



**KADIN VOLEYBOLCULARDA MİYOFASYAL GEVŞEMENİN OMUZ
İTERNAL VE EKSTERNAL ROTASYON İZOKİNETİK KUVVETE VE
SMAÇ TOP HIZINA AKUT ETKİSİ**

Merve ÖZAL

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

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 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.

Merve ÖZAL

24/06/2024

KADIN VOLEYBOLCULARDA MİYOFASYAL GEVŞEMENİN OMUZ İNTERNAL VE EKSTERNAL ROTASYON İZOKİNETİK KUVVETE VE SMAÇ TOP HIZINA

AKUT ETKİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Merve ÖZAL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2024

ÖZET

Bu çalışmanın amacı kadın voleybolcularda kendi kendine miyofasyal gevşemenin (SMR) omuz internal (IR) ve eksternal rotasyon (ER) izokinetik kuvveti ile smaç top hızına akut etkisinin incelenmesidir. Çalışmaya Türkiye Voleybol Federasyonu 1. ve 2. Lig'inde oynayan 33 kadın voleybolcu gönüllü olarak katılmıştır. İzokinetik kuvvet ve smaç top hızı belirlemek için katılımcılardan SMR olmaksızın (referans değeri, ilk 2 seans) ve SMR sonrası (son iki seans) olmak üzere 4 ayrı seansta ölçüm alınmıştır. Omuz IR ve ER izokinetik kuvveti, Isomed 2000 izokinetik kuvvet dinamometresi (D&R Ferstl GmbH Hemau, Germany) aracılığıyla dominant omuzda 300 °/s açısal hızda konsantrik/konsantrik modda belirlenmiştir. Test sonrası Zirve tork (ZT), rölatif tork (RT), iş ve güç verileri kaydedilmiştir. Smaç top hızı için katılımcılardan voleybol sahasının 4 numaralı bölgesinden rakip sahaya paralel doğrultuda 5 başarılı smaç vuruşu gerçekleştirmeleri istenmiş ve smaç top hızı radar tabancasıyla (Pocket Radar, Inc, Santa Rosa, CA) belirlenmiştir. SMR protokolünde voleybol oyuncularının dominant omuz infraspinatus kasına lakros topu ile SMR uygulanmıştır. Kadın voleybolcuların SMR sonrası ZT IR ($p=.007$), ZT ER ($p=.030$), RT IR ($p=.004$), smaç vuruşu ortalama top hızı ($p<.001$) ve maksimum top hızı ($p<.001$) verilerinde anlamlı artma ile ZT IR açısından ($p=.012$) anlamlı azalma belirlenmiştir. Ayrıca omuz IR ve ER izokinetik kuvvet iş ve güç verilerinin tamamında SMR sonrası anlamlı fark elde edilmiştir. Sonuç olarak kadın voleybolcularda ısınma sonrası infraspinatus kasına uygulanan SMR ile omuz IR ve ER izokinetik kuvveti ve smaç top hızında anlamlı artış belirlenmiştir. Bu çalışma ile SMR uygulamasının sporcuların performansını artırabilecek potansiyel etkileri ortaya konulmuştur.

Bilim Kodu : 1301
Anahtar Kelimeler : Voleybol, Miyofasyal gevşeme, Omuz rotasyon kuvveti, İzokinetik kuvvet, Smaç, Top hızı
Sayfa Adedi : 91
Danışman : Doç. Dr. Elif CENGİZEL

ACUTE EFFECT OF MYOFASCIAL RELEASE ON SHOULDER INTERNAL AND
EXTERNAL ROTATION ISOKINETIC STRENGTH AND SPIKED BALL SPEED IN
FEMALE VOLLEYBALL PLAYERS

(M. Sc. Thesis)

Merve ÖZAL

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

June 2024

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the acute effect of self-myofascial release (SMR) on shoulder internal (IR) and external rotation (ER) isokinetic strength and spiked ball speed in female volleyball players. 33 female volleyball players playing in the 1st and 2nd League of the Turkish Volleyball Federation participated in the study voluntarily. To determine isokinetic strength and spiked ball speed, participants were measured in 4 separate sessions: without SMR (reference value, first 2 sessions) and after SMR (last two sessions). Shoulder IR and ER isokinetic strength were determined in concentric/concentric mode at an angular speed of 300°/s on the dominant shoulder by an Isomed 2000 isokinetic strength dynamometer (D&R Ferstl GmbH Hemau, Germany). After the test, Peak torque (PT), relative torque (RT), work and power data were recorded. For the spiked ball speed, the participants were asked to perform 5 successful spikes from the 4th area of the volleyball court in a direction parallel to the opponent's court, and the spiked ball speed was determined with a radar gun (Pocket Radar, Inc, Santa Rosa, CA). In the SMR protocol, SMR was applied to the dominant shoulder infraspinatus muscle of volleyball players with a lacrosse ball. Female volleyball players' PT IR ($p=.007$), PT ER ($p=.030$), RT IR ($p=.004$), spiked ball average speed ($p<.001$) and maximum ball speed ($p<.001$) after SMR ($p<.001$) data and a significant decrease in the PT IR angle ($p=.012$). Additionally, a significant difference was obtained in all shoulder IR and ER isokinetic strength, work and power data after SMR. As a result, a significant increase in shoulder IR and ER isokinetic strength and spiked ball speed was determined with SMR applied to the infraspinatus muscle after warm-up in female volleyball players. This study revealed the potential effects of SMR that could increase the performance of athletes.

Science Code : 1301
Key Words : Volleyball, Myofascial release, Shoulder rotation strength,
Isokinetic strength, Spike, Ball speed
Page Number : 91
Supervisor : Assoc. Prof. Elif CENGİZEL

TEŞEKKÜR

Sevgili ve değerli danışmanım Doç. Dr. Elif Cengizel lisans döneminden başlayıp daha sonra tez yazım süreci boyunca sağladığınız rehberlik ve destek için size en içten teşekkürlerimi iletmek istiyorum. Sizin yol göstericiliğiniz ve benim bu yolda yürüyebileceğime olan inancınız olmadan, bu tezi başarıyla tamamlamak bu kadar hızlı ve keyifli olmayabilirdi. Önerileriniz ve rehberliğiniz benim için gerçekten çok değerliydi. En büyük destekçim sevgili eşim Prof. Dr. Mehmet Özal, bu yolculukta bana sonsuz destek sağlayan ve her zaman yanımda olan senin gibi bir eşe sahip olduğum için çok şanslıyım. Sabrın, anlayışın ve sevgin benim için çok değerli. Bu süreçte manevi olarak beni desteklediğin ve bilgi, birikimlerinle bana yol gösterdiğin için sana ne kadar teşekkür etsem az kalır. Tez ölçümleri süresince laboratuvarda beni hiç yalnız bırakmayan bildiklerini benimle paylaşan ve öğreten kıymetli akademisyen arkadaşım Sayın Arş. Gör. Sinan Kara'ya da sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Benim için çok kıymetli olan sevgili ailem ve ailem diyebildiğim arkadaşlarım, sizlerin bana verdiğiniz moral ve cesaret sayesinde bu tezi yazabilmek benim için daha da kolay hale geldi. Bu süreçte birlikte olmak gerçekten keyifliydi, destekleriniz için sonsuz teşekkürler. Son olarak kıymetlilerim, canım oğullarım Furkan, İbrahim ve Salih, sizlerin neşesi ve sevgisi benim için her zaman en büyük motivasyon kaynağı oldu. Sizlerin desteği olmadan bu süreci tamamlamak çok daha zor olurdu. Sizin varlığınız benim için her şeyden önemli. Bu süreçte sizi ihmal ettiğim her dakika için bana sabır ve anlayış gösterdiğiniz için hepinize çok ama çok teşekkür ederim. Ayrıca çalışmamda bana destek veren tüm yoğunluklarına rağmen testlere vakit ayıran tüm voleybolcu arkadaşlarım ve onları yönlendiren antrenörlerine de tek tek teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Voleybol ve Oyun Yapısı.....	7
2.2. Mekanik.....	9
2.3. Biyomekanik	10
2.4. Kinematik.....	11
2.5. Hareket Analizi	12
2.6. Voleybolda Kinematik ve İlgili Araştırmalar	14
2.7. Omuz Eklemi	15
2.7.1. Kemik yapılar.....	16
2.7.2. Eklemler	18
2.7.3. Ligamentler	19
2.7.4. Bursalar	20
2.7.5. Eklem kapsülü.....	20
2.8. Omuz Kasları ve Fonksiyonları	21
2.9. Fasya	24

	Sayfa
2.9.1. Yüzeysel fasya	26
2.9.2. Derin fasya	27
2.9.3. Meningeal fasya	28
2.9.4. Visseral fasya	28
2.10. Smaç	29
2.11. Smaç Kinesyolojisi.....	31
2.12. Isınma	35
2.12.1. Isınma çeşitleri	37
2.12.2. Germe egzersizleri	38
2.13. Miyofasyal Gevşeme (MFG)	40
2.14. Kendi Kendine MFG (SMR).....	41
2.15. Kas Kasılma Mekanizması ve Kas Kasılması Tipleri.....	44
2.15.1. İzokinetik kasılma	45
2.15.2. İzometrik kasılma.....	46
2.15.3. İzotonik kasılma	46
2.16. İzokinetik Kuvvet.....	47
2.16.1. İzokinetik kuvvet ölçüm yöntemleri	48
2.16.2. Omuz IR ve ER izokinetik kuvveti	50
2.16.3. Voleybolda izokinetik kuvvet ve ilgili araştırmalar.....	50
3. YÖNTEM.....	55
3.1. Araştırma Gurubu.....	55
3.2. Araştırma Dizayını	56
3.3. Veri Toplama Araçları	56
3.3.1. Boy uzunluğu ölçümü	56
3.3.2. Vücut kütlesi ve vücut yağ yüzde ölçümleri	57
3.3.3. SMR	58

	Sayfa
3.3.4. İzokinetik ölçüm (omuz IR ve ER)	60
3.3.5. Smaç topu hızı.....	61
3.4. Verilerin Analizi.....	62
4. BULGULAR	63
5. TARTIŞMA.....	67
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	75
KAYNAKLAR	77
EKLER.....	87
EK 1- Etik Kurul Belgesi	88
EK 2- Gönüllü Olur Formu Örneği	90
ÖZGEÇMİŞ	91

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Katılımcıların karakteristik özellikleri.....	63
Çizelge 4.2. Kadın voleybol oyuncularının referans protokolü ve infraspinatus kasına uygulanan SMR sonrası smaç top hızı.....	63
Çizelge 4.3. Kadın voleybol oyuncularının referans protokolü ve infraspinatus kasına uygulanan SMR sonrası dominant omuz IR ve ER izokinetik kuvvet verileri	64
Çizelge 4.4. Kadın voleybol oyuncularının referans protokolü ve infraspinatus kasına uygulanan SMR sonrası dominant omuz IR ve ER izokinetik kuvvet iş ve güç verileri.....	65

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Araştırma dizaynı akış şeması	56
Şekil 4.1. Kadın voleybol oyuncularının referans protokolü ve infraspinatus kasına uygulanan SMR sonrası ortalama ve maksimum smaç top hızı	64
Şekil 4.2. Kadın voleybol oyuncularının referans protokolü ve infraspinatus kasına uygulanan SMR sonrası dominant omuz mutlak ve rölatif IR ve ER izokinetik kuvvet ile ZT IR ve ZT ER açısı.....	65

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Omuz kompleks kemikleri.....	16
Resim 2.2. Omuz eklemleri	18
Resim 2.3. Omuz eklemi ligamentleri	20
Resim 2.4. Omuz kasları	21
Resim 2.5. Rotator cuff kaslarını gösteren omzun arka görünümü	23
Resim 2.6. Glenohumeral eklem düzlemlere göre hareketleri.....	24
Resim 2.7. Derin fasyanın katmanları.....	28
Resim 2.8. Geleneksel smaç tekniği	30
Resim 3.1. Boy uzunluğu ölçümleri	58
Resim 3.2. VK ve VYY ölçümleri.....	58
Resim 3.3. SMR lakros topu ile infraspinatus kası bölgesi üzerinde vücudun 2x30 sn mediolatearal hareketi.....	59
Resim 3.4. SMR lakros topu ile infraspinatus kası bölgesi üzerine sabit 2x30 sn omuz fleksiyon ve ekstensiyon hareketi.....	59
Resim 3.5. Lakros topu	60
Resim 3.6. Omuz IR ve ER izokinetik kuvvet ölçümleri	60
Resim 3.7. Voleybol top atma cihazı	61
Resim 3.8. Radar tabanca.....	62
Resim 3.9. Smaç top hızı ölçümleri	62

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

°	Derece
kg	Kilogram
km/s	Kilometre/saat
N	Newton
Sn	Saniye

Kısaltmalar

Açıklamalar

ER	Eksternal rotasyon
İR	İnternal rotasyon
MFG	Miyofasyal gevşeme
PNF	Proprioseptif nöromusküler fasilitasyon
SMR	Kendi kendine miyofasyal gevşeme
VK	Vücut kütlesi
VYY	Vücut yağ yüzdesi

1. GİRİŞ

Voleybol, dünya genelinde katılım oranı bakımından en yüksek olan sporlardan biridir (Reeser, Verhagen, Briner, Askeland ve Bahr, 2006). Son yıllarda voleybol, dünyanın en popüler katılımcı sporlarından biri haline gelmiştir (Schutz, 1999). Popülerlik açısından futboldan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Voleybolun en ilgi çekici yönlerinden biri, gençlerden yaşlılara, kadınlardan erkeklere, engellilerden engelsizlere kadar herkesin kapalı ve açık alanlarda oynayabilmesidir (Reeser ve diğerleri, 2006). Voleybol oyun yapısı ve oyuncularının sürekli teknik ve taktik evrimihem sporcuların performansını optimize etmek için yeni stratejilerin keşfedilmesine hem de oyunun genel rekabetçiliğinin artmasına katkıda bulunur. Modern voleybolun hızlı gelişimi, bilim ve teknolojiadaki hızlı ekonomik ilerlemelerle bağlantılı olarak, voleybolun giderek daha modern bir form kazanmasına neden olmaktadır (Li, 2016).

Voleybol, oyuncuların sürekli değişen oyun durumları sırasında çeşitli döngüsel olmayan hareketler yapmasını gerektiren, açık motor alışkanlıkları olan (Mroczek, Januszkiewicz, Kawczynski, Borysiuk ve Chmura, 2014) ve aynı zamanda oyuncularının iyi gelişmiş aerobik ve anaerobik kapasiteye sahip olmalarını gerektiren bir takım sporudur (Formenti, Trecroci, Duca, Vanoni, Ciovati, Rossi ve Alberti, 2020).

Voleybolda smaç hücum organizasyonlarını sonlandırmada sık kullanılan bir yöntemdir. Bir sezon boyunca, elit bir voleybolcunun genellikle 40.000 veya daha fazla smaç vurduğu söylenmektedir. Smaç hızı, voleybol antrenmanlarının ve rekabetin temel faktörlerindendir (Yıldırım, Beycan ve Beyzadeoğlu, 2021). Voleybolda oyun analizi sonuçlarına göre, smaç en etkili sayı kazandıran teknik elementtir (Öz, Göktepe, Karabörk, Yıldırım ve Korkusuz, 2009). Özellikle smaçör ile orta oyunculara ait atak becerileri skoru doğrudan etkiler. Bu nedenle, smaç vuruş tekniği, takımların sayı kazanabilmesini sağlayan en önemli hücum becerisi olarak öne çıkmaktadır (Aka ve Altundağ, 2020). Yaklaşma koşusu ve ardından dikey sıçrama ile başlayan voleybolda smacın hedeflerinden biri de topa mümkün olan en yüksek hızda vurmaktır (Forthomme, Croisier, Ciccarone, Crielaard ve Cloes, 2005).

Voleybolda smaç hızını etkileyen faktörler arasında en belirgin olanlarından birisi de dominant omuzun internal rotasyonda üretebildiği maksimal izokinetik torktur (Forthomme ve diğerleri, 2005). Çeşitli izokinetik dinamometreler kullanılarak yapılan tork ve açısal hız

ölçümlerinin hem mekanik olarak güvenilir hem de geçerli olduğu bilinmektedir (Drouin, Valovich-McLeod, Shultz, Gansneder ve Perrin, 2004).

Kadın voleybolculara yönelik yüksek performans antrenman programlarının geliştirilmesi, voleybol antrenörlerinin, kuvvet ve kondisyon antrenörlerinin ve voleybolcuyla çalışan diğer profesyonellerin (örneğin atletik antrenörler, fizyoterapistler ve doktorlar) çeşitli spor dallarından deneysel ve pratik bilgileri kullanmasını gerektirir (Lidor ve Ziv, 2010).

Beyzbol, cirit atma, tenis ve yüzme gibi diğer sporlar gibi voleybol da tekrarlanan kuvvetli kol hareketlerini içerdiği için yüksek oranda omuz yaralanmasına neden olabilir. Bu sporlardaki balistik hareketler, omuz rotator kuvvetine büyük miktarda eksantrik yük bindirir. Bu da kasları yaralanmaya yatkın hale getirebilir (Wang, Macfarlane ve Cochrane, 2000).

Normal kas uzunluğunun korunması, kas sertliğini, kas-iskelet sistemi yaralanmalarını önlemek ve fiziksel performansı artırmak için germe (strecthing) gerektirir. Performansı artırmak ve yaralanmayı azaltmak için germe önerilir. Germenin faydaları arasında hareket aralığının arttırılması, kas ve duruş dengesizliklerinin önlenmesi ve sporcu performansının arttırılması yer alır (Sandhya, 2015). Yaralanmaların önlenmesi ve rehabilitasyondaki önemine ek olarak, spordaki ilgili kas gruplarının kuvvet niteliklerinin anlaşılması, performansın tahmin edilmesi ve arttırılması açısından da önemlidir (Hadzic, Dervisevic ve Veselko, 2011).

Fasya insan vücudundaki her sinir, kan damarı ve kas lifini çevreleyen aynı zamanda destek ve stabilite sağlamaya yardımcı olan bir bağ dokusudur. Vücutta kemikleri, kasları ve organları geniş ağlar halinde birbirine bağlar (Chacko, 2020; Williams ve Selkow, 2020).

Miyofasyal gevşetme (MFG) tedavisi, fasyal doku katmanlarının arasında görülen kısıtlayıcı engellerin veya fibröz yapışıklıkların azaltılmasına yardımcı olmak için geliştirilen bir manuel terapi tekniğidir (Bacurau, Monteiro, Ugrinowitsch, Tricoli, Cabral ve Aoki, 2009).

Masaj, hücre, sistem ve vücuttaki nöromusküler ve bağ dokusu değişikliklerini de içeren sağlık ve performansa yönelik sözde faydalar için binlerce yıldır kullanılmaktadır. Kendi kendine miyofasyal gevşeme (SMR), son zamanlarda sporcular ve antrenörler arasında

popüler hale gelen, köpük rulo, oklava tarzı masaj aleti veya lakros topu gibi bir alet kullanılarak ve en yaygın haliyle birey tarafından gerçekleştirilen bir masaj şeklidir. SMR'nin yumuşak doku üzerinde geleneksel masaj uygulamalarındakine benzer çeşitli etkileri olduğuna inanılmaktadır. Genel olarak SMR'nin atletik performansa zarar vermeden kısa vadeli esnekliği arttırdığını öne sürmek mantıklıdır. SMR'nin etkilerinin değerlendirilmesinde popülasyondaki çeşitlilik, atletik deneyim ve SMR aşinalığı da dikkate alınmıştır (Richman, Tyo ve Nicks, 2018).

