileceğini ortaya koymaktadır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, SMR protokollerinin voleybol oyuncularının performans ve yere konma stratejileri üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde ortaya koymuştur. Araştırmada SMR protokolleri sonrasında voleybolda sıkça kullanılan smaç ve blok tekniğinin yere konma kinematiği detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, farklı SMR protokolleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farkların bulunmadığını ancak kadınların hamstring ve calfa uygulanan SMR protokollerinden büyük oranda olumlu yönde etkilendiğini, erkeklerin ise referans protokol günü verilerinin SMR protokol günlerinde azalma gösterdiği gözlemlenmiştir. Ek olarak neredeyse incelenen tüm değişkenlerde cinsiyetler arası ve dominant non-dominant taraflar arasında önemli farklar gözlemlenmiştir.

Çalışmamızda SMR protokollerinin akut etkisi incelenmiştir. Gelecekteki araştırmalar SMR'nin sporcu performansı üzerine kronik etkilerini ele alabilir. Bu araştırmanın örneklem grubu voleybol oyuncularından oluşmaktadır. Farklı spor disiplinlerinde farklı deneyim ve yaştaki sporculara uygulanacak olan SMR protokolünün etkileri de araştırılmalıdır.

Yaralanma riskini en aza indirmek ve sporcuların performanslarında artış elde etmek için uygulanacak SMR protokollerinin özenle seçilmesi gerekmektedir. Kadın ve erkek sporcuların fiziksel, fizyolojik ve biyomekanik farklılıkları dikkate alınarak cinsiyete özgü antrenman programları oluşturulmalıdır. Ayrıca sporcuların dominant ve non-dominant tarafları arasındaki asimetriyi en aza indirebilmek için her iki tarafta da eşit derece gelişim yatacak antrenman ve rehabilitasyon programları geliştirilmelidir.

Çalışmamızda grid yüzey FR kullanılmıştır. Farklı yüzey tiplerindeki FR'lerin SMR protokollerinin diğer esneklik ve kuvvet antrenmanları ile uygulanmasının etkileri incelenmelidir. Kombine antrenman programlarının performans ve yaralanma riskleri üzerindeki sinerjik etkileri değerlendirilebilir. Ek olarak SMR protokollerinin nöromusküler sistem üzerindeki etkileri araştırılmalıdır. Kas aktivasyonu, kas yorgunluğu, motor birim aktivitesi gibi parametrelerin değerlendirilmesi, SMR'nin kas performansı üzerindeki mekanizmalarını daha iyi anlamaya yardımcı olabilir.



KAYNAKLAR

- Akbari, H., Shimokochi, Y., and Sheikhi, B. (2023). Ankle dorsiflexion range of motion and landing postures during a soccer-specific task. *Plos one*, 18(3), 1-12.
- Ali, N., Robertson, D. G. E., and Rouhi, G. (2014). Sagittal plane body kinematics and kinetics during single-leg landing from increasing vertical heights and horizontal distances: Implications for risk of non-contact ACL injury. *Knee*, 21(1), 38–46.
- Alizadeh, S., Daneshjoo, A., Zahiri, A., Anvar, S. H., Goudini, R., Hicks, J. P., and Behm, D. G. (2023). Resistance training induces improvements in range of motion: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 53(3), 707-722.
- An, C.-M., and Won, J.-I. (2016). Effects of ankle joint mobilization with movement and weight-bearing exercise on knee strength, ankle range of motion, and gait velocity in patients with stroke: a pilot study. *The Journal of Physical Therapy Science*, 28(2), 689–694.
- Antonio, S., Wolfgang, G., Robert, H., Fullerton, B., and Carla, S. (2013). The anatomical and functional relation between gluteus maximus and fascia lata. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 17(4), 512-517.
- Aritan, S. (2015). Biomechanical measurement methods to analyze the mechanisms of sport injuries. In *Sports Injuries*. Springer Berlin Heidelberg, 3085–3096.
- Armfield, D. R., Kim, D. H. M., Towers, J. D., Bradley, J. P., and Robertson, D. D. (2006). Sports-related muscle injury in the lower extremity. *Clinics in Sports Medicine*, 25(4), 803-842.
- Augustsson, S. R., Augustsson, J., Thomeé, R., and Svantesson, U. (2006). Injuries and preventive actions in elite Swedish volleyball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(6), 433–440.
- Avedesian, J. M., Judge, L. W., Wang, H., and Dickin, D. C. (2018). The biomechanical effect of warm-up stretching strategies on landing mechanics in female volleyball athletes. *Sports biomechanics*, 9(5), 587-600.
- Bahr, R., and Krosshaug, T. (2005). Understanding injury mechanisms: A key component of preventing injuries in sport. In *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 324–329.
- Barker, P. J., Briggs, C. A., and Bogeski, G. (2004). Tensile transmission across the lumbar fasciae in unembalmed cadavers: effects of tension to various muscular attachments. *Spine*, 29(2), 129-138.
- Bartlett, R. (2014). *Introduction to sports biomechanics analysing human movement patterns* (First edition). New York: Routledge, 23-27.
- Başandaç, G. (2014). *Adölesan voleybol oyuncularında ilerleyici gövde stabilizasyonu eğitiminin üst ekstremité fonksiyonlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 23-28.

- Beardsley, C., and Škarabot, J. (2015). Effects of self-myofascial release: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(4), 747-758.
- Beer, F. P., Johnston, Elliot, R., and Cornwell, P. J. (2020). *Vector Mechanics for Engineers: Dynamics* (12th ed.) New York: McGraw-Hill Education, 5-8.
- Behara, B., and Jacopson, B. H. (2017). Acute effects of deep tissue foam rolling and dynamic stretching on muscular strength, power, and flexibility in division I linemen. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 888–892.
- Behm, D. G., Alizadeh, S., Anvar, S. H., Mahmoud, M. M. I., Ramsay, E., Hanlon, C., and Cheatham, S. (2020). Foam rolling prescription: a clinical commentary. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(11), 3301-3308.
- Bere, T., Kruczynski, J., Veintimilla, N., Hamu, Y., and Bahr, R. (2015). Injury risk is low among world-class volleyball players: 4-year data from the FIVB Injury Surveillance System. *British Journal of Sports Medicine*, 49(17), 1132–1137.
- Berr, F. P., and Johnston, E. R. (1977). *Vector Mechanics for Engineers: Statics and Dynamics*. London: McGraw-Hill, 12-18.
- Bourgain, M., Rouch, P., Rouillon, O., Thoreux, P., and Sauret, C. (2022). Golf Swing Biomechanics: A Systematic Review and Methodological Recommendations for Kinematics. In *Sports* 10(91), 1-27.
- Brasseur, J. L. (2012). The biceps tendons: from the top and from the bottom. *Journal of Ultrasound*, 15(1), 29-38.
- Braun, M. (1992). *Picturing Time: The Work of Etienne-Jules Marey (1830-1904)*. University of Chicago Press, 20-23.
- Bressel, E., and Cronin, J. (2005). The landing phase of a jump strategies to minimize injuries. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 76(2), 30–35.
- Bushell, J. E., Dawson, S. M., and Webster, M. M. (2015). Clinical relevance of foam rolling on hip extension angle in a functional lunge position. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(9), 2397-2403.
- Cael, C. (2015). Fonksiyonel anatomi manuel terapistler için kas iskelet anatomisi, kinesyoloji ve palpasyon (N. Ergun, Çev.), İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 15-19.
- Capecchi, D. (2021). The foundation of classical mechanics. *Encyclopedia*, 1(2), 482–495.
- Cappozzo, A., Catani, F., Della Croce, U., and Leardini, A. (1995). Position and orientation in space of bones during movement: anatomical frame definition and determination. *Clinical biomechanics*, 10(4), 171-178.
- Cengizel, E. (2019). *Voleybol mekaniği-I*. Ankara: Gazi Kitabevi, 5.
- Challoumas, D., and Artemiou, A. (2018). Predictors of attack performance in high-level male volleyball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(9), 1230–1236.

- Challoumas, D., Stavrou, A., and Dimitrakakis, G. (2017). The volleyball athlete's shoulder: biomechanical adaptations and injury associations. In *Sports Biomechanics*, 16(2), 220–237.
- Chang, T. T., Li, Z., Zhu, Y. C., Wang, X. Q., and Zhang, Z. J. (2021). Effects of self-myofascial release using a foam roller on the stiffness of the gastrocnemius-achilles tendon complex and ankle dorsiflexion range of motion. *Frontiers in Physiology*, 12, 718827, 1-9.
- Chappell, J. D., Creighton, R. A., Giuliani, C., Yu, B., and Garrett, W. E. (2007). Kinematics and electromyography of landing preparation in vertical stop-jump: Risks for noncontact anterior cruciate ligament injury. *American Journal of Sports Medicine*, 35(2), 235–241.
- Cheatham, S. W., and Stull, K. R. (2018). Roller massage: A commentary on clinical standards and survey of physical therapy professionals- part 1. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(4), 763–772.
- Cheatham, S. W., and Stull, K. R. (2019). Roller massage: Comparison of three different surface type pattern foam rollers on passive knee range of motion and pain perception. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 23(3), 555–560.
- Cheatham, S. W., Kolber, M. J., Cain, M., and 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), 827-838.
- Closs, B., Burkett, C., Trojan, J. D., Brown, S. M., and Mulcahey, M. K. (2020). Recovery after volleyball: a narrative review. In *Physician and Sportsmedicine* 48(1), 8-16.
- Cohen, J. (2013). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd Edition). New York: Routledge, 98-112.
- Coleman, S., Benham, A. S., and Northcott, S. R. (1993). A three-dimensional cinematographical analysis of the volleyball spike. *Journal of Sports Sciences*, 11(4), 295–302.
- Cunningham, A. (2010). *The Anatomical Renaissance: The Resurrection of the Anatomical Projects of the Ancients*. Routledge. (First edition). Projects of the Ancients, 8-12.
- Dabiri, Y. (2013). *The Roles of the Normal Mechanical Properties of Articular Cartilage in the Contact Mechanics of the Human Knee Joint: a Finite Element Approach* (Doctoral dissertation), University of Calgary, Schulich School of Engineering, Calgary, Canada, 31-33.
- De Benito, A. M., Valldecabres, R., Ceca, D., Richards, J., Igual, J. B., and Pablos, A. (2019). Effect of vibration vs non-vibration foam rolling techniques on flexibility, dynamic balance and perceived joint stability after fatigue. *PeerJ*, 2019 (11), 1-5.
- Dearing, J. (2018). *Volleyball Fundamentals* (2. baskı). New York: Human Kinetics, 52.