Voleybolda MFG ve SMR ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında; çoğunlukla alt ekstremitede üzerine yapılmış çalışmalara rastlanmaktadır. Bunlar arasında sürat ve çeviklik (Akçay, Kaplan, Tanrıöver, Pençek, Akgül ve Akgül, 2023, Richman ve diğerleri, 2018), dikey sıçrama (Ergin ve Adnan, 2020; Popelka ve Pivovarnicek, 2022; Richman ve diğerleri, 2018, Sali Ali, 2019), eklem hareket açıklığı (Richman ve diğerleri, 2018), germe (Sandhya, 2015) ve esneklik (Popelka ve Pivovarnicek, 2022) ile yapılan çalışmalar yer alır. Üst ekstremitde omuz esnekliği üzerinde ise tek bir çalışma yapılmış olduğu görülmüştür (Chepeha, Magee, Bouliane, Sheps ve Beaupre, 2018).

Literatürde üst ekstremitde ile ilgili çalışmalar oldukça azdır. Bunun yanında SMR'nin omuz kas kuvveti ve smaç topu hızına etkisinin incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın birincil amacı SMR'nin izokinetik omuz rotator kas kuvvetine akut etkisini incelemektir. İkincil amacı ise SMR'nin smaç topu hızına akut etkisinin olup olmadığının belirlenmesidir.

Problem durumu

Bu çalışmada kadın voleybolcularda SMR'nin omuz IR ve ER rotasyon izokinetik kuvvete ve smaç top hızına akut etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Literatür incelendiğinde bu konuda araştırma yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Araştırmanın amacı

Bu çalışmanın amacı kadın voleybolcularda SMR'nin omuz IR ve ER rotasyon izokinetik kuvvete ve smaç top hızına akut etkisinin belirlenmesidir.

Araştırmanın problem cümlesi

Kadın voleybolcularda SMR omuz IR ve ER izokinetik kuvvete ve smaç top hızına akut etkisi var mıdır?

Araştırmanın alt problem cümleleri

1. Infraspinatus kasına SMR uygulamasının omuz IR ve ER izokinetik kuvvete akut etkisi var mıdır?
2. Infraspinatus kasına SMR uygulamasının smaç top hızına akut etkisi var mıdır?

Araştırmanın hipotezi

Kadın voleybolcularda uygulanan SMR'nin, omuz IR ve ER izokinetik kuvvete ve smaç top hızına akut etkisi vardır.

Araştırmanın Önemi

Elde edilen sonuçlar, SMR tekniğini ısınma rutinlerine dahil etmeyi düşünen ve bu yöntemi kullanmakta olan voleybolcular için önem arz etmektedir. Bu çalışmayla ısınmada kullanılan SMR yönteminin fizyolojik etkileriyle ilgili nicel verilere ulaşılması sağlanmıştır. Bununla birlikte literatür taramasında, voleybolcularda üst ekstremiteye yönelik SMR' nin performans üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Varsayımlar

1. Araştırmaya katılan sporcuların maksimum performans gösterdikleri,
2. Araştırmaya katılan sporcuların maksimum ısınma yaptıkları,
3. Araştırmaya katılan sporcuların lakros topuna aynı derecede bası uyguladıkları varsayılmıştır.
4. Araştırmaya katılan sporcuların test aralarındaki günlerde herhangi farklı bir miyofasyal gevşeme tekniği uygulamadıkları varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

1. Bu çalışmaya sadece Türkiye Voleybol 1. ve 2. Liginden 18-22 yaş arası lisanslı mücadele eden smaçör, orta oyuncu ya da pasör çaprazı mevkiinde oynayan sporcular katılmıştır.

Tanımlar

Voleybol: Voleybol iki takım arasında bir sahada oynanmaktadır. Standart saha ölçüleri (9mx18m), filenin yerden yüksekliği kadınlarda 2.24 metre, erkeklerde ise 2.43 metre olup saha file ile ikiye bölünmüştür. Sahanın her iki tarafında da 6'şar oyuncu yer alırken, her biri mevkilere göre konumlanmaktadır (FIVB, 2020). Voleybol sporunda oyuncular mevkilerine göre smaçör, orta oyuncu, pasör, pasör çaprazı ve libero oyuncular olarak adlandırılmaktadır (Uluöz, 2011). Voleybol branşına özgü bazı teknikler ise, servis, manşet pas, parmak pas, hücum, blok, defans ve plonjon hareketleridir (FIVB, 2020).

Oyunun kuralları oldukça basittir. Oyuncu topu kendi sahasında yerden yüksekte tutmalı ve topu file üzerinden rakip takımın sahasına geri göndermelidir. Topun saha içi veya dışında yere teması halinde bir sayı alınacaktır (Reynaud, 2011). Bu esnada blok teması hariç en fazla maksimum üç defa topa dokunma hakları bulunmaktadır (FIVB, 2020). Bunu başaran takım bir sayı alırken, oyunun sonunda en çok sayı toplayan takım seti, 3 seti kazanan takım ise maçı kazanır (Reynaud, 2011).

Smaç: Voleybolda smaç, müsabakada hücumu sonlandırmak için en sık başvurulan yöntemdir (Kugler, Krüger-Franke, Reininger Trouillier ve Rosemeyer, 1996). Smaç, hücum oyununda maçlardaki başarı ile bağlantısı yüksek olan en etkili hücum oyunudur (Fuchs, Fusco, Bell, von Duvillard, Cortis ve Wagner, 2019).

Fasya: Fasya, baştan ayağa kadar üç boyutlu bir ağ halinde vücuda yayılır ve sert bağ dokusu olarak tanımlanmaktadır. Fasya vücudun her yerinde bulunur. Fasya her kası, siniri, kemiği, kan damarını ve organı hücresel seviyeye kadar çevrelemektedir (Barnes, 1997).

SMR: SMR tedavisi Barnes tarafından fasyal doku katmanları arasında görülen kısıtlayıcı engellerin ve/veya fibröz yapışıklıkların azaltılmasına yardımcı olmak için geliştirilen bir

manuel terapi tekniğidir (Martínez-Aranda, Sanz-Matesanz, García-Mantilla ve González-Fernández, 2024).

İzokinetik kuvvet: İzokinetik kuvvet belirli bir hızda oluşan kasılma anında geliştirilebilen en yüksek tork değeri (döndürme momenti) olarak tanımlanmaktadır (Şahin, 2010).

2. GENEL BİLGİLER

Voleybol günümüzde dünyanın en popüler katılımcı sporlarından biridir. Voleybol oyunu içinde birçok dinamik beceri ve hareket barındırır (Schutz, 1999). Oyun yapısı ve oyuncuların sürekli değişen teknik ve taktik stratejileri sportif performansın geliştirilmesi ve rekabetin artmasına yönelik katkıda bulunur (Li, 2016).

2.1. Voleybol ve Oyun Yapısı

Çoğu insan hayatının bir döneminde mutlaka voleybol ile tanışmıştır. Son derece eğlenceli olan bu oyun çoğu zaman aile veya arkadaşlarla arka bahçede, gidilen bir piknikte veya deniz kenarında kumsalda oynanabilen basit kuralları olan bir aktivite olmasının yanında, spor organizasyonları dâhilinde takımlar oluşturularak karşılıklı rekabet içinde oynanan popüler bir spordur. Voleybol 'un ilk icadı 1895 yılında Massachusetts, Holyoke'deki YMCA'a dayanmaktadır. Günden güne gelişen bu spor son yıllarda dünyanın en popüler sporları arasında gösterilmektedir (Reynaud, 2011).

Voleybol, takım sporları arasında Olimpiyat oyunlarında iki farklı disiplinde temsil edilmesi bakımından benzersizdir. Hem kapalı hem açık sahada oynanan voleybolun, salon içi versiyonunda 6 kişilik takımlar mücadele eder (Reeser ve diğerleri, 2006).

Voleybol iki takım arasında bir sahada oynanmaktadır. Standart saha ölçüleri (9mx18m), filenin yerden yüksekliği kadınlarda 2.24m, erkeklerde ise 2.43m olup saha file ile ikiye bölünmüştür. Sahanın her iki tarafında da 6'şar oyuncu yer alırken, her biri mevkilere göre konumlanmaktadır (FIVB, 2020). Voleybol sporunda sporcular oyun mevkilerine göre smaçör, pasör, pasör çaprazı, orta oyuncu ve libero olarak adlandırılmaktadır. Oyuncular oyun akışı içerisinde mevkilerine göre ortaklaşa ya da bireysel görevler de yüklenebilirler. Bu görevlerin başarıyla yerine getirilebilmesi için teknik taktik becerinin yanı sıra fiziksel özellikler de önem taşımaktadır (Uluöz, 2011). Voleybol branşına özgü bazı teknikler servis, manşet pas, parmak pas, hücum, blok, defans ve plonjon hareketleri sıralanabilir (FIVB, 2020).

Oyunun kuralları oldukça basittir. Oyuncu topu kendi sahasında yerden yüksekte tutmalı ve topu file üzerinden rakip takımın sahasına geri göndermelidir. Topun saha içi veya dışında

yere teması halinde bir sayı alınacaktır (Reynaud, 2011). Bu esnada blok teması hariç en fazla maksimum üç defa topa dokunma hakları bulunmaktadır (FIVB, 2020). Bunu başaran takım bir sayı alırken, oyunun sonunda en çok sayı toplayan takım seti, 3 seti kazanan takım ise maçı kazanır (Reynaud, 2011). Saha içinde her takımın hücum hattı merkezden 3m uzaktadır. Arka hatta yer alan oyuncular, file yüksekliğinin üzerindeki bir topa temas etmek için sıçrarken hücum çizgisinin gerisinde kalmalıdır. Bir oyuncu dip çizgi boyunca servisi herhangi bir yerden kullanmak suretiyle oyunu başlatırken, servis sırasında ve ralli boyunca oyuncular daima file üzerinden ve antenlerin arasından topu geçirmelidir (Papageorgiou ve Spitzley, 2002).

Voleybol üst düzey bir takım sporudur. Oyuncular, oyun esnasında mümkün olduğunca oyunu hızlı okumalı, ani tepkilere hazır olmalı, hızlı ve koordineli hareket etmelidirler (Reynaud, 2011). Voleybolda oyun içerisinde en önemli kural bir takımın topu sayı pozisyonuna getirmek için en fazla 3 dokunuş yapabilmesidir. Oyuncuların hücum sonrası hemen savunmaya geçişlerin çok hızlı gerçekleşmesi gerekirken, oyunun her aşamasının yaklaşık 8-12 saniye kadar sürmesi de bunu göstermektedir (Dearing, 2018). Oyun anında top karşı takımda olduğu zaman amaç sadece başarılı savunma yapmak değil, aynı zamanda topu ele geçirir geçirmez atak başlatmak için hazır beklemek olmalıdır. Voleybol maçlarının yapısı gereği bir maç birkaç saat kadar sürebilirken, futbol gibi diğer takım sporlarından farklı olarak sınırlı bir zaman diliminde tamamlanmaz. Oyun 3 setten 5 sete kadar oynanabilirken, eşitlik bozulana kadar oyun uzayabilir. Bu voleybol oyunun asla berabere kalamayacağı anlamına gelir (Dearing, 2018).

Bir voleybol takımının genel performansını birçok faktör etkilerken; sayı kazanılması veya kaybedilmesine yol açan belirleyici faktör oyuncunun temel becerileri olarak kabul edilir (Drikos, Kountouris, Laios ve Laios, 2009). Manşet pas, parmak pas, bireysel savunma teknikleri (yana, öne, geriye yapılan plonjonlar), smaç, servis ve blok olarak altı temel beceriden oluşan voleybol becerilerini hücum ve savunma becerileri olarak ikiye ayırmışlardır (Arslan, 2016). Hücum becerilerini; servis atma, hücum ve pas verme olarak, savunma becerilerini ise blok, defans ve servis karşılama olarak belirtmişlerdir. Ayrıca bir takımın beş farklı şekilde sayı kazanabileceğini belirterek, bunların servis, servis hatası, blok, hücum sayısı veya rakip hatalardan olabileceğini belirtmişlerdir. (Häyrinen, Hoivala ve Blomqvist, 2004).

Başka bir deyişle voleybolu kısa süreli yüklenme ve dinlenme bölümlerinin olduğu ardarda anaerobik ve aerobik yüklenmelerin olduğu interval bir spor dalı olarak sınıflandırmışlardır. Bu sebeple yüksek kas kuvveti ve yetenek gerektirdiği ifade edilmektedir (Arslan, 2016). Sahadaki bir oyuncu, belirli hedeflere ulaşmayı amaçlarken bu esnada sinir ve kas sistemini yoğun bir şekilde kullanır. Toplu ve/veya topsuz hareketleri içeren bir dizi farklı motor aktiviteleri gerçekleştirir. Oyuncuların pas verme, servis atma veya smaç vurma esnasında topla temas zamanı saniyenin çok küçük bir kısmında olmak zorundadır. Saha içindeki oyuncu hareketlerinin büyük çoğunluğu ise topsuz olarak gerçekleştirmektedir (Mroczek ve diğerleri, 2014). Art arda tekrarlanabilen maksimum eforlar sarf edilirken, kısıtlı toparlanma süreleri ile bu beceriler gerçekleştirilmelidir. Saha içinde her oyuncu için çeşitli pozisyonlar vardır. Bu pozisyonların özel rolü ve içeriği düşünüldüğünde oyuncular spesifik görevler üstlenirler. Bu bağlamda farklı pozisyonlarda görev yapan oyuncular arasında farklı fizyolojik özelliklere ihtiyaç duyulması gerekir. Ancak bunun iyi anlaşılmadığı belirtilmektedir (Sheppard, Gabbett ve Stanganelli, 2009).

Genel olarak voleybol kısa süreli yüklenme ve dinlenmenin dönüşümlü olarak yer aldığı interval (aralıklı) bir spor disiplindir. Fizyolojik çalışmalar genellikle oynanan oyunun doğası gereği aerobik özellikler ile anaerobik bileşenlerin oyuncularda bütünleştiğini göstermekte (Smith, Roberts ve Watson, 1992), bu bağlamda bir voleybol maçı esnasında tekrar tekrar yapılan sprintler, sıçramalar ve ani hamleler sebebiyle nöromusküler sistem üzerinde önemli talepler olduğu kabul edilmektedir. Bu doğrultuda oyuncuların temel aerobik kapasitelerinin yanında hız (sürat), yön değiştirme hızları ile alt ve üst vücut güçlerini geliştirmeleri önemlidir (Formenti ve diğerleri, 2020).

2.2. Mekanik

Mekanik bir yapıyı şeklini değiştiren veya hareket ettiren kuvvetlerin etkilerini inceleyen bilim dalıdır. Mekanik kavramı dinamik ve statik olarak ikiye ayrılmaktadır. Statik kavramı, cisimleri etkileyen kuvvetlerin toplamı ve momentlerin toplamının sıfıra eşit olduğu duruma verilen addır. Statik çalışmalar da tekrar edilen sonuçlar alınamaz. Dinamik çalışmalarda ise durum daha farklıdır. Cisimlerin üzerindeki tekrarlayan kuvvetlerin etkisi incelenebilmektedir (Kilimci ve Kara, 2013).

Kuvvet mekanikte kullanılan temel bir kavramdır. Kuvvet uygulama noktası ve yönü olan ölçülebilir vektördür, “F” ile gösterilir ve birimi ise “Newton (N)” dur. Bir cisme uygulanan kuvvet o cismi hareket ettirmek veya şeklini değiştirmek suretiyle etki eder (Kilimci ve Kara, 2013).

Kinetik ise, vücuda etki eden kuvvetler ve bu kuvvetlerin hareketi nasıl etkilediği arasındaki ilişkinin incelenmesine denilmektedir (Tozkoparan ve Karaduman, 2022).

2.3. Biyomekanik

1970’lerin başlarından itibaren canlı yapılarıdaki hareketlerin incelenmeye başlanmasıyla birlikte biyomekanik bir bilim dalı olarak kabul edilmeye başlanmıştır (Kıyak ve Ercan, 2023). Biyomekanik mekanik prensipleri kullanarak biyolojik varlıkların hareketlerini açıklamaya ve değerlendirmeye çalışan bir bilim dalı olarak tanımlanır. Başka bir ifadeyle fiziksel hareketlerin sayısal verilere dönüştürülmesi ve incelenmesini gerçekleştiren disipline biyomekanik adı verilir (Dönmez, Ak, Ödek, Özberk ve Korkusuz, 2014).

Biyomekanik, ilgi alanına göre farklı amaçlarla kullanılmakta ve insan hareketi ile ilgilenen farklı bilim dallarının ilgi alanına da girmektedir (Caniberk, Sesli ve Çetin, 2017). Bu açıdan biyomekanik tüm bağlantılı disiplinler tarafından özellikle hareket analizleri bağlamında her geçen gün daha fazla kullanılmaktadır (Kıyak ve Ercan, 2023, Dönmez ve diğerleri, 2014).

Biyomekanik ve hareket analizi terimleri ana unsurlarının hareket olması nedeniyle sıklıkla aynı anlamda kullanılır (Dönmez ve diğerleri, 2014). Geçmişten günümüze sürekli olarak geliştirilen ve geliştirilmeye devam eden hareket analizi, son yıllarda klinisyenler tarafından özellikle kas-iskelet sistemi yaralanmaları üzerinde farklı hareketlerle dokuların üzerine binen yükleri ve bu etkiye karşı dokunun verdiği tepkiyi belirleyebilmek amacıyla sıklıkla bu sistemlerden elde edilen veriler kullanılır (Kıyak ve Ercan, 2023). Bu sistemlerin kullanılmasıyla spor sakatlıklarını önlemek ve rehabilitasyonunu sağlamak amaçlanır (Caniberk ve diğerleri, 2017). Bu açıdan bakıldığında biyomekanik spor hekimliği alanında her geçen gün önemi artan bir inceleme yöntemi olmuştur. Bu sistemler spor yaralanmalarının önlenmesinin yanında özellikle sporcu performansının ya da tekniğinin iyileştirilmesi açısından da etkin bir yol olarak tercih edilir (Caniberk ve diğerleri, 2017; Kıyak ve Ercan, 2023). Bu bağlamda biyomekanik analizlerle en uygun hareket ve yük

analizi için oluşturulan modellerle performans üzerinde büyük bir etki oluşturulabilir. Bu analizlerle vücudu hareket ettirmenin ve/veya beceriyi gerçekleştirmenin en güvenli veya en etkili yolu belirlenirken, farklı bir çevrenin vücudun nasıl hareket ettiği veya tepki verdiği üzerindeki etkisi ortaya konulabilir (Tozkoparan ve Karaduman, 2022). Ayrıca biyomekanik, insan hareketinin mekanik şartlarını araştırmakta, özellikle spora özgü hareketin özellikleri ve hareket esnasında vücutta oluşan değişimleri ölçmektedir. Biyomekanik analizlerde yürüme, sıçrama, atma ve atlama gibi aktivitelerde hareketleri tanımlamak için kullanılan terimler ve yöntemler hareket analizinde önemli yer tutar (Caniberk ve diğerleri, 2017).