- Devita, P., and Skelly, W. A. (1992). Effect of landing stiffness on joint kinetics and energetic in the lower extremity. *Medicine and Science in Sport Exercice*, 24(1), 108–115.
- Dufek, J. S., and Bates, B. T. (1990). The evaluation and prediction of impact forces during landings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(3), 370-377.
- Enoka, R. M. (2008). *Neuromechanics of human movement*. New York: Human Kinetics, 14.
- Fattahi, A., Sadeghi, H., and Ameli, M. (2011). Relationship between injury types and prevalence with some anthropometric properties of male elite volleyball players of Iran. *World Applied Sciences Journal*, 15(5), 667-72.
- Filip-Stachnik, A., Kaszuba, M., Dorozynski, B., Komarek, Z., Gawel, D., Del Coso, J., Kloczek, T., Spieszny, M., and Krzysztofik, M. (2022). Acute effects of caffeinated chewing gum on volleyball performance in high-performance female players. *Journal of Human Kinetics*, 84(1), 92–102.
- Findley, T. W., and Schleip, R. (2007). *Fascia research: basic science and implications for conventional and complementary health care*. München: Elsevier/Urban and Fischer, 2-9.
- Fişekçioğlu, İ. B. (2000). *Voleybol*. Konya: Selçuk Üniversitesi, 4-8.
- Fleckenstein, J., Plaetzer, B., Grooß, D., and Banzer, W. (2017). The potential benefits of vibration foam rolling on delayed-onset muscle soreness (DOMS) after intensive exercise in the lower limbs: A randomized controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 35(22), 2161-2167.
- Ford, P., D. L., and I. D. (2006). The effects of foam rolling on range of motion, muscle recovery, and performance in athletic populations. *Journal of Athletic Training*, 41(4), 358–364.
- Fradkin, A. J., Zazryn, T. R., and Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 140-148.
- Fuchs, P. X., Fusco, A., Bell, J. W., von Duvillard, S. P., Cortis, C., and Wagner, H. (2019). Movement characteristics of volleyball spike jump performance in females. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(7), 833-837.
- Fuchs, P. X., Menzel, H. J. K., Guidotti, F., Bell, J., von Duvillard, S. P., and Wagner, H. (2019). Spike jump biomechanics in male versus female elite volleyball players. *Journal of Sports Sciences*, 37(21), 2411–2419.
- Galasso, A., Urits, I., An, D., Nguyen, D., Borchart, M., Yazdi, C., Manchikanti, L., Kaye, R. J., Kaye, A. D., Mancuso, K. F., and Viswanath, O. (2020). A comprehensive review of the treatment and management of myofascial pain syndrome. *In current pain and headache reports*, 24, 1-11.

- Garcia, S., Delattre, N., Berton, E., Divrechy, G., and Rao, G. (2022). Comparison of landing kinematics and kinetics between experienced and novice volleyball players during block and spike jumps. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(105), 1-9.
- Gonza'lez, J. M., Gonza'lez-Ravé, G., Arija, A., and Clemente-Suarez, V. (2011). Seasonal changes in jump performance and body composition in women volleyball players. *Journal Of Strength and Conditioning Research*, 25(6), 1492–1501.
- Gottschalk, F., Kourosh, S., and Leveau, B. (1989). The functional anatomy of tensor fasciae latae and gluteus medius and minimus. *Journal of Anatomy*, 166, 179-189.
- Graham, P. (2018). *Volleyball Skills and Drills*. London: Human Kinetics, 20-27.
- Häkkinen, K. (1993). Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33(3), 223-232.
- Halldorsson, V., Thorlindsson, T., and Sigfusdottir, I. D. (2014). Adolescent sport participation and alcohol use: The importance of sport organization and the wider social context. *International Review for the Sociology of Sport*, 49(3–4), 311–330.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., Van Den Bogert, A. J., Paterno, M. V., and Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492–501.
- Hibbeler, R. C. (2017). *Engineering Mechanics: Dynamics*. Pearson Education, 13-15.
- Hsieh, Y. Y., and Huang, C. F. (2012). Differences between male and female players in the sagittal plane biomechanics during volleyball spike landing. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*, 12-18.
- Huang, C., and Hu, L. H. (2007). Kinematic analysis of volleyball jump topspin and float serve. *XXV ISBS Symposium*, 333–336.
- Hughes, G., and Watkins, J. (2008a). Lower limb coordination and stiffness during landing from volleyball block jumps. *Research in Sports Medicine*, 16(2), 138–154.
- Hughes, G., Watkins, J., and Owen, N. (2008b). Gender differences in lower limb frontal plane kinematics during landing. *Sports Biomechanics*, 7(3), 333–341.
- Huijing, P. A. (2007). Epimuscular myofascial force transmission between antagonistic and synergistic muscles can explain movement limitation in spastic paresis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17(6), 708-724.
- Ikeda, Y., Sasaki, Y., and Hamano, R. (2018). Factors influencing spike jump height in female college volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(1), 267-273.
- İnal, S. (2017). *Spor ve Egzersizde Vücut Biyomekaniği*. İstanbul: Hipokrat Kitabevi, 8-14.

- İnternet: Fizyo Platform (2020). *Diz eklemi anatomisi*. Web: <https://www.fizyoplatform.com/konu-diz-eklemi-anatomisi-kemikler-ligamanlar-ve-kaslar.html> adresinden 6 Haziran 2024'te alınmıştır.
- İnternet: Fizyodemi (2023). *Gluteal kaslar anatomisi*. Web: <https://www.fizyodemi.com/blog/kalca-problemlerine-ayirt-edici-yaklasimlar-ii> adresinden 18 Haziran 2023'te alınmıştır.
- İnternet: goodier (t.y). *Ayak bileği eklemi anatomisi*. Web: <https://www.goodier.info/ankle-anatomy> adresinden 18 Haziran 2024'te alınmıştır.
- İnternet: jamesfranco12 (t.y). *Voleybolda parmak pas ve smaç tekniği* Web: <https://weebly.com/volleyball-study-guide-for-quiz.html> Erişim Tarihi: 28.06.2024
- İnternet: orthoinfo (t.y.). *Hamstring kası anatomisi*. Web: <https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/hamstring-muscle-injuries/> adresinden 18 Haziran 2024'te alınmıştır.
- İnternet: Shredded Brothers (2021). *Calf kası anatomisi*. Web: <https://shreddedbrothers.com/blog-detay/kalf-anatomisi-ve-gelisimi> adresinden 18 Haziran 2024'te alınmıştır.
- İnternet: *Voleybolda manşet pas tekniği*. Web: <https://www.sporx.com/fenerbahceli-gizem-orge-den-guidetti-ve-santarelli-itrifi-SXHBQ1013297SXQ> adresinden 18 Haziran 2024'te alınmıştır.
- Janssen, I., Brown, N. A. T., Munro, B. J., and Steele, J. R. (2015). Variations in jump height explain the between-sex difference in patellar tendon loading during landing. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25(2), 265–272.
- Janssen, I., Sheppard, Jeremy, M., Dingley, Andrew, A., Chapman, Dale, W., and Spratford, Wayne. (2012). Lower extremity kinematics and kinetics when landing from unloaded and loaded jumps. *Journal of Applied Biomechanics*, 28(6), 687–693.
- Junker, D., and Stöggl, T. (2019). Training effects of foam rolling on core strength endurance, balance, muscle performance and range of motion: A randomized controlled trial. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18, 229–238.
- Kalichman, L., and Ben-David, C. (2017). Effect of self-myofascial release on myofascial pain, muscle flexibility, and strength: A narrative review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(2), 446-451.
- Khezri, D., and Fatahi, A. (2022). Comparison of dynamic parameters of landing from different heights of professional elite volleyball players. *Journal of Advanced Sport Technology* 6(1), 9-18, <https://doi.org/10.22098/JAST.2022.1660>.
- Kilic, O., Maas, M., Verhagen, E., Zwerver, J., and Gouttebarga, V. (2017). Incidence, aetiology and prevention of musculoskeletal injuries in volleyball: A systematic review of the literature. *European Journal of Sport Science*, 17(6), 765-793.
- Kim, M.-K., and Cha, H.-G. (2015). The effects of ankle joint taping on gait and balance ability of healthy adults. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(9), 2913–2914.

- Knudson, D. V., and Knudson, D. (2007). *Fundamentals of biomechanics*. New York: Springer, 21-33.
- Koga, H., Nakamae, A., Shima, Y., Bahr, R., Krosshaug, T., Hiploylee, C., and Griffin, L. Y. (2010). Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries: knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(11), 2218-2225.
- Konrad, A., Nakamura, M., Tilp, M., Donti, O., and Behm, D. G. (2022). Foam rolling training effects on range of motion: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 52(10), 2523-2535.
- Koźlenia, D., and Domaradzki, J. (2022). Acute effect of short intensive self-myofascial release on jump performance in amateur athletes: A randomized cross-over study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 16816, 1-6, <https://doi.org/10.3390/ijerph192416816>.
- Krause, F., Wilke, J., Niederer, D., Vogt, L., and Banzer, W. (2017). Acute effects of foam rolling on passive tissue stiffness and fascial sliding: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 18(114), 1–6.
- Lenberg, K. (2006). *Volleyball skills and drills*. New York: Human Kinetics, 23-25.
- Li, Z., Wang, J., and Yang, Y. (2021). Motion features of legs in volleyball block jump based on biomechanical analysis. *MCB Molecular and Cellular Biomechanics*, 18(2), 87–97.
- Lim, J. H., and Park, C. B. (2019). The immediate effects of foam roller with vibration on hamstring flexibility and jump performance in healthy adults. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(1), 50–54.
- Lim, J. H., Park, C. B., and Kim, B. G. (2019). The effects of vibration foam roller applied to hamstring on the quadriceps electromyography activity and hamstring flexibility. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(4), 560–565.
- Lobietti, R., Coleman, S., Pizzichillo, E., and Merni, F. (2010). Landing techniques in volleyball. *Journal of Sports Sciences*, 28(13), 1469–1476.
- Lopez-Samanes, A., Del Coso, J., Hernández-Davó, J. L., Moreno- -Pérez, D., Romero-Rodriguez, D., Madruga-Parera, M., Muñoz, A., and Moreno- -Pérez, V. (2021). Acute effects of dynamic versus foam rolling warm-up strategies on physical performance in elite tennis players. *Biology of Sport*, 38(4), 595–601.
- Macdonald, G. Z., Penney, Michael. D. H., Mullaley, Michelle. E., Cuconato, Amanda. L., Drake, Corey. D. J., Behm, David. G., and Button, D. C. (2013). An acute bout of self myofasyal release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 812–821.
- Mackenzie, S., Kortegaard, K., Levangie, M., and Barro, B. (2012). Evaluation of two methods of the jump float serve in volleyball. *Journal of Applied Biomechanics*, 28, 579-586.