Spor bilimlerinin daha geniş alanındaki temel disiplinlerinden biri olarak da ifade edilen spor biyomekaniği (Tozkoparan ve Karaduman, 2022), vücudun harekette hangi yolları izlediğini en karmaşık durumlarda dahi inceleyen bir bilim dalıdır (Caniberk ve diğerleri, 2017). Spor biyomekaniğinin öncelikli amacı, yarışmalarda yaralanma riskini azaltmaya ve spor performansını artırmaya yönelik spordaki temel hareketlerin detaylı analizinin yapılması olarak söylenebilir (Tozkoparan ve Karaduman, 2022). Araştırmacılar performansın fiziksel yönlerini incelemek, kinetik ve fiziksel performans arasındaki ilişkiyi anlamaya çalışmak üzere spor biyomekaniği analizlerini kullanırlarken, son dönemlerde yapılan araştırmalarda spor biyomekaniğinin geleneksel olarak kinetik ve kinematik çalışmalara bölündüğü görülmektedir (Tozkoparan ve Karaduman, 2022).

2.4. Kinematik

Kinematik yer değiştirme, ivme ve hız gibi değişkenler içeren nesnelerin hareketinin geometrisi olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle kinetik, harekete neden olan kuvvetleri (sürtünme, yerçekimi vb.) incelerken kinematik hareketin kendisini (ivme, hız vb.) inceler. Sporunun performanslarını analiz edebilmek yapılan antrenmanın bir sonucunda sporcuların performans gelişmeleri, teknik uzmanlığı veya fiziksel kondisyon derecesini değerlendirmeyi amaçlar (Tozkoparan ve Karaduman, 2022). Kinematik değişkenlerin gözlemlenebilmesi hareketlerin takibine dayanır. Çeşitli ölçüm araçları ile yapılan hareket analizleri sonunda cisimlerin uzaklığı, hızı ve yüksekliği gibi bilgiler sağlanmış olur. Ayrıca cisimlerin pozisyonları, vektörel hızları ve ivmeleri de kinematik ölçümler ile belirlenir. Kinematik ölçümler için en çok kullanılan yöntemler arasında yüksek hızlı görüntü yakalama sistemleri vardır. Teknolojik gelişimler sayesinde farklı sensörler

yardımla hareketi takip etmek artık kolay hale gelmiştir. İvmeölçerler, jiroskoplar ve manyetometrelerden oluşan sistemler sayesinde görüntüye ihtiyaç duymadan kinematik ölçümler yapılabilmektedir (Dönmez ve diğerleri, 2014).

Doğrusal kinematik; doğrusal yönde yapılan hareketleri inceler. Bir kişi veya nesnelerin örneğin; top, raket, vb. cisimlerin hız yön ve/ veya kat ettiği mesafe açısından inceler (Cengizel, 2019).

Açısal kinematik; insan vücudunda meydana gelen hareketlerin incelenmesi açısından sıklıkla başvurulmaktadır. Bilim insanları kinetik parametrelerin hesaplanması ve değişkenlerin belirlenmesi için kinematik verilere ihtiyaç duymaktadır (Cengizel, 2019). Bu yöntemle yapılan değerlendirmeler ve elde edilen sonuçlar, sporcuların hareket analizlerinin yapılmasında, sporcuların ve antrenörlerin kendilerini geliştirmek ve yeni tekniklerin ortaya çıkabilmesine yardımcı olmaktadır (Öz ve diğerleri, 2009).

2.5. Hareket Analizi

Farklı spor disiplinlerinde sporcular, vücutlarının çeşitli kemik, eklem ve kas sistemlerini kullanarak branşa özgü hareketler yaparlar. İnsanlar veya daha spesifik olarak sporcular, hareketleri bilinçli olarak öğrenir ve zamanla otomatikleşir. Ancak, bir takımda veya sporcu grubunda tüm sporcular aynı hareketi yaparken sadece bir sporcu başarılı kabul edilir. Bu başarı, sporcunun hareketlerinin doğruluğuyla ilişkilidir. Sporcu başarısı, sporcunun doğal yeteneklerinden veya doğru hareketi öğrenmesinden kaynaklanabilir. Her iki durumda da hareketin doğru yapıldığı gerçeği değişmez (Caniberk ve diğerleri, 2017).

Hareket analizinin temelde iki amacı vardır. Bunlardan ilki normal hareket paternlerini insanlar arası farklı varyasyonlardan bağımsız olarak nicel verilerle ifade etmek, ikincisi ise anormal hareket paternlerini nedenleri veya işlevsel uyumları ile ilişkilendirmektir. Bu amaçlar doğrultusunda kas-iskelet yaralanmalarının önlenmesi amacıyla biyomekanik risk faktörlerini önceden saptamak ve yaralanmaları önlemek, yaralanma sonrası ise rehabilitasyonun bilimsel zemin altında yararlılığını artırmak ve aynı zamanda sporcunun teknik gelişimi sonrası performansını da artırmak hareket analizinin yan amaçları olarak sayılabilmektedir (Kıyak ve Ercan, 2023).

Günlük hayatta veya spor etkinliklerinde yanlış veya eksik olarak otomatikleşen hareketlerin düzeltilmesi zor olabilir. Bir sporcunun başarılı olabilmesi için, branşının gerektirdiği hareketi doğru zamanda ve en doğru şekilde yapması gerekmektedir. Yanlış yönde otomatikleşen hareketler, kas ve eklem sakatlıklarına neden olabilir. Bu nedenle, spor etkinliklerinde doğru hareketin yapılabilmesi için, hareket sırasında öne çıkan eklem ve kas hareketlerinin belirlenmesi ve sporcuların bu yönde geliştirilmesi önemlidir. Sporcuların hareketlerinin doğruluğu ve başarıları arasında doğrudan bir ilişki vardır. Doğru hareketlerin yapılması, sporcuların performansını artırırken, yanlış hareketler sakatlanma riskini artırabilir (Caniberk ve diğerleri, 2017).

Hareket analizi temelde statik ve dinamik olarak iki ana başlık altında incelenmektedir veya hareket analizi yardımcı cihazların kullanımına bağlı olarak ekipmanlı ve ekipmansız hareket analizi olarak da sınıflandırılabilir (Kıyak ve Ercan, 2023).

Üst düzey sporcular tarafından uygulanan zorluk derecesi yüksek hareketlerin çoğu zaman anatomik ve fizyolojik sınırları zorladığının ifade edildiği bilinmektedir. Spor branşlarında sporcuların kullandığı bu hareketler, doğru uygulansa bile çoğu zaman sakatlanma riski taşır. Tam da bu noktada hareket analizi, spor ve sağlık alanları arasında bir köprü görevi yapmaktadır (Dönmez ve diğerleri, 2014). Spor eğitmenleri optimum performans ve teknik ararlar, bu sebeple de özel antrenman planları geliştirir ve farklı araçlar aracılığıyla sonuçları izlerler. Bu sistemler, uygun eklem ve segment kinematiğini hesaplamak için vücut segmentlerinin hareketini izlemeyi amaçlar. Daha fazla bilgi ise daha ileri işlemlerle ya cihazın kendisinden ya da karmaşık kas ve/veya iskelet modelleri aracılığıyla sağlanabilir (Tozkoparan ve Karaduman, 2022). Hem profesyonel hem de amatör düzeyde spor yapan bireylerde yapılan hareket analizleri, araştırmacılara hareket ve hareketi uygulayan hakkında birçok bilgi sağlar (Dönmez ve diğerleri, 2014).

Sporcuların hareketlerini analiz etmenin iki temel yolu bulunmaktadır. İlk yöntem, sporcuları antrenman veya yarışma sırasında kameralar kullanarak kaydetmek ve bu şekilde görsel geri bildirim sağlamaktır. Bu geri bildirim, görev tamamlandıktan hemen sonra veya özel yazılımlar aracılığıyla ilgi çekici vücut yer işaretlerinin (body landmarks) manuel olarak dijitalleştirilmesiyle tespit edilebilir. İkinci yöntem ise, hareket yakalama (motion capture) olarak da bilinen otomatik izleme hareket analiz sistemleridir. Bu sistemler, insan hareketini gerçek zamanlı olarak izlemeyi ve kaydetmeyi amaçlar, gecikmeli bir sayısallaştırma süreci

olmaksızın hareketi takip eder. Hareket yakalama, bir canlı hareket olayını performansın iki boyutlu (2D) veya üç boyutlu (3D) temsilini elde etmek için birleştirerek bunu matematiksel terimlere yazma işlemidir. Kısacası, canlı performansın dijital performansa dönüşümünü mümkün kılan teknolojidir. Hareket yakalama, teknik ve yarışma değerlendirmesi gibi çeşitli spor disiplinleri ve etkinliklerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. (Tozkoparan ve Karaduman, 2022).

2.6. Voleybolda Kinematik ve İlgili Araştırmalar

Fuchs ve diğerleri (2019) araştırmalarında ulusal ligde oynayan kadın elit voleybol takımı (n=15) oyuncularını (ortalama yaş: $19.9 \pm 3,5$ yıl) sıçrama yüksekliği ile top hızı arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamıştır. Tabor, Urbanik ve Mastalerz (2018) tarafından yapılan çalışmada ise (ortalama yaş: 18.3 ± 0.95 yıl) ortalama antrenman deneyimi 6.7 ± 1.14 yıl olan 16 erkek voleybolcunun voleybolda smaç vuruşunda topun yönü ve hızı arasındaki ilişkileri incelenmiştir. Farklı yönde uygulanan smaç vuruşlarında topun hızının belirlenmesi için vuruş denemeleri, 60 Hz frekansında ve deklanşörü 1/250 s'ye ayarlanmış iki dijital kamera (JVC GR-810) kullanılarak kaydedilmiştir.

Mitchinson, Campbell, Oldmeadow, Gibson ve Hopper (2013) tarafından yapılmış olan çalışmaya 24 elit erkek voleybol oyuncusu dahil edilmiştir ve omuz yaralanması öyküsü olan ve olmayan elit erkek voleybolcular arasındaki smaç kinematiki karşılaştırılmıştır.

Forthomme ve diğerleri (2005) tarafından ulusal ligde oynayan toplam 19 erkek voleybol oyuncusunun (yaş ortalamaları $26 \pm 5.42 \pm 3.04$ yıl) dominant omuz ve dirseğinin izokinetik değerlendirmesi yapılmıştır. Oyuncunun smaç testi sırasında top hızı performansı (radar tabancası), morfolojik özelliği ve sıçrama kapasitesi ölçülmüştür. Çalışmalarında izokinetik omuz rotasyon kuvveti, omuz rotasyonu açısı ve dikey sıçrama ile smaç hızı arasındaki ilişkiyi test etmişlerdir.

Yıldırım ve diğerleri (2021) tarafından yapılan bir çalışmada ise aynı spor kulübünde profesyonel voleybol oynayan 15-18 yaş aralığındaki (n=60) gönüllü adölesan voleybol oyuncularına düzenli core stabilizasyon egzersizleri yaptırılmak suretiyle smaç topu hızına etkilerini incelemişlerdir.

Seminati ve diğerkleri (2015) alışmalarında 11 erkek ve 10 kadın olmak üzere 21 sağlıklı 1. ve 2. Lig voleybol oyuncusunun smaç tekniklerinden geleneksel (TT) ve alternatif (AT) tekniklerin kinematiğini incelemişlerdir. alışmalarında omuz hareket açıklığı ve açısal hızları eklem limitleriyle karşılaştırmışlar, ayrıca top hızı ve sıçrama yüksekliğini de değerlendirmişlerdir.

Tilp, Wagner ve Muller (2008) 8 elit erkek voleybolcu üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında sırasıyla kapalı alanda ve kum yüzeyinde gerçekleştirilen voleybol ve plaj voleybolu smaç sıçraması arasındaki 3 boyutlu kinematik farkları belirlemeyi amaçlamışlardır.

Aka ve diğerkleri (2019) 34 kadın voleybolcunun gönüllü olarak dahil olduğu çalışmalarında oyuncuların izokinetik el bileği ve omuz kuvveti ile servis ve smaç hızı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir.

Agopyan ve diğerkleri (2018) aynı takımda düzenli olarak antrenman yapan, yaşları 15-17 (ortalama yaş 16.2 ± 0.7 yıl) olan 20 kadın voleybolcu üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada, sekiz haftalık Thera Band antrenman protokollerinin genç bayan voleybolcuların smaç hızı, karşı hareket sıçrama (CMJ) yüksekliği, tepe gücü ve st ekstremite performansı hızının gelişimine etkisi incelenmiştir.

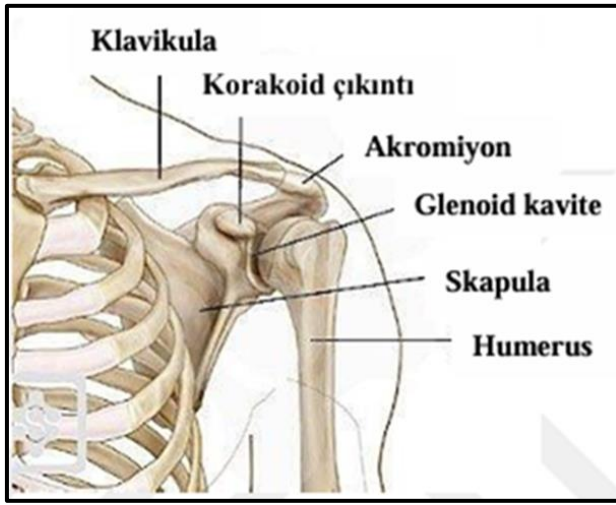
Özetle, araştırma konumuzla ilgili olarak voleybolda smaç top hızı ve izokinetik kuvvet üzerine yapılan ve yukarıda da aktarılan önceki araştırmalarda smaç top hızı, smaç kinematiği, omuz kuvveti, sıçrama yüksekliği, yaralanma ya da antrenman protokolleri sonrası kuvvet değerlendirilmesi üzerine yoğunlaşıldığı görülmektedir.

2.7. Omuz Eklemi

Omuz eklemi kompleks anatomik yapısı ile fonksiyonel olarak vücudun en stabil olmayan (oynak/kararsız) eklemidir (Arkun ve Ergen, 2014). Omuz, st ekstremitenin gövde ve boyuna tutunma bölgesidir (Drake, 2011).

2.7.1. Kemik yapılar

Omuz eklemindeki kemik kısımlar (Resim 1) proksimal humerus, os scapula ve os clavícula tarafından oluşturulur (Arkun ve Ergen, 2014; Drake, 2011). Omuz eklemi, küre-yuva şeklinde bir eklem olarak scapulanın glenoid çukuru ve humerus başı tarafından oluşturulurken, bunun yanında scapulanın clavícula ve humerusun diğer kısımları ile yaptığı eklemlerle de omuz eklemi stabilitesi ve fonksiyonunda rol alır (Arkun ve Ergen, 2014).



Resim 2.1. Omuz kompleks kemikleri (Sarı, 2019)

Os humerus (kol/pazu kemiği)

Os humerus üst ucu; humerus başı, büyük ve küçük tüberkül, intertüberküler (bisipital) oluk ve humerus boynu içermekte, yuvarlak olan humerus başının posterior inferior kısmında ise hafif bir düzlük yer almaktadır (Arkun ve Ergen, 2014).

Os clavícula (köprücük kemiği)

Os clavícula, gövde ve üst ekstremité arasındaki tek kemik tutunma oluşumudur (Drake, 2011). Os clavícula, medialde sternoklaviküler eklemle ve lateralde akromioklaviküler eklemden oluşan S şeklinde bir kemiktir. Şekil olarak aşırı eğrilik ile neredeyse düz şekle kadar birçok değişiklik gösterebilir (Rudez ve Zanetti, 2008). Os clavículanın yüzeyleri ve kenarları ise clavícula'yı gövdeye, boynuna ve üst ekstremitéye bağlayan kasların tutunmasıyla pürtüklü hale gelmiştir. Üst yüzeyi alt yüzeyinden daha düzgündür (Drake, 2011).

Os scapula (kürek kemiği)

Os scapula üçgen biçiminde bir kemik olup, gövdesi glenoid çukur, scapula boynu, spina scapula, akromiyon ve corakoid çıkıntından ve glenoidden oluşmaktadır (Arkun ve Ergen, 2014; Cook, Stein, Simonson ve Kim, 2011). Son üç yapısı, omuz ekleminin bileşenleri haline gelecek şekilde humerus başı ve os clavícula ile eklemler oluşturur (Cook ve diğerleri, 2011). Sırt tarafı ise, scapular omurga tarafından supraspinöz ve infraspinöz fossaya bölünmüştür (Prescher, 2000). Os scapula'nın büyük kısmı ile medial kenarı ince ve keskin, kas tutunma yeri olan dış yan kenarı sağlam ve kalındır (Drake, 2011).

Glenoid çukur

Glenoid çukur (boşluk), kürek kemiğinin yan tarafında eklem yüzeyi görevi görür. Hafif miktarda içbükeydir ve 6-8 cm² boyutlarındadır (Prescher ve Klumpen, 1995). Glenoid boşluk, hiyalin kıkırdak ile örtülüdür (Arkun & Ergen, 2014). Glenoid yüzeyinin 3 ana şekli tanımlanmıştır. Bunlar; 1. İçbükey, 2. Düz veya 3. Dışbükey olmaktadır (Inui, Sugamoto, Miyamoto, Machida, Hashimoto ve Nobuhara, 2001).

Coracoid çıkıntı

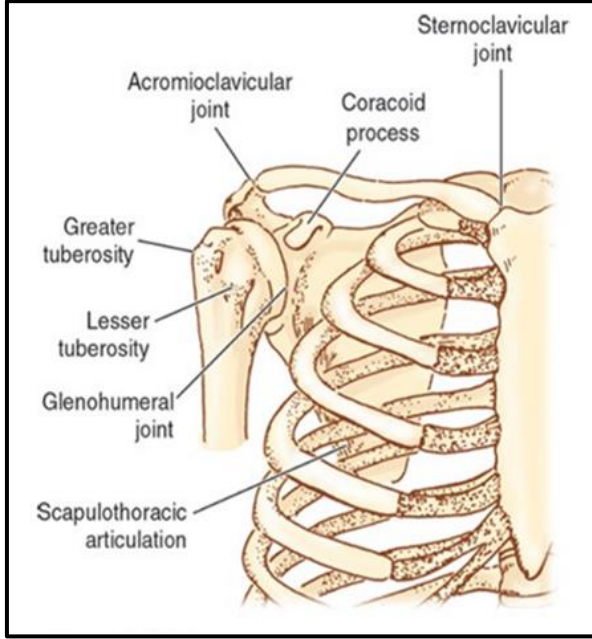
Coracoid çıkıntı, scapulanın anterolateral yüzünde ve glenoid çukurun süperior medial kısmından başlar. Coracohumeral ligamentin yanı sıra, pectoralis minör ve biceps brachii kasının uzun başının tendonları coracoid çıkıntısına yapışır (Arkun ve Ergen, 2014; Rudez ve Zanetti, 2008)

Acromion çıkıntı

Os acromion, scapular omurganın glenoidin üzerinde posterolateral uzantısı olarak oluşan arka omuz işaretidir (Arkun ve Ergen, 2014). Os clavícula ile eklem yaparak M. deltoideus ve M. trapezius kaslarının kökenini oluşturur. Akromiyon çıkıntının şekli iki taraflı olarak simetriktir ancak bu cinsiyete göre değişebilir (Rudez ve Zanetti, 2008). Acromionun normal kemikleşmesi ise 15 yaşında başlayıp 20 yaşına kadar tamamlanır (Arkun ve Ergen, 2014).

2.7.2. Eklemler

Omuz bölgesi (Resim 2), üç anatomik (sternoclavicular, acromioclavicular ve glenohumeral) eklem ve bir scapulotorasik eklemden oluşmaktadır (Drake, 2011).