- Maganaris, C. N., Baltzopoulos, V., and Sargeant, A. J. (1998). Changes in achilles tendon moment arm from rest to maximum isometric plantarflexion: in vivo observations in man. *The Journal of Physiology*, 510(3), 977-985.
- Marcelino, R., Mesquita, I., and Afonso, J. (2008). The weight of terminal actions in volleyball. Contributions of the spike, serve and block for the teams' rankings in the World League 2005. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 8(2), 1-7.
- Marić, D., Erić, M., Krstonošić, B., and Smiljenić, D. (2014). Fascia—the forgotten tissue. *Exercise and quality of life*, 6(1), 31.
- Marques, M. C., Van Den Tillaar, R., Gabbett, T. J., Reis, V. M., Gonza'lez, J. J., and Gonza'lez-Badillo, G. (2009). Physical fitness qualities of professional volleyball players: Determination of positional differences. *Journal Of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1106-1111.
- Martinez, D. B. (2017). Consideration for power and capacity in volleyball vertical jump performance. *Strength and Conditioning Journal*, 39(4), 36-48.
- Martínez-Aranda, L. M., Sanz-Matesanz, M., García-Mantilla, E. D., and González-Fernández, F. T. (2024). Effects of self-myofascial release on athletes' physical performance: A systematic review. In *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* 9(1), 2-5, <https://doi.org/10.3390/jfmk9010020>.
- Mason-Mackay, A. R., Whatman, C., and Reid, D. (2016). The effect of ankle bracing on lower extremity biomechanics during landing: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(7), 531-540.
- McNitt-Gray, J. L. (1991). Kinematics and impulse characteristics of drop landings from three heights. *International Journal of Sport Biomechanics*, 7(2), 201-224.
- McNitt-Gray, J. L. (1993). Kinetics of the lower extremities during drop landings from three heights. *Journal of Biomechanics*, 26(9), 1037-1046.
- Meriam, J. L., Kraige, L. G., and Bolton, J. N. (2020). *Engineering mechanics: dynamics*. John Wiley and Sons, 44-48.
- Mielgo-Ayuso, J., Calleja-González, J., Clemente-Suárez, V. J., and Zourdos, M. C. (2015). Influence of anthropometric profile on physical performance in elite female volleyballers in relation to playing position. *Nutricion Hospitalaria*, 31(2), 849-857.
- Miller, J. K., and Rockey, A. M. (2006). Foam rollers show no increase in the flexibility of the hamstring muscle group. *UW-L Journal of Undergraduate Research*, 9, 1-4.
- Miralles-Iborra, A., Elvira, J. L., Del Coso, J., Hernandez-Sanchez, S., Pino-Ortega, J., and Moreno-Pérez, V. (2024). Influence of a football match on landing biomechanics and jump performance in female football players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 34(1), e14518, 2-4.

- Mizuguchi, S., Sands, W. A., Stray-Gundersen, J., and Stone, M. H. (2008). Modeling the takeoff forces in the volleyball spike jump. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 309-315.
- Mohr, A. R., Long, B. C., and Goad, C. L. (2014). Effect of foam rolling and static stretching on passive hip-flexion range of motion. *Journal of Sport Rehabilitation*, 23(4), 296-299.
- Nakamura, M., Onuma, R., Kiyono, R., Yasaka, K., Sato, S., Yahata, K., Fukaya, T., and Konrad, A. (2021). The acute and prolonged effects of different durations of foam rolling on range of motion, muscle stiffness, and muscle strength. *Journal of Sports Science and Medicine*, 20(1), 62–68.
- Neumann, D. A. (2010). Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(2), 82-94.
- Oliveira, L. dos S., Moura, T. B. M. A., Rodacki, A. L. F., Tilp, M., and Okazaki, V. H. A. (2020). A systematic review of volleyball spike kinematics: Implications for practice and research. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 15(2), 239–255.
- Olson, S. A., Bay, B. K., and Hamel, A. (1997). Biomechanics of the hip joint and the effects of fracture of the acetabulum. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 339, 92-104.
- Ozawa, Y., Uchiyama, S., Ogawara, K., Kanosue, K., and Yamada, H. (2021). Biomechanical analysis of volleyball overhead pass. *Sports Biomechanics*, 20(7), 844–857.
- Öz, E. (2017b). *Voleybolda Smaç Tekniğinin Vuruş Yönlerine Göre Kinematik Analizi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 28-42.
- Pfifer, K. R., Hart, J. M., Herman, D. C., Hertel, J., Kerrigan, D. C., and Ingersoll, C. D. (2013). Different exercise training interventions and drop-landing biomechanics in high school female athletes. *Journal of Athletic Training*, 48(4), 450–462.
- Pleša, Jernej., Kozinc, Žiga., and Šarabon, Nejc. (2022). A brief review of selected biomechanical variables for sport performance monitoring and training optimization. In *Applied Mechanics* 3(1), 144–159.
- Quispe Marquez, W., Masumura, M., and Ae, M. (2011). Spike-landing motion of elite male volleyball players during official games. In *International Journal of Sport and Health Science*, 9, 82-90.
- Reeser, J. C., Fleisig, G. S., Bolt, B., and Ruan, M. (2010). Upper limb biomechanics during the volleyball serve and spike. *Sports Health*, 2(5), 368–374.
- Reeser, J., and Bahr, R. (2003). *Handbook of sports medicine and science volleyball*. Marshfield: Wiley Balckwell, 35-38.
- Rokito, A. S., Jobe, F. W., Pink, M. M., Perry, J., & Brault, J. (1998). Electromyographic analysis of shoulder function during the volleyball serve and spike. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 7(3), 256-263.

- Romero-Moraleda, B., González-García, J., Cuéllar-Rayó, Á., Balsalobre-Fernández, C., Muñoz-García, D., and Morencos, E. (2019). Effects of vibration and non-vibration foam rolling on recovery after exercise with induced muscle damage. *Journal of sports science and medicine*, 18(1), 172.
- Ryan, M.D. (2021) *Foam Rolling*. New Jersey: John Wiley, 12-25.
- Salci, Y., Kentel, B. B., Heycan, C., Akin, S., and Korkusuz, F. (2004). Comparison of landing maneuvers between male and female college volleyball players. *Clinical Biomechanics*, 19(6), 622–628.
- Santello, M. (2005). Review of motor control mechanisms underlying impact absorption from falls. *Gait and Posture*, 21(2), 85-94.
- Santos, I. S., Dibai-Filho, A. V., Dos Santos, P. G., Júnior, J. D. A., de Oliveira, D. D., Rocha, D. S., and Fidelis-de-Paula-Gomes, C. A. (2024). Effects of foam roller on pain intensity in individuals with chronic and acute musculoskeletal pain: a systematic review of randomized trials. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25(1), 172.
- Schleip R, Findley T, Chaitow L, Huijing P (eds) *Fascia: the tensional network of the human body*. New York: Churchill Livingstone Elsevier, 44-48.
- Schleip, R., and Müller, D. G. (2013). Training principles for fascial connective tissues: Scientific foundation and suggested practical applications. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 17(1), 103–115.
- Schroeder, A. N., and Best, T. M. (2015). Is self myofascial release an effective preexercise and recovery strategy? A literature review. *Current Sports Medicine Reports*, 14(3), 200-208.
- Selkowitz, D. M., et al. (2013). Which exercises target the gluteal muscles while minimizing activation of the tensor fascia lata? Electromyographic assessment using fine-wire electrodes. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 43(2), 54-64.
- Silva, A. F., Clemente, F. M., Lima, R., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., and Knechtle, B. (2019). The effect of plyometric training in volleyball players: A systematic review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(16), 2-8. <https://doi.org/10.3390/ijerph16162960>
- Sinsurin, K., Vachalathiti, R., Jalayondeja, W., and Limroongreungrat, W. (2013). Different sagittal angles and moments of lower extremity joints during single-leg jump landing among various directions in basketball and volleyball athletes. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(9), 1109-1113.
- Skarabot, Jakop., Beardsley, Chris., and Stirn, Igor. (2015). Comparing the effects of self-myofascial release with static stretching on ankle range of motion in adolescent athletes. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(2), 203.
- Skazalski, C., Whiteley, R., and Bahr, R. (2018). High jump demands in professional volleyball large variability exists between players and player positions. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28(11), 2293–2298.

- Slovák, L., Sarvestan, J., Alaei, F., Iwatsuki, T., and Zahradník, D. (2023). Upper limb biomechanical differences in volleyball spikes among young female players. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 17479541231211679, 1-9.
- Soleyman Fallah, M., Sadeghi, H., Motamedi, P., and Barati, A. (2019). Effect of one stage of exhaustive local fatigue on mechanical parameters of lower-limb joints during the single-leg landing of semi-professional sportsmen. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, 8(4), 177-184.
- Staff, K. (2016). *Foam Rolling*. South Carolina: CreateSpace Independent Publishing Platform, 5-59.
- Stecco, C. S. A. (2021). *Fascia: The Tensional Network of the Human Body: The science and clinical applications in manual and movement therapy*. Berlin: Elsevier, 25-29.
- Timoshenko, S., (1970). *Theory of Elasticity*. London: McGraw-Hill, 82-85.
- Tsai, W. C., and Chen, Z. R. (2021). The acute effect of foam rolling and vibration foam rolling on drop jump performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3489.
- Tse, A. C. Y., McManus, A. M., and Masters, R. S. W. (2005). Development and validation of a perceptual-motor skill for volleyball spike. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 76(3), 343-352.
- Uluöz, E. (2016). *Voleybolda fileye temas kuralında yapılan değişikliklerin oyun ve oyuncular üzerindeki etkileri*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 18-20.
- Vaughan, B., McLaughlin, P., and Lepley, A. S. (2014). Immediate changes in pressure pain threshold in the iliotibial band using a myofascial (foam) roller. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 21(12), 569-574.
- Verhagen, E. A. L. M., Van Der Beek, A. J., Bouter, L. M., Bahr, R. M., and Van Mechelen, W. (2004). A one season prospective cohort study of volleyball injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 477-481.
- Vleeming, A., Pool-Goudzwaard, A. L., Stoeckart, R., van Wingerden, J. P., and Snijders, C. J. (1995). The posterior layer of the thoracolumbar fascia. *Spine*, 20(7), 753-758.
- Wagner, H., Tilp, M., Von Duvillard, S. P. V., and Mueller, E. (2009). Kinematic analysis of volleyball spike jump. *International Journal of Sports Medicine*, 30(10), 760-765.
- White, F. M. (2011). *Fluid Mechanics*. London: McGraw-Hill, 52-55.
- Whitting, J. W., Steele, J. R., McGhee, D. E., and Munro, B. J. (2012). Effects of passive ankle dorsiflexion stiffness on ankle mechanics during drop landings. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(5), 468-473.
- Whittle, M. V. (1991). *Gate Analysis An Introduction*. London: Butterworth-Heinemann, 35-37.