Resim 2.2. Omuz eklemleri (Hussain & Malik, 2024)

Sternoclavicular Eklem

Sternoclavicular eklem çok geniş hareket alanına sahiptir. İlk bakışta hareketleri sınırlı gibi görünse de bu eklem küresel eklem hareketlerine benzer bir şekilde çalışır. Omuz ekleminin normal hareketlerinde 30° - 35° elevasyon, 35° ekstansiyon veya fleksiyon olduğu görülür. En önemli hareketi ise, clavikula'nın kendi ekseninde yaptığı 45° - 50° 'lik rotasyon hareketidir (Yücel, 1994).

Acromioclavicular Eklem

Oscavicuların extremitas acromialis'indeki facies articularis acromialis ile acromion'daki facies articularis acromii arasında oluşmaktadır. Her iki eklem yüzü de fibröz kıkırdakla kaplıdır. Bu eklemden 2 çeşit hareket yapılabilir. Birincisi acromiondaki eklem yüzeyi üzerinde clavícula'daki eklem yüzeyinin kayması, ikincisi ise clavícula üzerinde scapulanın

rotasyonu şeklinde olur. Kolun hareketi esnasındaki acromioclavicular eklemnin stabilitesi acromioclavicular ve coracoclavicular ligamentler ile desteklenir (Arslan, 2016).

Glenohumeral Eklem

Glenohumeral eklem, insan vücudunun eklemleri arasındaki en yüksek serbestliğe sahip olan eklemdir (Goldstein, 2004; Prescher, 2000). Geniş hareket yeteneğinden dolayı “enartroz” yani her yönde hareketli eklem olarak da adlandırılmaktadır (Kuran & Öncü, 2012). Üst kolu gövdeye bağlayan omuz bölgesinin glenohumeral eklemi genelde omuz eklemi olarak anılır. Bu eklem küre çukur bir eklem olup üç serbestlik derecesine sahiptir. Burada yapılabilen hareketler 1. Fleksiyon-ekstansiyon, 2. Abdüksiyon-addüksiyon ve 3. IR/ER (Kocaoğlu ve Akdoğan, 2015) ve sirkumdüksiyondur (Drake, 2011).

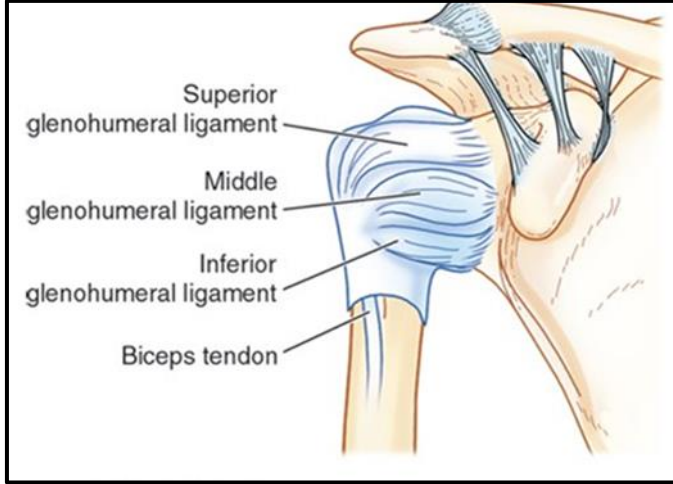
Bu çok büyük hareket aralığına humerus başı ile glenoid kavite arasındaki orantısızlık neden olmaktadır. Omuz eklemnin yüksek hareket özgürlüğü aynı zamanda geniş bir eklem kapsülü ile küçük bir bağ kılavuzuna da atfedilmektedir. Bu nedenle, glenohumeralis eklemi yalnızca iç ve dış katmana bölünebilen bir kas sistemi ile sabitlenmiştir (Goldstein, 2004).

Scapulohumeral Eklem

Omuz bölgesinde bulunan sternoclavicular eklem göz önüne alındığında, burada 2 serbestlik derecesi daha olduğu söylenebilir. Bu hareketler; 1. Elevasyon-depresyon ve 2. Retraksiyon-protraksiyon’ dur. (Kocaoğlu ve Akdoğan, 2015).

2.7.3. Ligamentler

Glenohumeral eklem ligamentleri üç adet ligamentten oluşur (Resim 3). Bunlar; 1. Coracohumeral, 2. Transversum humeral ve 3. glenohumeral superior, medius ve inferior’dur (Drake, 2011). Sternoclavicular eklemnin ligamentleri ise; dört tane ligamentten oluşmakta, bunlar; 1. Anterior sternoclavicular 2. Posterior sternoclavicular, 3. Costoclavicular ve 4. İnterclavicular’dır (Drake, 2011). Akromioclavicular eklemnin ligamentleri de iki tane ligamentten oluşmaktadır. Bunlar ise; 1. Akromioclavicular ve 2. Coracoclavicular’dır (Drake, 2011).



Resim 2.3. Omuz eklemi ligamentleri (Hussain & Malik, 2024)

2.7.4. Bursalar

Bursa, omuz bileşenlerin sürtünmesiz hareketlerini kolaylaştırır. Omuz kompleksinde sekiz adet bursa bulunmasına rağmen, yalnızca eklem dışı subakromiyal bursa klinik olarak önem arzeder. Çatıları deltoidin alt yüzeyine tabanı ise alttaki rotator cuff'a yapışıktır. Bursa sinovyal sıvı ile yağlanırken, çevresini peribursal yağ tabakası kaplar (Della-Giustina ve Hile, 2024).

Omuz çevresinde bulunan beş adet bursa'nın en önemlisi subakromiyal (subdeltoid) bursadır. Bunun sebebi ise rotator cuff kaslarını deltoid kas, acromion ve coracoacromial arktan ayırmasıdır. Subcoracoid bursa, coracoid prosesin altında bulunurken, subscapularis bursa, subscapularis ile küçük tüberositanın tendinöz birleşiminin yakınında bulunur. Scapular bursalar ise, scapulanın üst ve alt medial kenarlarında bulunur ve göğüs duvarından ayrılmışlardır (Hussain ve Malik, 2024).

2.7.5. Eklem kapsülü

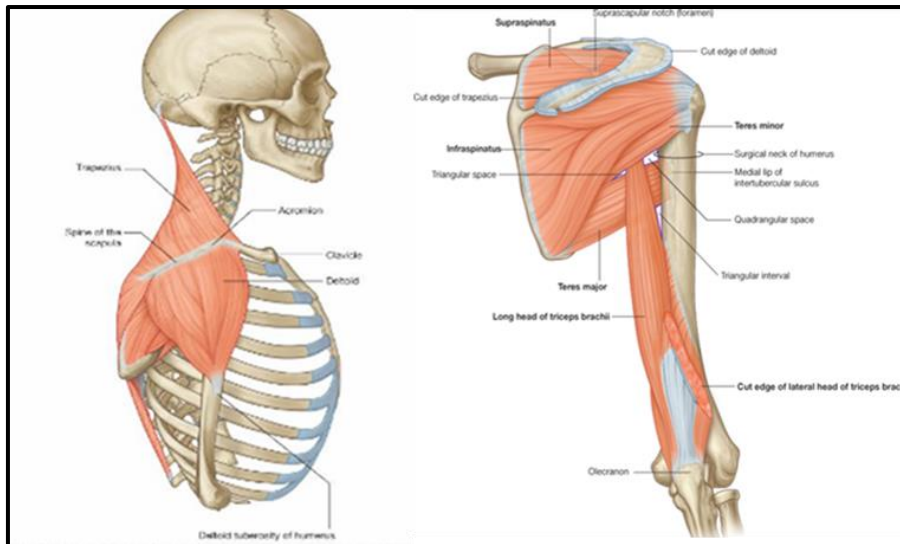
Eklem kapsülünün yapısı; kapsülün dış lifli zarı ince fakat nispeten güçlü olan boru şeklinde bir yapıdır. Kemiğin cerrahi boynundaki 1.5-2.0cm aşağı doğru uzandığı kısmı hariç, glenoid boşluğun kenarına ve os humerusun anatomik boynuna yapışık vaziyettedir. Kol yandayken zarın bu alt kısmı teres majör ve minör kasları arasında fazladan bir kıvrım halinde aşağı doğru sarkıktır. Kol dik açığa getirildiğinde bu kıvrım gerilirken, ikinci pozisyonda, humerus başının eklem yüzeyinin alt kısmı ise eklem kapsülünün bu kısmı üzerinde uzanır ve

tricepslerin uzun başı ve teres majör kasları da onu aşağıda destekler. Önde fibröz membranın yapışma yeri, humerus tüberküleri arasında aşağıya doğru (anatomik boyundan) uzanır ve intertüberküler sulkusun üst kısmı üzerinde köprü meydana getirir. Bunun derininde ise, biceps kasının uzun başının tendonunun eklemden ayrıldığı sinovia kaplı bir tünel bulunur. Bu lifli membrandaki üç açıklıktan birisidir. Diğer ikisi ise sinovial membranın fibröz membran boyunca subscapular ve infraspinatus bursa'yı oluşturan uzantılarıdır. Subscapular bursa büyük ve daha sabit yapıdadır. Bundan dolayı coracoid prosesin köküne yakın bir yerde bulunur ve bazen bu noktada humerus başının yerinden çıkmasına da izin verebilir (Koshi, 2017).

2.8. Omuz Kasları ve Fonksiyonları

Omuz a ait iki önemli yüzeysel kas vardır (Resim 4). Bunlar M. trapezius ve M. deltoideus kaslarıdır. M.trapezius kası, os scapula ve os claviculayı gövdeye bağlarken, M. deltoideus kası, os scapula ve os claviculayı humerusa bağlar (Drake, 2011).

Omuz kompleksini örten ve aynı zamanda onun çevresini (konturunu) oluşturan deltoideus kası, kolun güçlü ve bağımsız bir kaldıracısı olarak görev yapar. Pectoralis kası ile birlikte deltoideus kası da üst ekstremitenin ana hareket kaynağını oluşturur.



Resim 2.4. Omuz kasları (Drake, 2011)

M. Trapezius

M. Tapezius kası omuzun güçlü bir elavatoruyken, aynı zamanda omuzun yukarıya doğru daha fazla kaldırılması için scapulaya rotasyon yaptırır. Bu kas horizontalin üstünde humerusun abdüksiyonunu sağlamakta ve orta lifleriyle scapulaya retraksiyon yaptırırken alt lifleriyle scapulayı aşağı çekmektedir (Drake, 2011).

M. Deltoideus

Omuzun çıkıntısını bu büyük kas oluşturmaktadır. Bu kas clavicuların, acromionun ve scapula omurgasının lateral üçte birlik kısmından başlar ve humerusun deltoid tüberozitesine tutunur (Koshi, 2017). Kolun esas abduktoru bu M. deltoideus kasıdır (Drake, 2011). Ön lifleri omzu esneterek medial olarak döndürür ve fleksiyonda rol alır. Orta lifleri omuzda abdüksiyonda görev alır. Arka lifleri ise omuz ekstansiyonunda rol alır ya da eksternal rotasyon yaptırır (Koshi, 2017).

M. Levator scapula

M. Levator scapula omuzu destekleyen önemli bir alternatif kastır. Bu kas, cervical vertebraların transvers çıkıntılarının arka tüberküllerinden çıkar ve scapulanın medial sınırının üst kısmına yapışır. Öncelikle kürek kemiğini kaldıran bu kas, bunun yanında rotasyonu da sağlar (Lee, Cynn, Choi, Jeong, ve Yoon, 2016).

M. Rhomboideus minor ve majör

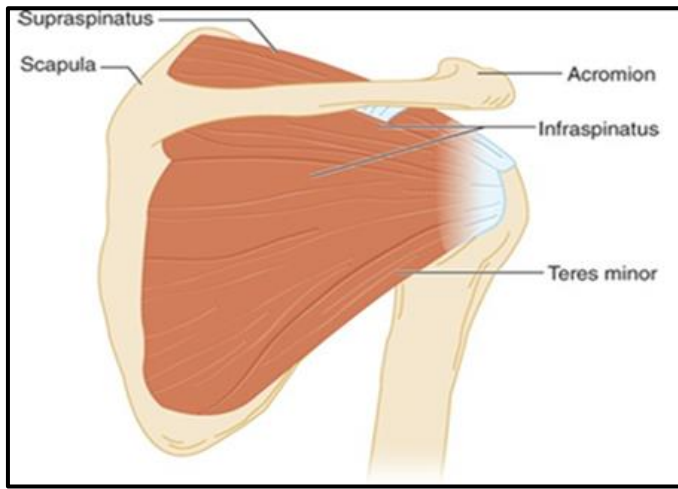
Rhomboideus minor ve majör, iç yanda columna vertebralis'e tutunurken, dış yanda levator scapula'nın medial kenarına yapışmaktadır. Fonksiyonu scapulayı abdukte etmek ve yukarı kaldırmaktır (Drake, 2011).

M. Teres Major

Scapulanın lateral kenarının lateral üçte bir kısmından köken alır (Koshi, 2017). Scapulanın angulus inferiorunun arka yüzü üzerindeki oval alandır ve omuzda kola ekstensiyon ve iç rotasyon yaptırır (Drake, 2011).

Rotator Cuff Kasları

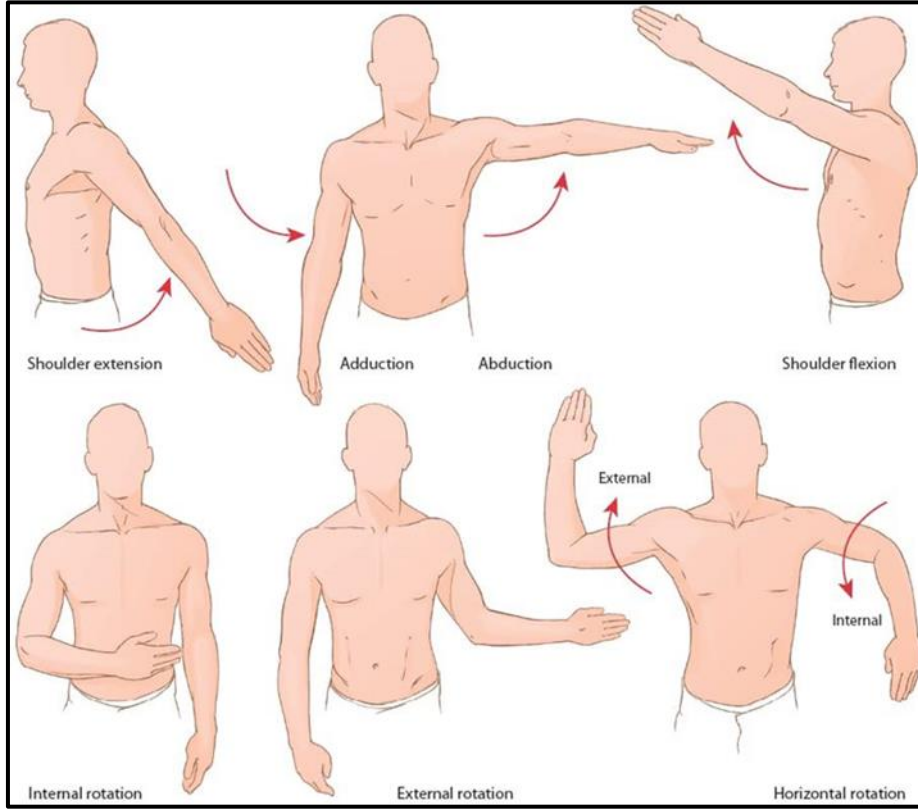
Rotator cuff dört kastan oluşur (Resim 5). Bunlar; 1. M. Supraspinatus, 2. M. İnfraspinatus, 3. M. Teres minör ve 4. M. Subscapularis'dir. Bu kasların hepsi scapuladan başlarken, glenohumeral eklemi geçer ve proksimal humerusa yapışırlar. Bu kaslar aynı zamanda üst ekstremitenin gücüne de önemli katkı yaparak, abduksiyonda gücün %30 ila %50'sini ve dış rotasyonda %90'ını sağlarlar (Della-Giustina ve Hilei, 2024).



Resim 2.5. Rotator cuff kaslarını gösteren omzun arka görünümü (Della-Giustina ve Hile, 2024)

- *M. Supraspinatus*: Scapulanın supraspinöz fossasından başlar ve humerusun büyük tüberkülünün üst kısmına eklenir (Koshi, 2017). Omuza ilk 15 derecelik abduksiyonu bu kas yaptırır (Drake, 2011).
- *M. İnfraspinatus*: Scapulanın infraspinöz fossasından başlar ve humerusun büyük tüberkülünün orta kısmına yapışır (Koshi, 2017). Omuz eklemindeki kola eksternal rotasyon yaptırır (Drake, 2011).
- *M. Teres Minor*: Kürek kemiğinin yan kenarının üst bölümünün üçte ikisinden başlayarak humerusun büyük tüberkülünün arka yüzüne tutunur (Koshi, 2017). Omuzda kola eksternal rotasyon yaptırmak suretiyle stabilizasyonunu sağlar (Drake, 2011; Koshi, 2017).
- *M. Subscapularis*: M. Subscapularisin kaynağı scapulanın costa yüzeyindeki geniş alanından başlayarak humerusun küçük tüberkülüne yapışır. Lifleri omuz ekleminin kapsülü ile birleşerek, ondan ve scapulanın kostal yüzeyinin yan kısmından subscapular bursa tarafından ayrılır. Subscapular bursa genellikle omuz ekleminin boşluğu ile

iletişim halindedir. Omzun internal rotasyonu yaptırmak suretiyle de omuz ekleminin stabilizasyonunda önemli bir rol oynar (Koshi, 2017).



Resim 2.6. Glenohumeral eklemin düzlemlere göre hareketleri (Hussain ve Malik, 2024)

Goldstein (2004) göre Glenohumeral eklemin ana taşıyıcıları (Resim 6)

- *Fleksiyon*: M. Pectoralis major (clavicular baş), M. Deltoideus (anterior lifler)
- *Ekstansiyon*: M. Latissimus dorsi, M. Deltoideus (posterior lifler)
- *IR*: M. Pectoralis majör, M. Latissimus dorsi, M. Teres majör, M. Subscapularis
- *ER*: M. Infraspinatus, M. Teres minör, M. Deltoideus (posterior lifler)
- *Abduksiyon*: M. Deltoideus, M. Supraspinatus
- *Adduksiyon*: M. Pectoralis majör, M. Latissimus dorsi, M. Teres majör, M. Subscapularis

2.9. Fasya

Fasya, baştan ayağa kadar üç boyutlu bir ağ halinde vücuda yayılan sert bağ dokusu olarak tanımlanmaktadır. Fasya vücudun her yerinde bulunur. Her kası, kemiği, siniri, kan damarını

ve organı hücresel seviyeye kadar çevrelemektedir (Barnes, 1997). Fasyanın, insan vücudundaki her siniri, kan damarını ve kas lifini çevreleyen bir bağ dokusu olduğu bilinmektedir. Kemikleri, kasları ve organları vücutta geniş ağlar halinde birbirine bağlar ve buna genellikle "anatomik trenleri" denir. Bu ilişki nedeniyle, fasyanın belirli bir kısmındaki gerginlik ve esnekliğin azalması başka bir bölgede olumsuz etkilere neden olabilir (Williams ve Selkow, 2020). Fasya, tüm vücudumuzda gerçek bir süreklilik oluşturur. Fasyanın duruş ve hareket organizasyonumuzda önemli bir unsur olduğu belirtilmiştir ve genellikle form organımız olarak anılmaktadır (Schleip, 2003).

İnsan vücudundaki miyofasiyal sistem, fasyalarla sarılmış yaklaşık 430 iskelet kasından oluşmaktadır. Ortalama 70 kg ağırlığındaki bir insanda toplam vücut ağırlığının %40'ından fazlasını oluşturan organ fasyadır ve bu nedenle vücudun en büyük organıdır. Fasya kasları birbirine ve aynı zamanda da iskelete bağlar. Fasya ayrıca organların, damarların ve sinir sisteminin sarılmasını da sağlamaktadır (Schleip, 2015). Vücutta fasya sistemi genel olarak destek, stabilite ve yastıklama sağlar. Aynı zamanda kasları oluşturan bir hareket ve dinamik esneklik sistemidir.

Fasyal sistemin sıkılaşması travmaya yanıt olarak ortaya çıkan histolojik, fizyolojik ve biyomekanik bir koruyucu mekanizmadır. Fasya, esnekliğini kaybetmesi sonucunda kısıtlanır ve vücudun geri kalanı için bir gerilim kaynağı haline gelir. Fasyalardaki öğütülmüş madde katılaşır, kolajen yoğunlaşır ve lifli hale gelir. Bu nedenle de doku esnekliğini kaybeder. Bunun sonucu olarak da zaman içerisinde, kas biyomekaniğinin zayıflamasına, yapısal uyumun değişmesine yanı sıra da güç, dayanıklılık ve motor koordinasyonun azalmasına yol açabilir (Barnes, 1997).

Fasya insan vücuduna nüfuz eden bağ dokusu sisteminin yumuşak doku bileşeni olarak tanımlanmakta aynı zamanda da etkili bir şekilde vücut çapında bir gerilim kuvveti iletim sisteminin bir parçası olarak değerlendirilmektedir (Schleip ve diğerleri, 2012). Eksantrik hareketlerin neden olduğu travma, fasyaya baskı yapar ve kasların gerilmesine bu nedenle de kas ağrısına neden olabilir. Sıkı fasya, kas hareketini kısıtlar ve hareket aralığının azalmasına, zayıflamasına ve kasın tepe torkuna neden olur (Chacko, 2020).

Fasyanın kas-iskelet sistemi dinamiklerinde de önemli bir rolü vardır. Fasyanın gerilmeye kendiliğinden uyum sağlama yeteneği, onun stabilite ve hareketliliğe aktif katkıda

bulunmasını sağlar (Schleip, 2015). Kas içi, kaslar arası ve kas dışı kuvvet aktarımlarının tümü, kas lifleri içindeki sarkomer uzunluklarının dağılımını değiştirme kapasitesine sahiptir. Deneysel kanıtlar, kas fonksiyonunu destekleyen önemli ilave kas dışı miyofasiyal kuvvet iletimlerinin olduğunu göstermektedir (Schleip, 2015).

Teknolojilerdeki doku görüntüleme ve diğer gelişmeler, fasyal davranıştaki farklılıkların incelenmesinde (örneğin, patolojik ve sağlıklı fasyadaki davranışsal farklılıklar arasında ayırım yapılması) daha fazla keskinliğe olanak sağlamaktadır (Schleip, Jäger ve Klingler, 2012).

McKenney, Elder, Elder ve Hutchins'e göre (2013) fasya, 3 katmana bölünmüş bir bağ dokusu türüdür ve bu katmanları yüzeysel katman, potansiyel alan katmanı ve derin katman olarak adlandırmaktadır. Fasyanın lifleri birçok yöne doğru ilerlediği için, dokuya göre hareket edebilmekte ve değişebilmektedir. Fasyanın birbirine bağlı "zincirler" halinde çalışan sürekli doku parçası olduğunu söylemiştir. Bu nedenle bir bölgedeki fasyanın gerilmesi vücudun başka bir bölgesinde gerginlik, kısıtlama ve ağrıya neden olabilir (McKenney ve diğerleri, 2013).

Fibröz yapışmalardaki (adezyon) yaralanma, hastalık, hareketsizlik veya inflamasyona yanıt olarak fasyal adezyonlar gelişir ve ağrılı olduğunda, yumuşak doku uzayabilirliğini azaltır. Normal kas mekaniğininin (örn. eklem hareket serbestliği, kas uzunluğu, nöromüsküler hipertonisitesi, azalmış kuvvet, azalmış dayanıklılık ve azalmış motor koordinasyonu) bozulmasına neden olur. Bu nedenle fasyal adezyonların ve kas ağrılarının en aza indirilmesi, insanların daha fazla yaralanma riski olmadan egzersiz yapmaya devam etmelerine olanak sağlayabilir (Schroeder ve Best, 2015). Fasyanın dinamik fonksiyonu nedeniyle miyofasiyal ağrının teşhis edilmesi zor olabilmektedir. Ancak bir kez tanımlandıktan sonra sıklıkla SMR gibi manuel terapi teknikleriyle tedavi edilir (McKenney ve diğerleri, 2013).

2.9.1. Yüzeysel fasya

Yüzeysel fasya katmanı, genellikle gevşek bağ dokusundan oluşan fibröz bir katman olarak tanımlanır. Gevşektir çünkü; organizasyonunda güçlü ve düzenli bir model yoktur (Lesondak, 2017). Yüzeysel fasya doğrudan derinin altında yer alan ve dolayısıyla dermis

ile devam eden ve dokuları saran bir katmandır. Bu nedenle, yüzeysel fasyada gevşek bağ dokusu veya yağ yaygın olmasına rağmen, yoğun düzensiz bağ dokusundan hassas bir üç boyutlu ağ örgüsü veya daha belirgin doku tabakaları örneğin; alt ekstremitenin yüzeysel fasyası boyunca ilerleyen büyük güvenli damar da mevcut olabilir (Langevin ve Huijing, 2009). Yüzeysel fasya değişken yağ içeriği ile liflidir ancak oldukça elastiktir. Yüzeysel fasya birbirleri üzerinde normal kayma hareketine izin vermek için cildi kaslardan ayırır. Yüzeysel fasya termoregülasyon, dolaşım ve lenfatik akışla ilgilidir ve aynı zamanda derin fasyaya da bağlıdır (Lesondak, 2017). Yüzeysel fasya, iskelet kaslarını bile içerebilir. Bunun iyi bir örneği, insanların gülümsemesini, kahkaha atmasını, gülmesini sağlayan "fasyal ifade kasları"dır (Langevin ve Huijing, 2009). Ayrıca yüzeysel fasyanın daha yumuşak kollajenöz areolar bağ dokusu ve kas içi epimisyum, perimisyum ve endomisyum tabakası da bulunur (Schleip, 2015).

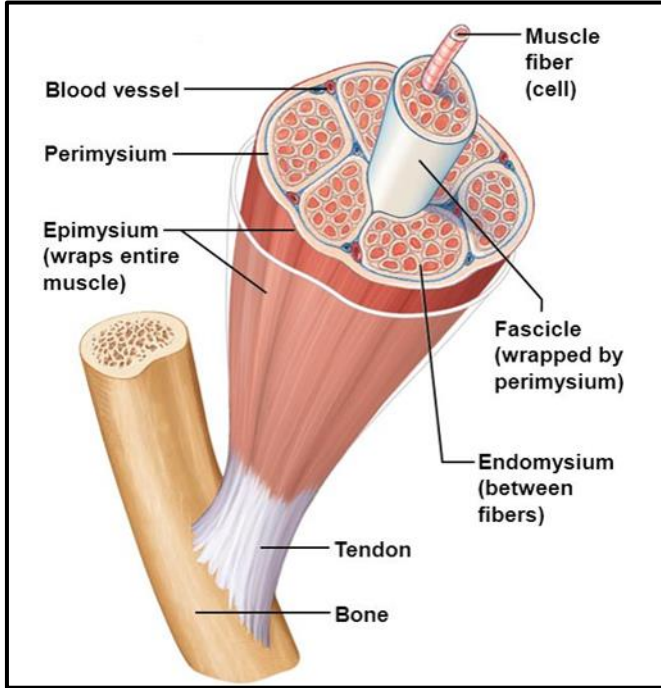
2.9.2. Derin fasya

Derin fasya, kasları kaplayan yoğun ve iyi organize edilmiş lifli bir tabakadır (Resim 7). Bu, kasapların ve avcılarının "gümüş deri" olarak adlandırdıkları katmandır ve bunun haklı bir nedeni vardır. Derin fasya, vücut çorabı veya catsuit katmanıdır. Derin fasyada en içteki kısım her kasın etrafında ayrı bir cep oluşturacak şekilde soyulur. Bu, her şeyin ayrı olmasına rağmen birbirine bağlı kalmasına ve sağlıklı fasyada birbiri üzerinde kaymasını sağlamaktadır. Derin fasya hem bireysel kas ceplerini, yani epimisyumu hem de kas gruplarını kaplayan aponevroz adı verilen geniş, düz kılıfları içerir (Lesondak, 2017).

Derin fasyanın tipik olarak altta yatan bir yapıyı (özellikle kas) yerinde tutma görevi vardır ve çoğunlukla yoğun, düzensiz bağ dokusundan oluşan sürekli bir tabakadır. Bu nedenle, vücut parçasının formunu koruyabilmesi için ve ilgili yüzey konturunu koruyabilmesi adına bir dereceye kadar gerilme mukavemetine ihtiyaç duyan, sıkı oturan bir "kılıf fasyası"dır. Vücudun bazı bölgelerinde derin fasya ile kas arasındaki ilişki o kadar yakındır ki fasya alttaki kaslara sıkı bir şekilde yapışabilir. Ayrıca vücudun bazı kısımlarında (örneğin boyun), fasya ile altta yatan kas arasındaki ilişkinin, bölgenin derin fasyasına "yatırım fasyası" olarak atıfta bulunularak resmi olarak tanınmaktadır (Langevin ve Huijing, 2009).

Güç aktarımının kullanıldığı miyofasyal kuvvet aktarımı bu katmanda gerçekleşir. Bir kasın, bir hareket oluşturmak için miyotendinöz kavşak yoluyla eklem boyunca uzunlamasına

kuvvet ilettiği iyi bilinmektedir. Kaslar arasındaki bu fasyal kuvvet aktarımı, komşu kaslarda, hatta antagonist kaslarda bile meydana gelmektedir. Kas gerginliğinin yaklaşık %30'unun bu şekilde iletilebileceği tahmin edilmektedir (Huijing, Maas ve Baan, 2003).



Resim 2.7. Derin fasyanın katmanları (Lesondak, 2017)

2.9.3. Meningeal fasya

Meningeal fasya sinir sistemini ve beyni çevreleyen katman olarak tanımlanmaktadır (Lesondak, 2017). Üç meninksten (beyin zar tabakaları) oluşur: dura mater, araknoidea ve pia mater. Üç meninks bir sürekliliği temsil eder ve dura mater (beyin dokusunu ve omuriliği çevreleyen beyin zarlarının en kalın ve en dıştaki katmanı) aracılığıyla periost (kemik zarı) ile bağlantılıdır (Schleip, 2015).

2.9.4. Visseral fasya

Visseral fasya akciğerleri, kalbi ve karın organlarını çevreleyen fasyayı içeren katmandır. Visseral fasya, organları boşlukları içinde askıya alır bu sayede hem organları vücut duvarına tutturmaya hem de fizyolojik harekete izin vermeye hizmet eden visseral bağları içerir (Lesondak, 2017). Visseral fasya, organların sarılmasıdır ve tüm omurga boyunca

sabitlenmesini sağlar. Organlar bu yapılar sayesinde sinir ve damarlarla donatılmıştır (Schleip, 2015).

2.10. Smaç

Oyunculardan yüksek teknik, taktik ve atletik talepler içeren voleybol oldukça karmaşık bir disiplin olması nedeniyle, oyuncuların oyundaki smaç veya pozisyon ayarlama gibi spesifik görevlerde erkenden uzmanlaşmasına ihtiyaç duymaktadır. Voleybolda smaç, müsabakada hücumu sonlandırmak için en sık başvurulan yöntemdir (Kugler ve diğerleri, 1996).

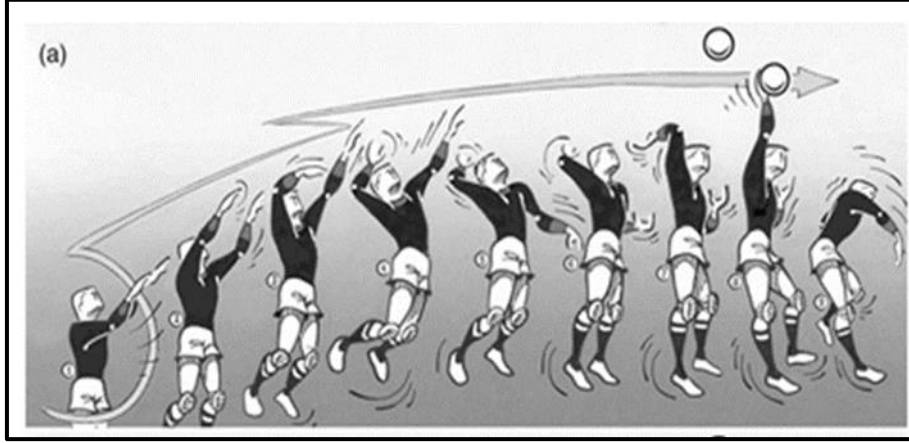
Smaç, hücum oyununda maçlardaki başarı ile bağlantısı yüksek olan en etkili hücum oyunudur. Oyuncular smaç vururken farklı hareket türlerinin olasılıklarını artırmak ve mükemmel top hızına ulaşmak isterler. Bu doğrultuda hem dik bir top yörüngesini yakalayıp hem de aynı seviyedeki sıçrama yüksekliğine ulaşmaya çalışırlar. Bu bağlamda smaç için ana performansı, sıçrama yüksekliği ve top hızı belirlemektedir (Fuchs ve diğerleri, 2019).

Voleybolda özellikle smaçör ve orta oyuncuların atak becerileri skoru doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle smaç, takımların sayı kazanabilmesini sağlayan en önemli hücum becerisi olarak kabul edilmektedir (Aka ve diğerleri, 2019). Etkili bir smaç vuruşunu pasörden çıkan topun yörüngesi, rakip takım sporcularının pozisyonu, smaçörün fiziksel ve teknik kapasitesi gibi birçok faktör etkiler (Öz, 2019; Palao ve Valades, 2009).

Bu yapı içerisinde smaç kas kuvveti, esneklik, koordinasyon ve nöromüsküler etkinlik gerektiren karmaşık bir hareket modelidir. Aynı zamanda smaç, baş üstü voleybol becerileri arasında en patlayıcı hareket şekli olarak tanımlanmaktadır. Smaç hareketi topa dik açıyla düz yaklaşmayı ve iyi zamanlamayla sıçramayı gerektirir. Voleybol oyuncularının topu maksimum yükseklikte smaç vurabilmesi, bloğu başarılı bir şekilde geçme ve topu rakip alana başarılı bir şekilde gönderme şansını artırır (Agopyan, Ozbar ve Ozdemir, 2018).

Smaçın safhaları şu şekilde sıralanabilir: Yaklaşma adımları, son adım, sıçrama, kol salınımı, topla temas ve son olarak toparlanma (Öz, 2019). Yaklaşmanın ardından dikey sıçramayla yapılan smaçın en önemli unsurlarından birisi, topa mümkün olan en yüksek hızda vurmaktır (Rokito, Jobe, Pink, Perry ve Brault, 1998; Yıldırım ve diğerleri, 2021).

Sıçrama hareketinin ana unsurları arasında yaklaşma koşusu ve ardından dikey sıçrama gelir (Resim 8). Yaklaşma aşamasında, smaçörün yatay momentum kazanması ve bu momentumun daha sonraki sıçramada dikey momentuma dönüştürülmesi gerekmektedir (Forthomme ve diğerleri, 2005).



Resim 2.8. Geleneksel smaç tekniği (Seminati ve diğerleri, 2015)

Teorik açıklamalara uygun olarak voleybolda smaç sıçraması; karşı hareketle üç veya dört adımlı bir yaklaşma ile gerçekleştirilir. Bu adımlamanın ardından hızı yataydan dikeye aktarmak gerekir. Diz ve üst gövde eğim açılarının azaltılması, ağırlık merkezinin alçaltılmasına ve böylelikle sıçrama öncesi ivmelenmenin artırılmasına olanak tanır. Dinamik bir kol salınımı, her iki bacakla da patlayıcı bir itmeyi destekler (Fuchs ve diğerleri, 2021).

Smaç için sıçrama sırasında kolları mümkün olan en yüksek hareket açıklığıyla sallamak, momentumu ve yer reaksiyon kuvvetlerini arttırmaktadır. Üst gövdenin uzatılması ve alt ekstremité açılarının azaltılması ile bir karşı hareket oluşturulur. Önceden aktive edilmiş olan alt ekstremité kasları ile bir gerilme ve kısalma döngüsü başlatılır ve hızlanma mesafesi en uygun hale getirilir. Hızlanma mesafesinin uygun hale gelmesinin ardından dinamik kol salınımı, üst gövdenin yukarı kaldırılması ile kalça, dizler ve ayak bileklerindeki ekstansiyon patlayıcı bir yukarı itiş meydana getirir. Bu yukarı itiş hareketinin sonucunda pelvis rotasyonu ile topa mümkün olan en yüksek hızda smaç vurabilmek için gövde rotasyonu, hızlı omuz fleksiyonu ve el bileği hareketleriyle uçuş fazı sırasında transfer edilen momentum oluşturulur (Yıldırım ve diğerleri, 2021).

Smaç tekniğindeki topla buluşma safhasında, topa parmak uçlarıyla vurulur, el bileği döndürülerek aşırı uzatılır. Havalanma aşmasında, oyuncu topa dikey sıçramanın maksimum yüksekliğinde vurmaya çalışır ve vuruşu topun geri döndürülemeyeceği şekilde aşağıya doğru yönlendirir. Bu uzmanlık gerektiren hareketler, oyuncularda tekdüze ve tekrarlayan yüklere neden olur. Örneğin, haftada 16-20 saat antrenman yapan bir voleybol oyuncusu, yılda yaklaşık 40.000 kez smaç vurmaktadır (Kugler ve diğerleri, 1996).

Smaç hızı, voleybol antrenmanlarının ve müsabakaların ana faktörlerindendir (Yıldırım ve diğerleri, 2021). Voleybolcuların daha güçlü smaç vurabilmeleri için hızlı yaklaşma koşusuna ve hızlı bir kola sahip olmaları gerekmektedir (Cengizel, 2020). Kısaca smaç hızı için önemli olduğu bilinen faktörler şu şekilde sıralanabilir: pelvis ve gövdede momentum oluşumu ve omuz IR, fleksiyonu ve el bileği ekstensiyonunda yüksek açısal hızlara geçiştir (Yıldırım ve diğerleri, 2021).

Voleybolda smaç hızının, eşmerkezli kasılma modunda dominant omuz (iç rotatorlar) ve dominant dirseğin (fleksörler ve ekstansörler) kuvvet performansı ile ilişkisi oldukça yüksektir (Hadzic ve diğerleri, 2011). Smaç hareketinin oluşması gövdeden başlamaktadır. Uygulanan kuvvet huni şeklinde glenohumeral ekleme ve rotatör cuff kaslarına yayılır. Omzun konsantrik IR ile topa vuruş gerçekleştirilir. Topun hızı ve yönü smacın başarısını belirler (Aka ve Altundağ, 2020).

2.11. Smaç Kinesyolojisi

Hücum oyununda smaç, maçlardaki başarı ile ilişkilendirilen en etkili atak oyunudur. Oyuncular smaç vururken büyük bir sıçrama yüksekliğine ulaşmaya çalışırlar. Smaç, farklı eylem türlerinin olasılıklarını artırmak ve etkili saha boyutunu en üst düzeye çıkarmak için, yüksek top hızında dik bir top yörüngesine ulaşmalıdır. Smaç için ana performans belirleyicileri sıçrama yüksekliği ve top hızı olarak kabul edilmektedir. Önceki çalışmalar bu faktörler ile voleyboldaki genel rekabet düzeyi arasında ilişkiler bulmuştur. Bu nedenle, sıçrama yüksekliği ve smaç hızı voleybol antrenmanında ve müsabakada oldukça önem arz etmektedir (Fuchs ve diğerleri, 2019).