- Wiewelhove, T., Döweling, A., Schneider, C., Hottenrott, L., Meyer, T., Kellmann, M., Pfeiffer, M., and Ferrauti, A. (2019). A meta-analysis of the effects of foam rolling on performance and recovery. In *Frontiers in Physiology*, 10, 1-9, <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00376>
- Winter, D. A. (2009). *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. London: Wiley, 28-29.
- Woods, K., Bishop, P., and Jones, E. (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Medicine*, 37(12), 1089-1099.
- Xu, D., Jiang, X., Cen, X., Baker, J. S., and Gu, Y. (2021). Single-leg landings following a volleyball spike may increase the risk of anterior cruciate ligament injury more than landing on both-legs. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(1), 1-14.
- Yakut, Y. *İnsan Hareketlerinde Biyomekanik: Sağlık Profesyonelleri İçin Temeller ve İlerisi* Ankara: Pelikan Yayıncılık, 12-23.
- Yeow, C. H., Lee, P. V. S., and Goh, J. C. H. (2011). Effect of landing height on frontal plane kinematics, kinetics and energy dissipation at lower extremity joints. *Journal of Biomechanics*, 44(12), 2248-2254.
- Yüçetürk, G. (2007). *Ortopedi ve travmatoloji*. İzmir: Güven Kitabevi, 36-38.
- Zahradnik, D., Jandacka, D., Uchytıl, J., Farana, R., and Hamill, J. (2015). Lower extremity mechanics during landing after a volleyball block as a risk factor for anterior cruciate ligament injury. *Physical Therapy in Sport*, 16(1), 53-58.
- Zahradnik, D., Uchytıl, J., Farana, R., and Jandacka, D. (2014). Ground reaction force and valgus knee loading during landing after a block in female volleyball players. *Journal of Human Kinetics*, 40(1), 67-75.
- Zetou, E., Tsigilis, N., Moustakidis, A., and Komninakidou, A. (2006). Playing characteristics of men's olympic volleyball teams in complex II. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(1), 172-177.
- Zhang, S. N., Bates, B. T., and Dufek, J. S. (2000). Contributions of lower extremity joints to energy dissipation during landings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(4), 812-819.



EKLER

Ek-1. Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU FORM-2

Rev-2
25.01.2022T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
ETİK KOMİSYONU

KATILIMCILAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sizi, **Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu**'ndantarih /sayı ile izin alınan* ve Doç. Dr. Elif CENGİZEL tarafından yürütülen "Alt ekstremitelerde farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin voleybolda smaç ve blok yere konma mekanizmasına akut etkisi" başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size bir ödeme yapılmayacaktır. Çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır.

*Gazi Üniversitesi Etik Komisyon izni alındıktan sonra doldurularak kullanılacaktır.

Araştırmamanın Amacı	Bu çalışmanın amacı alt ekstremitelerde farklı kas gruplarına uygulanan foam rollingin voleybolda en çok kullanılan smaç ve bloktan sonra yere konmalara bir etkisi olup olmadığını incelemektir.
Araştırmamanın Yöntemi	Araştırmaya başlamadan önce tüm uygulamalar size açıkça anlatılacaktır. Gönüllü katılımlarınızı bildirdikten sonra çalışmaya geçilecektir. 1. Gün 10 dakikalık bir genel ısınma protokolü gerçekleştirilecektir. Bu ısınma 5 dakika hafif tempo koşu ve sonrasında 5 dakika açma-germe egzersizleri şeklinde olacaktır. Ardından boy uzunluğunuz ve vücut ağırlığınız ölçülecektir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra vücutlarınıza küçük yuvarlak ve parlak işaretleyiciler yapıştırılacaktır. Bu işaretleyiciler smaç ve blok çalışmasında hareketlerinizi kameraların görmesini sağlayacaktır. İşaretleyiciler ayak bileğiniz, diz eklem, ön kalça kemiğiniz, dirsekleriniz, elleriniz, boyun omurlarınız, sırtınız, omuz başlanınız, kuyruk sokumunuz gibi belirli noktalara denk gelecek şekilde yerleştirilecektir. Bu uygulama esnasında üzerinizde kıyafet olması herhangi bir sorun teşkil etmemektedir. Bu işlemlerden sonra sizden duran topa 5 smaç ve 5 blok sıçraması gerçekleştirmenizi isteyeceğiz ve sonuçları alandaki kameralarda kaydedeceğiz. 2. Gün İlk gün uygulanan ısınma protokolü aynen gerçekleştirilecektir. Daha sonra kalfınıza 1 dakikalık setler şeklinde foam roller uygulaması yapılacaktır. Sizden foam roller üzerinde aşağı ve yukarı gidip gelmeniz istenecektir. Bu işlem toplam 3 dk sürecektir ve dinlenme süreleri setler arası 30 sn olacaktır. Her iki bacağınız için de bu uygulama gerçekleştirildikten sonra 1. Gün uygulanan işaretleyiciler tekrar üzerine yapıştırılacak ve sizden 5 smaç ve 5 blok sıçraması gerçekleştirmeniz istenecektir. 3. Gün Önceki günlerde uygulanan ısınma protokolünün ardından bu kez foam roller uygulaması hamstring kasınıza uygulanacaktır. 2. Gün uygulanan metodun aynı bu kas için de geçerlidir. Uygulama sonrası vücudunuza işaretleyiciler yerleştirilecek ve tekrar sizden 5 smaç ve 5 blok sıçraması gerçekleştirmeniz istenecektir. 4. Gün Önceki 3 günde gerçekleştirilen ısınma protokolü gerçekleştirilecektir. Daha sonra son olarak kalça kasınıza foam roller uygulaması önceki günlerdeki metodun aynı şekilde uygulanacaktır. Uygulama sonrası son kez işaretleyiciler vücudunuza yerleştirilecek ve sizden 5 smaç ve 5 blok sıçraması yapmanız istenecektir.
Araştırmamanın Öngörülen Süresi (Başlama ve Bitiş Tarihi Başvurudaki Başlangıç ve Bitiş Tarihi ile Uyumlu Olmalıdır.)	25.09.2023-25.05.2024
Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı	40 kişi