Voleybolda smaç vururken temel amaç, omuzdaki internal rotasyon açısal hızının 4000-7000°/sn gibi yüksek değerlere ulaşmasıyla, topa maksimum hızı aktaracak şekilde topa mümkün olduğu kadar sert vurmaktır (Miura, Tsuda, Kogawa ve Ishibashi, 2020).

Topa vurma eylemi sırasında; sırasıyla bacaklar ve kalçalar, gövde, omuz, dirsek ve el eklemlerinde kinetik zincir ilerlemektedir ve topa vurulması sırasındaki güç aktarımı bu şekilde sağlanmaktadır. Topa vurma eylemi bacak kasları ve kalça rotasyonu ile başlatılmaktadır. Smaç, gövdenin ve omzun rotasyonu ile devam eden bir tüm vücut aktivitesidir. Tüm vücuttan ve sonrasında omuz ekleminde gelen bu momentum, ekstansiyondaki dirsek ve ön kol aracılığı ile elin küçük kaslarına transfer edilir. Daha sonra kırbaç tarzındaki bu hareket sonucunda ileri itici kuvvet, fırlatılacak nesneye aktarılır. Bu aktarım esnasında; sırt, gövde ve kalçalar kinetik zincirde bir dönme merkezi olarak işlev görerek bacaklardan omuza kuvvet aktarımını sağlamaktadırlar (Kıyak ve Ercan, 2023). Omuz ekleminin fonksiyonel stabilitesinden sorumlu kasların aktivitesinin ve koordinasyonunun arttırılması, humerus başının glenoid fossada tutulmasıyla yaralanmaların önlenmesini sağlayabilir. Rotator cuff kasları instabilite durumunda omuz kuşağının çekirdek kaslarının ana parçasıdır. Aynı zamanda omuz ekleminin stabilizasyonunda en önemli role sahiptir (Zandi, Rajabi, Mohseni-Bandpei ve Minoonejad, 2018).

Voleybolda smaç esnasında tüm hareket boyunca elde herhangi bir ağırlık uygulaması yoktur. Ayrıca, el topla temas ettiğinde top elde eşit ve zıt bir kuvvet oluşturur ve bu kuvvet ileri doğru hareket eden elin yavaşlamasına neden olur. Bu nedenle de daha yavaş hareket eden kol omuzda daha küçük kuvvetler ve torklar oluşturarak kolu yavaşlatır. Böylece kas aktivitesini de azaltır. Bu açıklama alt rotator cuff aktivitesini kısmen açıklayabilir (Escamilla ve Andrews, 2009).

Voleybolda smaç hareketi esnasında harekete katılan kaslar; M. deltoideus (anterior başı), M. supraspinatus, M. Infraspinatus, M. Teres Minör, M. Subscapularis, M. Teres Majör, M. Latissimus Dorsi ve M. Pectoralis majör'dr (Rokito ve diğerleri, 1998).

Voleybol smaç kol salınımı aşamaları şu şekilde sıralanmaktadır:

1. Hazırlanma (wind-up): Omuz abduksiyonu ve ekstansiyonu ile başlayan ve dış omuz rotasyonunun başlatılmasıyla biten hazırlık aşamasıdır. Hazırlanma/yükselme fazında fırlatmanın ritmi belirlenir ve vücut rotasyonu gerçekleşir. Bu rotasyon sonucunda kalçalar ve omuzlar nesnenin fırlatılacağı hedef bölgeye göre 90°'de olur (Kıyak ve Ercan, 2023). Hazırlanma aşaması omuzun kaçırılması ve uzatılmasıyla başlar ve omuz dış rotasyonunun başlamasıyla sona erer (Escamilla ve Andrews, 2009). Anterior deltoid ve supraspinatus kasları fırlatma sırasında sinerjik olarak hareket eder. Bu ilişkide supraspinatus, glenohumeral uyum ve stabilizeyi korurken deltoidin hızlı, güçlü humerus elevasyonu sağlamasına yardımcı olur. İnfraspinatus ve teres minör kasları da bu hızlı hareket periyodu sırasında aktiftir. Çünkü; humerus başının glenoid fossadaki konumunda "ince ayarlama" işlevi görür. Subscapularis, glenohumeral abduksiyon pozisyonundayken ön duvarın üst kısmına kompresyon, stabilizasyon ve merkezileştirme kuvveti sağlar. Os humerusun elevatörleri (yani M. Deltoideus ve m. Supraspinatus) kolu yukarı kaldırdığında, M. Subscapularis yukarıya doğru döner, bu da kolun geriye çekilmesi hazırlığı için üstün ve anterior kompresyon ve destek sağlar (Rokito ve diğerleri, 1998).
2. Kolun baş üstünde geriye çekilmesi (cocking): Eksternal omuz rotasyonunun başlatılmasıyla başlar ve maksimum dış omuz rotasyonu ile biter (Rokito ve diğerleri, 1998). Kolun baş üstünde geriye çekilmesi fazı, tüm vücut bölümlerinin nesnenin atılma işine katkıda bulunmak için konumlandığı evredir (Kıyak ve Ercan, 2023). Omuz dış rotasyonu maksimum omuz dış rotasyonuna dönüşür (Escamilla ve Andrews, 2009). Bu evrede, yükselme fazı sırasında pasif olan omuz eklemine aktive olduğu ve tam horizontal ekstansiyon ve sonrasında maksimal dış rotasyonla beraber abduksiyona gittiği gözlemlenmektedir. Omzun maksimal dış rotasyonu sırasında; omuz aşırı yüklenmekte ve ön kapsül aşırı gerilmektedir, aynı zamanda omuz iç rotator kasları maksimal gerimdedir. Bu esnada omuz eklemine önündeki kuvvetler 350 Newton seviyesi ve fazlasına çıkarak maksimum seviyeleri görmektedir. Kolun baş üstünde geriye çekilmesi fazının sonuna doğru anterior inferior glenohumeral ligament ve omuz kapsülünün anterior inferioru olmak üzere statik anterior omuz stabilizatörleri en yüksek kuvvetler ile karşı karşıya gelirler. Yükselme ve kolun baş üstünde geriye çekilmesi fazlarının toplam süresi, tüm fırlatma eylemi süresinin %80'ini oluşturmaktadır (Kıyak ve Ercan, 2023). Kolun baş üstünde geriye çekilmesi aşamasında infraspinatus dış rotasyonu başlatırken anterior deltoid, kolun hızlı bir şekilde kaldırılmasına yardımcı olur. Pectoralis major gibi iç rotatörler de humerus başının glenoid fossada stabilize

edilmesine yardımcı olmak için aktiftir (Miura ve diğerleri, 2020). Anterior deltoid ve supraspinatus kaslarından oluşan kuvvet çifti os humerusu yükselterek bu pozisyona getirir. M. İnfraspinatus ve M. Teres minör de os humerusun dış rotasyonunu yaparken birlikte görev alır. Kolun baş üstünde geriye çekilmesi sonunda omuz, ön kapsülü potansiyel olarak strese sokabilecek bir pozisyona ulaştığında os humerus maksimum dış rotasyona getirilir. Voleybolda smaç sırasında anterior deltoid ve supraspinatus kasları da omuzu yüksek pozisyonda tutarak bir kuvvet çifti olarak görev yapar (Rokito ve diğerleri, 1998).

3. İvmelenme/Hızlanma (acceleration): Güçlü internal omuz rotasyonu ile başlar ve topa temas ile biter. İvmelenme fazı, sporcunun topa vermekte olduğu patlayıcı kuvveti aktardığı evredir. Bu patlayıcı kuvvet iki kuvvetin çok hızlı bir şekilde açığa çıkmasından oluşur ki bu evre tüm fırlatma eylemi süresinin yalnızca %2'sini oluşturmaktadır (Kıyak ve Ercan, 2023). Topun çarpmasına kadar maksimum omuz dış dönüşü devam etmektedir (Escamilla ve Andrews, 2009). Topa aktarılan kuvvetlerden biri kapsül fibröz dokusunda depolanan elastik kuvvet iken diğeri ise M. Subscapularis, M. Teres majör, M. Latissimus dorsi ve M. Pectoralis majör kaslarınca üretilen kolun baş üstünde geriye çekilmesi fazındaki maksimum eksternal rotasyon sonrasında üretilen güçlü iç rotasyon kuvvetidir. Bu güçlü iç rotasyon kuvveti glenohumeral eklemden yüksek şiddette kuvvetler üretilmesine neden olmaktadır. Bu kuvvetler sonucunda humerus başının glenoidde tutulması için rotator cuff grubu kaslarına ciddi stabilizatör görevler düşmektedir. İlk ve ani omuz ivmelenmesinden sonraki ikincil ivmelenmede göğüs duvarının ön grup kasları görevlidir (Kıyak ve Ercan, 2023). Anterior deltoid ve supraspinatus kasları, topla temastan önce kolu yükselterek ivmelenmedeki aktiviteyi arttırırken, bir kuvvet çifti olarak işlev görmeye devam eder. Smacın hızlanma fazı sırasında M. Teres minör aktivitesi zirveye ulaşır (Rokito ve diğerleri, 1998).
4. Yavaşlama (deceleration): Topla temas anı ile başlar ve üst kolun gövdeye dik olmasıyla biter. Yavaşlama/tamamlama fazı, topa vurulmasından ziyade vücudun daha önceki fazlarda karşılaştıkları kuvvetlere karşı gelme evresi olarak açıklanabilir. Topun serbest bırakılmasından sonra glenohumeral eklemden yüksek şiddetli ön çekme kuvvetleri gerçekleşir. Bunun sonucu olarak omuz posterior yapılarına aşırı yük binmesine sebep olur. Bu yük sonucunda internal ve eksternal omuz kasları yüksek düzeyde kuvvetler üreterek, os humerusu glenoid içinde tutmaya çalışırlar. Rotator cuff ve dış rotator kasları ile birlikte scapular stabilizatör kasları ve arka deltoidin beraber eksantrik kuvvet üretmesi ile omzun bu hareketi kısıtlanır. Bu faz, tüm fırlatma süresinin yaklaşık %18'ini

oluşturmaktadır (Kıyak ve Ercan, 2023). M. İnfraspinatus ve M. Teres minör kasları os humerusu glenoid içinde stabilize etme işlevi görmektedir. Kol oyuncunun yanına doğru konumlandığında çoğu kasın aktivite seviyesi düşer (Rokito ve diğerleri, 1998). Bu evre üst kol gövdeye dik olduğunda topla temas ve üst kol gövdeden kol ucuna dik olana kadar hareketin takibi ile birlikte tamamlanır (Escamilla ve Andrews, 2009).

5. Tamamlama /Takip (Follow- through): Üst kolun gövdeye dik olmasıyla başlar ve tüm kol hareketi tamamlandığında sona erer (Rokito ve diğerleri, 1998).

2.12. Isınma

Isınma egzersizleri genellikle kas gücü, esneklik ile dayanıklılık ve özellikle kardiyovasküler dayanıklılık alanlarındaki genel ve spesifik aktiviteleri içerir. Isınmada bu alanlarda yapılacak hareketlerde amaç potansiyel yaralanma riskinin azaltılması ve hem vücudun iç (çekirdek) sıcaklığı hem de nöromüsküler tepki hızının artırılması ile performans artışı sağlamaktır (Vetter, 2007). Isınmayla birlikte vücut sıcaklığı (rektal 1- 2°C) ve kas sıcaklığı 2-3°C'ye kadar arttırılır. Vücut sıcaklığın artmasıyla nöromüsküler sistemin daha verimli hale geleceği ve denge veriminin artacağına inanılır (Mesut Çelebi & Murat Zergeroğlu, 2017).

Fiziksel aktivitelere katılmadan önce ısınma yapılması ise rekabete dayalı veya eğlence amaçlı tüm spor çalışmaları için standart bir uygulama olarak kabul edilir. Sporcu ve antrenörler genellikle performansı artırmak, fizyoterapistler ve doktorlar ise yaralanmaları önlemek amacıyla ısınma yapmayı önermektedirler. Bu konuda çok sayıda ders kitapları ve çeşitli dergilerde makaleler vardır. Bu yayınlarda genelde vücudun farklı bölgelerine ve belirli spor aktivitelerine yönelik çeşitli örnek yaklaşımlar da yer almaktadır (Thacker, Gilchrist, Stroup ve Kimsey, 2004).

Kas yaralanmaları ve sakatlıkları önlemek amacıyla genellikle spor aktivitelerinden önce germe egzersizleri yapılması önerilmekte ve bu konudaki genel görüş germe egzersizlerinin esnekliği artıracığı ve kas sertliğini azaltacağı yönündedir. Düzenli olarak esneklik çalışmalarının yapılması, normal kas uzunluğunu korumak, kas sertliğini önlemek, kas-iskelet sistemi yaralanmalarının azalan riskinden faydalanmak ve ayrıca fiziksel performansı artırmak için gereklidir (Nagarwal, Zutshi, Ram, Zafar ve Hamdard, 2010).

Sporcunun fiziksel yetenekleri, ısınmanın yorucu bir etkiye sahip olup olmayacağını da etkileyen bir faktördür. Bunun yanında birçok farklı ısınma protokolleri ile yoğunluğu, süreyi ve toparlanmayı manipüle ederek benzer fizyolojik ve performans değişikliklerinin başarılabileceği unutulmamalıdır. Bazı performanslar için göreve özgü patlayıcı aktivitelerin eklenmesiyle ek bir ergojenik fayda sağlanabilir. Son olarak, özellikle ısınma ile performans görevi arasında muhtemel bir gecikme olması ve/veya havanın soğuk olması halinde, aktif ısınma ile kazanılan sıcaklık artışlarını desteklemek veya sürdürmek için pasif ısınma tekniklerinin kullanılması önemli olabilir (Bishop, 2003b).

Ayrıca asıl önemli olan sporcunun performansını en üst düzeye çıkaracak bir ısınmanın oluşturulması olmalıdır. Burada eğer ısınma, eklem ve kas sertliğini azaltırken vücudun çekirdek ısınısını, sinir uyarı iletimini ve metabolik aktiviteyi arttırıyorsa performansa fayda sağlayabilir (Kendall, 2017).

Genel olarak araştırmacılar egzersiz içeren aktif ısınmaların, pasif ısınmaya nazaran daha yüksek metabolik ve kardiovasküler etki oluşturduğunu vurgulamaktadır (Bishop, 2003b; Hazar, Polat, Hazar, Kaya ve Cansu, 2018).

Isınma hareketlerinin yapılmasıyla birlikte kasın viskozitesi azalırken mekanik verimi artar. Kasın elastikiyeti ve kasılma hızı artar, koordinasyon düzelir. Damar yatağındaki direnç azalır. Sinir ileti hızı artar ve kasa gelen oksijen miktarı çoğaltılır. Kasların ısınmasıyla kasın gerilmesine karşı gama sinir liflerinin aktivitesi ve kas iğciklerinin duyarlılığı azaltılarak kasın gevşemesi sağlanır. Aynı zamanda metabolik hız yükselir ve bunun sonucu olarak kas daha güçlü, daha verimli iş yapabilme özelliği kazanır (Çelebi ve Zergeroğlu, 2017).

Isınma amaçlı uygulanan çeşitli prosedürler mevcuttur. Bunlar ısınmanın süresi, yoğunluğu, toparlanma periyodu, egzersiz türleri, sürekli ya da aralıklı olmak üzere farklılıklar göstermektedir (Bishop, 2003b). Literatüre bakıldığında sportif amaçlı 3 ana tip ısınmadan bahsedilir. Bunlar pasif, genel ve spesifik ısınmadır (Çelebi ve Zergeroğlu, 2017). Bishop, (2003b)'a göre ise ısınma teknikleri genellikle aktif ve pasif ısınma olarak iki farklı grupta sınıflandırılmaktadır.

2.12.1. Isınma çeşitleri

Genel olarak ısınma çeşitleri aktif, pasif ve spesifik (özel) ısınma türü olarak üç başlıkta incelenebilir.

Aktif ısınma

Aktif ısınma, sporcular tarafından yarışma öncesi hazırlık için en yaygın olarak seçilen ısınma yöntemidir. Aktif bir ısınma stratejisinin etkinliği büyük ölçüde görev öncesi dinlenme süresinin (geçiş aşamasının) uzunluğu, fiziksel aktivitelerin (ısınma hareketlerinin) yoğunluğu ve süresine bağlıdır (McGowan, Pyne, Thompson ve Rattray, 2015). Aktif ısınmanın olası mekanizmalar arasında, kas ve eklem sertliğinin azalması, sinir uyarılarının iletim hızının artması, kuvvet-hız ilişkisinin değişmesi ve glikojenoliz, glikoliz ve yüksek enerjili fosfat yıkımının artması yer almaktadır (Bishop, 2003b). Aktif ısınma örnekleri arasında koşu, cimmastik, bisiklete binme ve yüzme tipik aktif ısınma örneklerinin yanı sıra (Çolak ve Çetin, 2010), SMR tekniği de sıklıkla kullanılan yöntem olarak bilinmektedir (Beyleroğlu, Demirtaş ve Çakır, 2021). Isınmadaki “aktif” unsur; çekirdek ısıyı ve kan akımını, motor ünite uyarılabilirliğini, kinestetik algılamayı ve eklem hareket genişliğini artırmak suretiyle, vücudun egzersiz için hazırlanması ve önemli hareket becerilerinin geliştirilmesidir (Çolak ve Çetin, 2010). Aktif ısınma vücut ısısının ve kas ısısının artmasının yanında özellikle ısınmanın kardiovasküler etkisi sebebiyle sıklıkla tercih edilmektedir (Bishop, 2003a). Ayrıca aktif ısınmadaki fizyolojik ve performans tepkilerinin sporcunun fiziksel kapasitesini etkilemesi de muhtemeldir (Bishop, 2003b).

Pasif ısınma

Pasif ısınma kas ısısını ve kor (iç) ısıyı yükselten sıcak duş, sauna, ısıtıcı pomatlar ve ısıtıcı pedler gibi dışsal uygulamalar olarak tanımlanmaktadır. Pasif ısınma, kas sıcaklığının veya çekirdek sıcaklığının bazı harici yollarla yükseltilmesini içerir (Bishop, 2003b). Bu tür ısınma ile vücutta anlamlı değişiklikler oluşturulamaz (Çelebi ve Zergeroğlu, 2017). Masaj da pasif ısınmada kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır. Genel olarak masaj, bazı spesifik problemleri tedavi etmekten ziyade yarışmaya hazırlanmak, yarışmalar arasında, yarışmadan sonra toparlanmaya yardımcı olmak gibi amaçlarla antrenmanlarda kullanılmaktadır (Çolak ve Çetin, 2010). Pasif ısınma, enerji substratlarını tüketmeden aktif

ısınmayla elde edilen kas veya çekirdek sıcaklığındaki artışın elde edilmesini sağlar (Bishop, 2003a). Pasif ısınma kas hareketleri olmadan yani enerji harcanmadan uygulanabildiğinden sporcular tarafından nadiren de olsa tercih edilmektedir (Bishop, 2003b; Hazar ve diğerleri, 2018).

Özel ısınma

Özel ısınma sporda en yaygın olarak uygulanan tiptir ve sportif aktivitedeki hareketlerin benzerleri gerçekleştirilir. Spora özgü ısınmalar, sinir yollarını hazırlayarak ve nöromüsküler aktivasyonu artırarak genel bir ısınma stratejisine göre ek ergojenik faydalar sağlar (McGowan ve diğerleri, 2015). Spesifik ısınma spordaki en yaygın uygulanan yöntem olarak kullanılmaktadır. Uygulamalar egzersizde yer alan hareketlerin benzerleri ile gerçekleştirilir. Bazı deneysel çalışmalarda özel ısınmanın daha etkili bir yöntem olduğunu, kas ısısındaki artış ve sinir sisteminin işlevinin artarak performansın geliştirilmesine katkıda bulunabileceği belirtilmiştir. Isınma ile artan kas ısısının merkezi sinir sistemi fonksiyonunu geliştirdiğini ve sinir uyarılarının iletim hızını arttırdığını göstermiştir. Ayrıca sinir sistemi fonksiyonunun gelişimi, yüksek düzeylerde kompleks vücut hareketleri gerektiren görevler veya çeşitli uyaranlara karşı hızlı tepkiler verilmesi gereken görevler için özellikle önemlidir (Çelebi ve Zergeroğlu, 2017).

2.12.2. Germe egzersizleri

Isınma periyodu içerisinde genellikle germe egzersizleri de yer alır (Çelebi ve Zergeroğlu, 2017). Germe egzersizlerinin fizyolojik ve performans artırıcı birçok etkileri mevcuttur. Başlıca etkileri şunlardır;

- Fiziksel kapasiteyi geliştirir.
- Sportif hareketlerin öğrenilmesi ve yapılmasını kolaylaştırır.
- Kasın biyomekanik karakteristiklerini değiştirerek eklem hareket açıklığını artırır.
- Mental ve fiziksel gevşemeye katkıda bulunur.
- Dikkatin gelişimine katkıda bulunur.
- Eklem, kas ve tendonun yaralanma riskini azaltır.
- Kas katılık ve gerginliğini azaltır.
- Bağ dokunun kolay hareket etmesini sağlayan kimyasal madde oluşumunu uyarır.

- Menstürasyondaki ağrıyı azaltır (Çelebi ve Zergeroğlu, 2017).

Bilinen dört germe türü vardır; statik germe, dinamik germe, balistik germe ve proprioseptif nöromusküler fasilitasyon (PNF) dir.

- *Statik germe* hakkında yaralanmayı azaltıcı ve performansı artırıcı potansiyelini gösteren ikna edici sınırlı bilimsel kanıtlar vardır. Buna rağmen, statik germe genç ve yaşlı popülasyonlar için genel olarak kabul gören bir etkinlik öncesi uygulamadır (Faigenbaum, Bellucci, Bernieri, Bakker ve Hoorens, 2005). Isınma rutinlerinde en yaygın kullanılan uygulama statik germe tekniğidir. Diğer tekniklere göre uygulaması daha kolay ve güvenli görüldüğü için tercih edilmektedir. Ancak son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar, akut statik germenin kuvvet ve güç üretimini azaltabileceğini, bunun sıçrama, sprint ve kuvvet dayanıklılığı sırasındaki kas performansı üzerinde zararlı bir etki yaratabileceğini göstermiştir (Bacurau ve diğerleri, 2009).
- *Dinamik germe* egzersiz protokollerinin çeşitli varyasyonları bulunur. Dinamik germeler her eklem için aktif hareket genişliği boyunca kontrollü hareketi içeren, çoğu sürekli ve ritmik hareketlerden oluşur (Köse, Yıldırım ve Kin İşler, 2021). Dinamik germe; genellikle germe egzersizi yapılacak kas grubunun antagonist kaslarının kasılmasıyla ve eklem hareket açıklığının normal sınırlarını zorlamaksızın yapılan kontrollü hareketler olarak yapılır (Şerefoğlu, 2016).
- *Balistik germe* vücut ağırlığı kullanılarak ve eklem hareket açıklığının ötesinde gerçekleşen, kas grubunu ani hareketlerle zorlamak amacıyla yapılan, düzensiz salınım ve sıçrama hareketlerini içeren germe egzersizleridir (Menek, Yılmaz Menek ve Tarakcı, 2021). Balistik germe tam uzunluğa ulaştıkça kas-tendon ünitesi üzerindeki gerilme kuvvetini arttırmak için sıçrama hareketleri yoluyla geliştirilen momentumu kullanır. Bu germe yöntemi, kas-tendon ünitesinin uzayabilirlik sınırlarını kontrolsüz ve yıkıcı bir şekilde zedeleyebileceğinden, yaralanmaya neden olma olasılığı en yüksek olan yöntem olarak kabul edilir. Hızlı hareketler muhtemelen gerilmiş kasta güçlü bir miyostatik germe refleksini harekete geçirir. Böylece kas geriliminde ortaya çıkan ani artışla kasın uzatılma derecesini azaltır ve kas veya tendonun yaralanma olasılığını artırır (Nagarwal ve diğerleri, 2010).
- *PNF*, proprioseptif nöromusküler fasilitasyon kelimelerinin baş harfleri ile oluşur. Bu yöntemin asıl amacı sinir-kas mekanizmasındaki iletişimi kolaylaştırmak ve güçlendirmektir. Vücudun gerilme refleksinden faydalanarak sinerjist kaslarının

proprioseptörlerinin uyarılmasından yararlanır. Kaslar arasında koordinasyon bozukluğu varsa uyarımlar hareket eden kaslardan kaynaklanır ve bu olay “Proprioseptif fasilitasyon” olarak adlandırılır. Fasilitasyon (Facilitation) “kolaylaştırma” anlamına gelir. PNF teknikleri fizyoterapistlerce nöromüsküler mekanizmadaki yetersizlikleri gidermek veya güçlendirmek üzere uygulanmaktadır. Bu rahatsızlıkların başında kas zayıflığına bağlı hareketsizlikler, koordinasyon bozuklukları, kas spazm ve spastisiteleri vb. rahatsızlık gelmektedir (Kasap, 1990).

2.13. Miyofasyal Gevşeme (MFG)

Miyofasyal sistem, vücuttaki tüm kasları, organları, bezleri ve hücreleri saran, dolaşım, sinir ve kas-iskelet sistemi ile sindirim sistemini çevreleyen, koruyucu 3 boyutlu bağ dokusu ağ matrisidir (Okamoto, Masuhara ve Ikuta, 2013). Bu, yağ dokusu, nörovasküler kılıflar, aponevroz, derin ve yüzeysel fasya, eklem kapsülleri, bağlar, membranlar, meninksler, miyofasyal genişlemeler, periosteum, retinakulum, tendonlar, iç organ fasyası ve endomisyum, perimisyum ve epimisyum dahil tüm kas içi ve kaslar arası bağ dokuları gibi unsurları da içerir (Martínez-Aranda ve diğerleri, 2024). Miyofasyal sistem tüm organlara, kaslara, kemiklere ve sinir liflerine nüfuz eder ve onları çevreler. Bu sayede vücuda fonksiyonel bir yapı kazandırır ve tüm vücut sistemlerinin entegre bir şekilde çalışmasına olanak sağlayan bir ortam oluşturur (Martínez-Aranda ve diğerleri, 2024).

Fasyal kısıtlamalar genellikle yaralanma, hastalık, hareketsizlik veya iltihaplanmaya yanıt olarak meydana gelir ve fasyal dokunun elastikiyetini kaybetmesine ve susuz kalmasına neden olduğu bilinmektedir. Fasya elastikiyetini kaybedip susuz kaldığında, fasya travmatize olmuş bölgelerin çevresine yapışarak fibröz bir yapışıklığın oluşmasına neden olabilir (Martínez-Aranda ve diğerleri, 2024).

MFG tedavisi, Barnes tarafından fasyal doku katmanları arasında görülen kısıtlayıcı engellerin veya fibröz yapışıklıkların azaltılmasına yardımcı olmak için geliştirilen bir manuel terapi tekniğidir. Kendi kendine miyofasyal salınım olarak adlandırılan yeni bir SMR tekniği, yumuşak doku kısıtlamalarının tedavisinde giderek daha yaygın bir uygulama haline gelmiştir (Martínez-Aranda ve diğerleri, 2024). MFG, miyofasyal kısıtlamaları tedavi etmek ve kasları, tendonları, bağları, fasyayı ve/veya yumuşak doku uzayabilirliğini eski haline getirmek için kullanılmaktadır. Bu tür bir gevşeme yalnızca kasları ve tendonları

germekle kalmaz, aynı zamanda yumuşak doku yapışıklıklarını ve yara dokusunu da gevşetebilir böylece germe veya masajın sağladığı faydalara benzer faydalar sağlayabilir (Okamoto ve diğerleri, 2013).

Fibröz yapışıklıkların; ağırlı olduğu, eklem hareket açıklığı, kas uzunluğu, nöromusküler hipertoniye ve azalmış güç, dayanıklılık ve motor koordinasyonu gibi pek çok normal kas mekaniğini engellediği ve yumuşak doku uzayabilirliğini azalttığı bilinmektedir. Miyofasyal salınım, yapısal entegrasyon, osteopatik yumuşak doku teknikleri, masaj, tetik nokta salınımı, kas enerjisi tekniği ve diğerleri gibi farklı prosedürleri içerir. Bunların çoğu hastanın terapistle bağımlı olduğu pasif tekniklerdir (Sulowska-Daszyk ve Skiba, 2022).

MFG sıkı yumuşak dokulara odaklanır. Gerginliğin kaynağı kas spazmı, yumuşak doku yapışıklıkları, skar dokusu olabilir. Fasyanın değişime açık (tikotropik) özelliği doku uzayabilirliğini arttıran bir mekanizmadır. Fasyanın lifleri birçok yöne doğru uzanmaktadır ve bu özelliğinden dolayı da çevredeki dokularla birlikte hareket etme kabiliyetine sahiptir. Zincirlerle bağlı olduğundan bir bölgede fasya gerildiğinde vücudun diğer bölgesinde gerginlik, kısıtlama meydana gelebilir (Sandhya, 2015).

2.14. Kendi Kendine MFG (SMR)

MFG içindeki özel bir teknik, SMR'dir. Yukarıda belirtilen tekniklerin aksine SMR, bir terapist yerine uygulayıcı tarafından bağımsız olarak gerçekleştirilir ve kısıtlı yumuşak dokuya basınç uygulamak ve germek için hastanın vücut kütlelerinden, masaj topları veya köpük rulolar gibi özel aletlerden yararlanır. SMR tekniğinde kullanılan köpük silindirler, çeşitli doku, boyut ve yoğunlukta köpükten yapılmış silindirlerdir (Sulowska-Daszyk ve Skiba, 2022).

SMR, yumuşak dokunun biyomekanik olarak yüklenmesi ve kaslar, tendonlar ve fasyadaki mekanoreseptörlerin uyarılması ile uygulanan manuel terapi tekniğinden geliştirilmiştir. SMR, fasyadaki hassas bir bölgeye hafif ve sürekli basınç uygulanarak gerçekleştirilir. Bu uygulanan basınç sırasında doku gevşeyerek ve fasyanın serbest kalmasına izin verir. Bu esnada belirli bir süre pozisyon ve yük korunur (Fairall, Cabell, Boergers ve Battaglia, 2017).

Kendi kendine yardımsız yapılan miyofasyal salınım olarak adlandırılan SMR bir miyofasyal gevşetme tekniğidir ve yumuşak doku kısıtlılıklarını rehabilite etmek için kullanılan yaygın bir uygulama haline gelmiştir. SMR, MFG ile aynı prensipler altında çalışır. İki teknik arasındaki fark, yumuşak dokuya manuel terapi uygulayan bir terapist yerine, kişilerin yumuşak dokuya baskı uygulamak için kendi vücut ağırlıklarını bir köpük rulo üzerinde kullanmalarındır (Beyleroğlu ve diğerleri, 2021).

SMR, uygulayıcının belirli bölgelerine kendi vücut ağırlığıyla baskı uygulamasına dayanan bir teknik olarak bilinmektedir. Bu SMR, farklı dokulara, boyutlara ve hatta titreşim özelliklerine sahip olabilen bir köpük rulo (FR) ile zeminde yuvarlanarak gerçekleştirilir. Uygulamalarda silindir masajı (RM), lakros topları, masaj tabancası (Theragun) ve tedavi edici baston veya tetik nokta terapi (Thera cane) masaj aleti gibi yaygın olarak kullanılan başka araçlar da vardır (Martínez-Aranda ve diğerleri, 2024).

Masaj, sağlık ve performansa yönelik sözde faydalar için binlerce yıldır kullanılmaktadır. Self-miyofasyal salınım (SMR), son zamanlarda sporcular ve antrenörler arasında popüler hale gelen, köpük rulo, oklava tarzı masaj aleti veya lakros topu gibi bir alet kullanılarak birey tarafından en yaygın olarak gerçekleştirilen bir masaj şeklidir (Richman ve diğerleri, 2018).

Tenis topları, sağlık topları, köpük rulolar, sopaların kullanımı hareketliliği ve hareket aralığını arttırma, aşırı aktif kaslarda kas tonusunu azaltmak, hareket kalitesini arttırmak gibi etkilerinden dolayı köpük silindirler fitness yapanlarda ve sporcularda gittikçe daha da popüler hale gelmektedir (Sandhya, 2015).

SMR tekniği, kasın proksimal kısmından başlayarak kasın distal kısmına doğru veya tam tersi yönde ilerleyen, yoğun bir köpük silindirin üzerinde ileri geri küçük dalgalanmalar içerir. Bu küçük dalgalanmalar yumuşak doku üzerine doğrudan ve kapsamlı bir baskı uygular. Dokuyu gerer ve vücudun yumuşak dokusu ile köpük rulo arasında sürtünme yapar. Dalgalanmalardan kaynaklanan sürtünme sayesinde fasya ısınır ve bu sayede fasyanın daha akışkan bir form almasını teşvik eder, fasya katmanları arasındaki fibröz yapışıklıkları azaltarak yumuşak dokuyu onarır (MacDonald ve diğerleri, 2013). Miyofasyal tetik noktalar durumunda, SMR tekniğinde, tetik noktalar üzerinde sürekli kompresyon sağlamak için ağırlı alan üzerinde yoğunlaşılır (Sulowska-Daszyk ve Skiba, 2022).

Fasyal elastikiyetinin doku hidrasyonuna bağılı olduğu bilinmektedir. Dokular ne kadar hidrate olursa, sertlikleri de o kadar az olur. Fasyanın daha az elastik olduğu bazı kısımlar, fibröz yapışıklıklar ve kısıtlamalar nedeniyle daha az hidratlıdır. SMR tekniği fasyanın esnekliğini ve hidrasyon derecesini arttırmaya izin verir. Yuvarlandıktan sonra fasya üzerindeki basınç azaldığında, çevredeki dokulardan, ayrıca lenfatik ve damar ağlarından yeniden su akışı olur (Sulowska-Daszyk ve Skiba, 2022).

SMR tekniğinde uygulanan kompresyon sayesinde, su içeriğindeki geçici değişiklik ile fasyal elastikiyet artırılabilir. Uygulama sonrasında lokal kan akışı artar. Bu da metabolitlerin uzaklaştırılmasını ve oksijen verilmesini kolaylaştırır. Uygulanan bu teknik dokuyu ısıtır. Fasya katmanları içindeki kısıtlamaları ortadan kaldırır ve yumuşak doku elastikiyetini geri kazandırır. İnflamasyon durumunu da azaltmaktadır. Yumuşak doku üzerindeki baskı, mekanoreseptör uyarımına da yol açar ve bu da daha sonra kas ve fasya gerilimini azaltabilir (Russo ve diğerleri, 2023).

SMR ile ilgili olarak, literatürde yer alan ana fayda, atletik parametreleri azaltmadan veya büyük kontrendikasyonlara veya olumsuz etkilere yol açmadan performansın ve iyileşmenin artmasıdır (Ferreira, Martins ve Gonçalves, 2022).

Eğer kişinin vücudu iyi eğitilmişse, yani optimal düzeyde elastik ve esnekse, o zaman etkili bir performans sergileyebileceğine inanılmaktadır. Bunun sonucunda da yüksek düzeyde yaralanmaları önleyebileceği düşünülmektedir (Schleip ve Müller, 2013).

Bu tür müdahalenin insan vücudu üzerindeki olası etkileri dört kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar biyomekanik, fizyolojik, nörolojik ve psikolojik olarak sıralanabilir (Richman ve diğerleri, 2018). Duncan'a (2014) göre MFG'nin avantajlarından bazıları şöyle sıralanmaktadır: Temel maddedeki su hacminin (bağılı su) artması (besin ve atık değişimi) nedeniyle sağlıkta genel artışa neden olur. Gevşemenin ve refah duygusunun teşvik edilmesi sağlanır. Genel ağrı ve rahatsızlığın ortadan kaldırılması; propriyosepsiyon ve iç algının artmasına neden olur. Eklem hareket açıklığı ve kas fonksiyonunu yeniden oluşturur ve iyileştirir. Geliştirilmiş sindirim, emilim ve eliminasyonu sağlar. Dengenin yeniden sağlanması ve doğru duruşun desteklenmesi sağlanır. Yaralanmalarda iyileşme ve rehabilitasyonu kolaylaştırır. Hareketliliği ve performansı artırmak için atletik veya spor antrenman rutini ve bakım programının bir parçası olarak kullanılabilir (Duncan, 2014).

2.15. Kas Kasılma Mekanizması ve Kas Kasılması Tipleri

Kaslar, kimyasal enerjiyi hem mekanik (kinetik) enerjiye ve hem de ısı enerjisine çeviren biyokimyasal makinelerdir. İnsan vücudundaki tek en büyük bütün dokuya sahip olan kaslar; vücut kütlesinin doğumda yaklaşık %25'i, gençlik ve erişkinlikte %40'ın üzeri ve yaşlılıkta ise %30'dan biraz azını oluşturur. İnsan vücudundaki kas sisteminde; kalbi oluşturan kalp kası (kardiyak kaslar), iç organlardaki düz (beyaz) kaslar ile tendonlar ile iskelete bağlanan çizgili (kırmızı veya iskelet) kaslar bulunur (Serbest ve Eldoğan, 2014).

İstemli hareketin gerçekleştirilmesinde temel görevleri gerçekleştiren iskelet kasları lokomotor sistemin bileşenlerindendir. Bu sebeple kasların yapısını, fonksiyon ve etkileşimlerini anlamak organizmanın hareketini ve bunlara bağlı olan birçok farklı parametreleri (güç, performans, yaralanma vb.) kavramak açısından gereklidir (Örteş ve Arslan, 2021).

- Her bir kas lifi miyofibril (miyofiber) olarak adlandırılan hassas tellerden oluşur.
- Her kas tendonlar aracılığıyla kemiğe bağlanır.
- Kas demetleri içindeki liflerden meydana gelir.
- Her lif, miyofibrillerden oluşur.
- Kasılmanın gerçek birimi sarkomer'dir.

Kas kısılması sarkomerde bulunan aktin ve miyosinin kayma hareketleriyle meydana gelir. Aktin ve miyosin miyofibrillerin kasılan bölümüdür. Titin ve nebulin ise miyolif hücrelerinin bir parçasıdır. Miyofibriller kasılmanın ana elemanlarıdır. Aktin, önce liflerin ana bileşeni olup, çift helis şeklindedir ve birbirlerinin etrafına sarılı iplikler şeklinde görünür. Sarmal şeklinde iki ilave protein olan troponin ve tropomiyosin ise aktin helisin oluşumunda yer alan iki önemli bileşendir. Bu proteinlerin görevleri kasılma esnasında aktin ve miyosin lifleri arasındaki birleşme ve ayrılmayı düzenler (Serbest ve Eldoğan, 2014).