Ek-1. (devam) Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU FORM-2

Rev-2
25.01.2022

Araştırmanın Yapılacağı Yerler	Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Biyomekanik Laboratuvarı	
Görüntü ve/veya ses kaydı alınacak mı?	Evet ☐	Hayır ☐

Tablo katılımcıların anlayabileceği biçimde, akademik dil kullanılmadan yazılacaktır.

KATILIMCI BEYANI

Yukarıda amacı ve içeriği belirtilen bu araştırma ile ilgili bilgiler tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra araştırmaya katılımcı olarak davet edildim. Bu çalışmaya katılmayı kabul ettiğim takdirde gerek araştırma yürütülürken gerekse yayımlandığında kimliğimin gizli tutulacağı konusunda güvence aldım. Bana ait verilerin kullanımına izin veriyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin dikkatle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çekilebilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana herhangi bir ödeme yapılamayacaktır. Araştırma ile ilgili bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu çalışmaya hiçbir baskı altında kalmadan kendi bireysel onayım ile katılıyorum. İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Araştırma yürütücüsü(Tez çalışmalarında Danışman tarafından imzalanacaktır.)

Adı ve Soyadı	Doç. Dr. Elif CENGİZEL	Tarih ve İmza
Adres ve telefonu	Emniyet Mahallesi Abant-1 Caddesi No:10/1D 06560 Yenimahalle / Ankara / Türkiye Tel: 03122023615	

Katılımcı

Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

Ek-2. Etik Komisyon Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 13.11.2023-E.796205



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu



Sayı : E-77082166-302.08.01-796205
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

13.11.2023

Dağıtım Yerlerine

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Ana Bilim Dalı **Yüksek Lisans Öğrencisi Emine İlkcan KURT'un, Doç.Dr.Elif CENGİZEL'in** danışmanlığında yürüttüğü **"Alt Ekstremitelerde Farklı Kas Gruplarına Uygulanan Foam Rollingin Voleybolda Smaç ve Blok Yere Konma Mekanikine Akut Etkisi"** adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun **19.09.2023** tarih ve 16 sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2023 - 1273

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

Ek: 1 Liste

DAĞITIM

Gereği:

Sayın Doç. Dr. Elif CENGİZEL

Bilgi:

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Belge Doğrulama Kodu :BSMH67KJ72

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/gazi-universitesi-ebys>

Emniyet Mahallesi Bandırma Caddesi No :6/1 06560 Yenimahalle/ANKARA
Tel:0 (312) 202 20 57 - 0 (312) 2... Faks:0 (312) 202 38 76
İnternet Adresi :<http://etikkomisyon.gazi.edu.tr/>
Kep Adresi: gaziuniversitesi@hs01.kep.tr

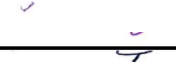
Bilgi için :Nursel Güner
Genel Evrak Sorumlusu
Telefon No:202 20 57



Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Ek-2. (devam) Etik Komisyon Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 13.11.2023-E.796205	GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU KATILIM LİSTESİ
--	---

TOPLANTI TARİHİ : 19.09.2023		TOPLANTI SAYISI : 16	
ADI – SOYADI		İMZA	
Prof. Dr. İsmail KARAKAYA BAŞKAN			
Prof. Dr. Zehra GÖÇMEN BAYKARA BAŞKAN YRD.			
Prof. Dr. C. Haluk BODUR			
Prof. Dr. Seçil ÖZKAN			
Prof. Dr. Cevriye TEMEL GENCER			
Prof. Dr. İlkey ULUTAŞ			
Prof. Dr. Kemalettin DENİZ			
Prof. Dr. Makbule GEZMEN KARADAĞ			
Prof. Dr. İlyas OKUR			
Prof. Dr. Nihan KAFA			
Doç. Dr. Melek Gülşah ŞAHİN			
Doç. Dr. Gökhan DELİCEOĞLU			
Doç. Dr. Elvan İNCE AKA			

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KURT, Emine İlkcan
Uyruğu : T.C.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi /Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Ana Bilim Dalı	Devam ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi	2021
Lise	Süleyman Demirel Anadolu Lisesi	2012

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2023-Devam	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

- Kurt, E. İ., Varmış, N., Cengizel, Ç. Ö. ve Cengizel, E. (2023). Havalı tabanca ve havalı tüfek sporcularının somatotip, vücut yağ yüzdesi, üst ekstremitte uzunluğu ve el kavrama kuvvetlerinin karşılaştırılması. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 21(3), 190-201.
- Kurt, E. İ., Cengizel, E. (2023). Havalı Tabanca Atıcılığına Biyomekaniksel Bir Yaklaşım: Geleneksel Derleme. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri Dergisi*, 15(2), 308-316.
- Varmış, N., Kurt, E. İ., Karaağaç, Y. Ve Cengizel, E. (2024). Raket sporcularında vücut yağ yüzdesi, vücut kütle indeksi ve somatotipin karşılaştırılması. *Yalova Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 3(1), 47-59.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..