Kayan filamentler hipotezi (sliding filament hypothesis), mikro ölçekteki kas üniteleri içinde gerçekleşen yapısal aktiviteler ile hem kimyasal hem de mekanik etkileri göz önüne alan, kas kasılmasını açıklamak için kullanılan referans yaklaşımdır. Bu hipoteze göre kas kasılması, kas lifleri içerisinde birbirine paralel olarak iç içe geçmiş şekilde uzanan filamentlerin aralarındaki hareketleri sonucu meydana gelir. Kasların en küçük kuvvet üreten

fonksiyonel üniteleri sarkomerdir. Miyozin (kalın filament) ile aktin (ince filament) moleküllerinin birbirleriyle etkileşimleri ile hareket etmesi sonucu kuvvet üretilir (Örteş ve Arslan, 2021).

Bir kasın kendi motor sinirinden gelen tek bir uyarıya verdiği tepki seçirme, kaydedilebilen kas aktivitesinin temel ögesi olarak bilinir. Uyarım sonrası kas lifindeki gerginlik artmaya başlamadan hemen önce birkaç milisaniyeden oluşan bir gecikme periyodu vardır. Bu periyot elastik bileşenlerin kısılması için gerekli zamanı sağlar. Gerilmenin başlangıcından itibaren tepe gerilme noktasına kadar geçen zaman kasılma zamanıdır ve bu tepe gerilmeden sıfır gerilime kadar olan süre gevşeme zamanıdır (Serbest ve Eldoğan, 2014).

Kasılma sırasında üretilen kuvvet, kemikli kısım üzerindeki tendona bağlı kas tarafından kullanılır. Kasa uygulanan dış kuvvet direnç ya da yük olarak adlandırılır. Kas kendi kuvvetini uygularken ilgili eklem üzerinde moment veya tork meydana getirir. Kas kasılması, oluşan kas içi gerginliği ve kas direnci veya üretilen kas momenti arasındaki ilişkiler bakımından aşağıdaki gibi sınıflandırma yapılabilir (Serbest ve Eldoğan, 2014).

Hareket yalnızca bir kasın aktive olması sonucu oluşmaz birçok uzuv ve vücut hareketlerinde kas grupları tek bir hareketi gerçekleştirebilmek için birlikte kasılırlar. Hareketin oluşumu sırasında en büyük katkıda bulunan kaslar agonist kaslardır ve en önemli görev de bu kaslara aittir. Kontrollü hareketlerin gerçekleştirilmesi için kas gruplarının ortak olarak görev aldığı başka yollar da bulunmaktadır. Sinerjist kaslar olarak adlandırılan bu kaslar; eklemi sabitleyerek ve hareket süresinde istenmeyen düzensizlikleri engelleyerek harekete indirek olarak katılırlar. Sinerjist kaslar agonist kaslarla aynı anda aktive olmak suretiyle agonist kaslara yardımcı olarak veya hareketi gerçekleştiren uzvu sabit tutarak stabilizasyonunu sağlarlar. Bu şekilde agonist kaslar daha etkili bir şekilde çalışırlar (Cerrah, Ertan ve Soylu, 2010).

2.15.1. İzokinetik kasılma

İzokinetik kasılma ekstremitenin bir eklem etrafında sürekli ve belirli bir hızda hareket ettiği kas kasılmasıdır. Hareket hızı özel bir dinamometre ile sürekli aynı hızda kalırken, dinamometre direnci hareket boyunca her açıda uygulanan kuvvet ile eşittir. Bu yöntem dinamik hareketlerdeki kassal kuvvet ölçümlerine olanak verir ve optimal bir yüklenme

sağlar. İzokinetik çalışmalarında kuvvet veya hız tanımların kullanılması uygun değildir. Bunun yerine açısal hıza karşılık gelen tork (torque) terimi kullanılır. Bir nokta veya eksen etrafında oluşan kuvvete tork denir ve kuvvetin birimi newton/metre (Nm) veya foot/pound olarak gösterilir. Kapalı kinetik zincirde açısal hızdan söz edilemez. Bu yüzden açısal hız terimi, açık hareket testi olan açık kinetik zincir için daha uygundur (Gürol ve Yılmaz, 2013).

Başka bir ifadeyle izokinetik kasılmalarda gerilim kasta tüm hareket açısı boyunca maksimal şekilde meydana gelir. Kas kısaldığı anda harekete karşı direnç artar ve böylece kastaki gerilim de artar. Kasta oluşan hem bu gerilim ve hem de hareketin hızı tüm eklemde sabittir (Cerrah ve diğerleri, 2010)

2.15.2. İzometrik kasılma

Kas kuvvet üretmeye başladığında eğer dış kuvvetler kasın ürettiği ile aynı büyüklükte ise kasın gerimi artarken uzunluğunda bir değişim meydana gelmez. Bu tür bir kasılma izometrik kasılma olarak adlandırılır (Cerrah ve diğerleri, 2010). Ayrıca kaslar, ilgili eklem hareketinin oluşmasına her zaman doğrudan katkı sağlamazlar. Kaslar harekete mâni olacak şekilde de çalışabilirler. Bu duruma yer çekimine karşı vücudun dik duruşunu koruması örnek olarak verilebilir. Bu durumda kaslar kısılmaya çalışırlar ancak yükün ve hareketin üstesinden gelemeyiz. Bunun yerine sabit olarak kasılarak yüke destek olurlar (Serbest ve Eldoğan, 2014).

2.15.3. İzotonik kasılma

İzotonik kasılma ise; sabit bir dirençte kas boyu kısılırken aynı miktarda kas gerilimi üreten bir kasılma şeklidir (Cinel, 2005). İzotonik kasılma, eksantrik ve konsantrik kasılma olmak üzere ikiye ayrılır;

Eksantrik kasılma

Eğer dış kuvvetler kasın ürettiği kuvvetten daha fazla olursa kasın boyu uzar ve gerimi artar. Bu tür kas kasılmaları eksantrik kasılma olarak adlandırılır (Cerrah ve diğerleri, 2010). Bir kas yeterli gerginlik üretilmediğinde ya da dış yükün üstesinden gelemeydiğinde kısılacığı yerde devamlı olarak uzar. Bu durumda net kas momenti, eklem açısı değişiminin tersi

yönünde oluşur. Eksantrik kasılmanın başka bir amacı da eklem hareketini yavaşlatmaktır. Örneğin basamak inerken quadriseps kası eksantrik olarak kasılarak diz fleksiyonunu yavaşlatır. Bu şekilde gövde yavaşlatılır (Serbest ve Eldoğan, 2014).

Konsantrik kasılma

Eğer dış kuvvetler kasın ürettiği kuvvetten daha küçük olursa kasın boyu kısalır ancak gerimi değişmez. Bu tür kas kasılmaları ise konsantrik kasılma olarak adlandırılır (Cerrah ve diğerleri, 2010).

Kaslar vücut uzuvlarının direncinin üstünde bir gerginlik ürettiğinde kısalırlar ve eklemlerde hareket olur. Kaslar tarafından üretilen net moment ise eklem açısının değişimi ile aynı yöndedir. Konsantrik kasılmaya örnek olarak basamak çıkarken quadriseps kasının hareketi gösterilebilir (Serbest ve Eldoğan, 2014).

Fiziksel aktiviteler sırasında uzuvların birçoğu, eksantrik ve konsantrik kasılmaların eşit bir olarak aktiviteye katılmasıyla hareket ederler. Ancak, iskelet kasları en fazla güç ve kuvveti eksantrik kasılma sırasında üretirler. Bunu sağlayan iki temel farklılık vardır. Birincisi; belli bir kuvveti üretirken eksantrik kasılmalarda konsantrik kasılmalara oranla daha az motor ünite aktiviteye katılır. İkincisi ise eksantrik egzersizlerde konsantrik egzersizlere oranla daha az oksijen üretimi meydana gelir. Bu bulgular açık bir şekilde her iki egzersiz türünde oluşan girdi/çıkış ilişkisinin çok farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca mekaniksel etkinlik eksantrik egzersizlerde konsantrik egzersizlere oranla birkaç kat daha fazladır (Cerrah ve diğerleri, 2010).

2.16. İzokinetik Kuvvet

İzokinetik kuvvet, sabit bir hızda oluşan kasılma anında geliştirilebilen en yüksek tork (döndürme momenti) değeri olarak tanımlanmaktadır (Şahin, 2010).

2.16.1. İzokinetik kuvvet ölçüm yöntemleri

İzokinetik dinamometre, sabit açısal hız hareketleri sırasında uygulanan eklem momentinin ölçülmesidir. Bu ölçümde dinamik kas kuvvetinin ve genel olarak fonksiyonun değerlendirilir.

Profesyonel spor ve egzersizde kas ve eklem fonksiyonlarının değerlendirilmesi, performans ve sakatlıkların belirlenmesi ve rehabilitasyon amacıyla gereklidir (Baltzopoulos ve Brodie, 1989; Kellis ve Baltzopoulos, 1995). İzokinetik dinamometre, yaralanmaların önlenmesi ve kas, tendon ve eklem mekaniği üzerine temel araştırmalar yapmak, modelleme ve simülasyon için yaygın uygulamalara sahiptir. İzokinetik dinamometreler, belirli koşullar altında dinamik kas ve eklem fonksiyonunun değerlendirilmesine olanak tanır (Baltzopoulos, 2008).

İzokinetik dinamometre, egzersiz ve testlerin en güvenli araçlardan biridir. Önceden ayarlanan açısal hıza ulaşıldığında direnç momenti uygulanan net momente eşit olur. Eklem ve kaslar sabit (izokinetik) hareket aralığı boyunca maksimum kapasitelerine kadar yüklenme yapar (Baltzopoulos, 2008). İzokinetik dinamometrede kişi ne kadar kuvvet uygularsa uygulasin hareket eden segmentin hızı, önceden belirlenen hızı aşamamaktadır. Katılımcı mevcut dinamometre hızının üzerine çıkmaya teşebbüs etmedikçe, cihaz tarafından bir direnç uygulanmaz. İzokinetik dinamometrelerin bu özellikleri nedeniyle kas ve ligament yaralanması olan hastaların rehabilitasyonunda güvenlik sağlamaktadır. Bu cihazlar kas kuvvetini, gücünü ve dayanıklılığını objektif olarak ölçme imkânı sağlar (Şahin, 2010). Farklı açısal hızlarda ve eklem konumlarında uygulanan eklem momentinin ölçümleri aynı zamanda farklı popülasyonlardaki katılımcılarda çeşitli eklemler için moment hızı ve moment konumu ilişkilerinin kurulmasını sağlamaktadır (Baltzopoulos, 2008).

İzokinetik kuvvet cihazları, kuvvet uygulama bağlantısı, manivela, dinamometre, koltuk, kontrol ünitesi ve diz, dirsek, bel, omuz vb. testleri uygulamak için gerekli dinamometreye bağlantı yapılan özel adaptörler gibi parçalardan oluşurlar. İzokinetik dinamometreler, sabit hızlı hareketlerde tork kaydı oluşturur. Güç çıktısı, operatörün önceden belirlenen hızında kayda alınır. Programda açısal pozisyon verisinden belirlenen, açısal hız ve tork değeri güç hesaplamasında kullanılır. İzokinetik kuvvet cihazı 1960'lann sonlarına doğru geliştirilmiştir. Dinamometreler kasılma süresi ve maksimum kasılma yoğunluğu

sağlamasına rağmen kasın doğal hızlanma-yavaşlama evresini engellediği de düşünülmektedir. Aynı zamanda önemli ölçüde maksimum kuvvet kazanımı sağladığı belirtilmiştir. En çok bilinen dinamometreler ise Biodex, Cybex, Kin-Com, Lido, Merac ve Isomed marka sistemlerdir (Gürol ve Yılmaz, 2013).

Maksimum tork

İzokinetik maksimum tork, dinamik koşullarda uygulanabilen kas torkunun bir göstergesi olarak kullanılır. Genellikle 2-6 maksimum tekrar arasında değerlendirilir. Maksimum tork, bağlantının açısal konumuna bağlıdır. Maksimum güç de hesaplanabilir (Bartlett, 2007).

Agonist/antagonist kas grubu oranı

Agonist/antagonist kas grubu oranı, yaş, cinsiyet ve fiziksel uygunluktan etkilenen bir eklem çevresindeki kas gücü dengesinin bir göstergesidir. Antagonist hareketlerde (örneğin fleksiyon ve ekstansiyon) kaydedilen maksimum torkların, örneğin quadriceps femoris kas grubu oranına hamstring kas grubu oranıdır (Bartlett, 2007).

Maksimum tork konumu

Eklemlerin maksimum torktaki açısal pozisyonu, maksimum tork pozisyonudur. Maksimum tork konumu aktive edilen kas grubunun mekanik özellikleri hakkında bilgi verir. Maksimum tork konumu açısal hızdan etkilenir. Açısal hız arttıkça bu konum, mekanik olarak optimal eklem konumunda değil, hareket aralığında daha sonra ortaya çıkma eğilimindedir ve bu nedenle maksimum torkun yanı sıra maksimum tork konumunu da belirlemek oldukça önemlidir (Bartlett, 2007).

İzokinetik koşullar altında kas dayanıklılığı

İzokinetik koşullar altında kas dayanıklılığı genellikle bir 'yorgunluk indeksi' ile değerlendirilir. Kas grubunun hareketi zaman içinde önceden belirlenmiş açısal hızda gerçekleştirme yeteneğinin bir göstergesini sağlar. Standartlaştırılmış bir test protokolü veya test süresi olmamasına rağmen, 30-50 tekrar veya toplam 30-60 saniyelik bir sürenin kullanılması önerilmektedir. Yorulma indeksi daha sonra testin başlangıç ve son periyotlarında kaydedilen maksimum torkların oranı olarak ifade edilebilir (Bartlett, 2007).

2.16.2. Omuz IR ve ER izokinetik kuvveti

Glenohumeral eklem birçok düzlemde geniş bir hareket aralığına sahiptir. Glenohumeral eklemin eksenli fleksiyon/ekstansiyon ve abduksiyon/addüksiyon hareketlerinde yaklaşık 8 cm hareket eder. Omuz izokinetik dinamometrisi 1980'den bu yana klinik uygulamada giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır (van Meeteren, Roebroeck et Stam, 2002). Omuz izokinetik ölçümleri omuzun fonksiyonel değerlendirmesinde ve rehabilitasyon sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu ölçümler, omuzun kas dengesini ve kuvvetini değerlendirmek için kullanılmaktadır (Ölçücü, Erdil, Karahan, Altıncık ve Kandemir, 2011). Omuz ekleminin izokinetik ölçümleri oturarak, ayakta durur pozisyonda, sırtüstü yatma pozisyonunda ve omuzun farklı abduksiyon ve ekstansiyon açılarıyla birkaç farklı pozisyonda yapılmaktadır (Elsner, Pedegana ve Lang, 2024; van Meeteren ve diğerleri, 2002). Ancak hangisinin en iyi veya en güvenilir pozisyon olduğu bilinmemektedir. Dönme hareketi genellikle omzun 90° abdüksiyonu veya 90° ekstansiyonu ile yapılır. En yüksek tork nötr pozisyonda, yani omuzun abduksiyon ve ekstansiyonu olmadan oturmada görülür (Elsner ve diğerleri, 2024)

Omuz ekleminin izokinetik ölçümlerinde önceden ayarlanmış açısal hızın seçimi bilimsel olmaktan ziyade araştırmacının tasarımına bağlıdır. Düşük ve yüksek açısal hızlar sıklıkla kullanılmaktadır. Buradaki düşünce, düşük açısal hızın maksimum istemli kasılmayla, yüksek açısal hızın ise fonksiyonel aktivitelerde önemli olan kas koordinasyonu ile ilişkili olduğudur. Kullanılan açısal hızlar genel olarak 60°/saniye, 180°/saniye ve bazen 300°/saniye'dir. Kollarını kullanan ve baş üstünden fırlatma veya topa vurma yapan sporcular için sıklıkla yüksek açısal hızlar (>180°/saniye) kullanılır (van Meeteren ve diğerleri, 2002).

2.16.3. Voleybolda izokinetik kuvvet ve ilgili araştırmalar

Üst düzey bir voleybolcu, küçük yaşlardan itibaren teknik becerilerini mükemmel bir seviyeye getirmek için yoğun çaba harcar. Elit seviyedeki oyuncular, antrenman veya müsabaka boyunca sahip oldukları teknik becerilerini ve fiziksel kondisyon parametrelerini yüksek seviyede tutmayı hedefler. Voleybolda kuvvet, antrenman ve maçlarda dikkat çeken bir fiziksel kondisyon parametresidir. Oyuncuların kas kuvvetlerinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi hem bireysel performanslarının artırılması hem de olası sakatlıkların

ortadan kaldırılması gibi nedenlerle önemlidir. İzokinetik sistemlerle yapılan testler, farklı kas gruplarının değerlendirilmesi, güvenilir ve objektif dijital sonuçların sağlanması ve oyuncuların performansının ölçülmesi amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. İzokinetik değerlendirme sırasında kasılan kaslar, tüm hareket derinliği boyunca uygulanan kuvvete eşit bir dirençle karşılaşır. Bu sayede fizyolojik yükleme limitleri içerisinde kalarak kas, tendon ve bağ yaralanma riski olmadan güvenilir bir ölçüm yapılmasına olanak sağlanmaktadır (Aka ve diğerleri, 2019).

Kas dengesizlikleri nedeniyle dinamik stabilizasyondaki sınırlamalar, glenohumeral ekleminde yaralanma olasılığını artırabilir (Stickley, Hetzler, Freemyer ve Kimura, 2008).

Wang ve diğerleri (2000) tarafından elit voleybolcuların dominant ve dominant olmayan omuzlarındaki omuz rotator kaslarının kuvvet ve hareketliliklerindeki farklılıkları değerlendirmek amacıyla yapılmış olan çalışmaya on milli erkek (ortalama yaş 20.4 ± 1.2) voleybolcu dahil edilmiştir. İzokinetik kas kuvveti testleri dominant ve non-dominant omuz üzerindeki eşmerkezli ve eksantrik parametre ölçümleri, Kin-Com AP Kas Test Sisteminde (Chattecx Corp, Hixson, Tennessee, ABD) $60^\circ/\text{s}$ ve $120^\circ/\text{s}$ hızlarda gerçekleştirilmiştir.

Stickley ve diğerleri (2008) 38 adölesan kadın voleybol oyuncusunda rotator cuff'un medial ve lateral izokinetik ZT ile beceri düzeyleri arasında ve omuz yaralanması öyküsü olan ve olmayan sporcular arasında karşılaştırmak amacıyla omuzun medial ve lateral rotatorlarının eşmerkezli ve eksantrik ZT ölçmüştür.

Statik, dinamik ve PNF germe egzersizlerinin alt ve üst ekstremité izokinetik kuvvetine akut etkilerinin incelendiği bir diğer çalışmada (Ergin ve Bereket Yücel, 2011), 22 erkek voleybolcunun (ortalama yaş 18.5 ± 1.1 yıl) alt ve üst ekstremitéde (omuz ve diz eklemi) izokinetik konsantrik kuvvet ölçümleri $60^\circ/\text{s}$ ve $300^\circ/\text{s}$ açısal hızda alınmıştır.

Farklı oyun pozisyonları ve beceri seviyelerinde, her iki cinsiyetten profesyonel voleybolculardan oluşan geniş bir örneklemde omuz kuvveti asimetrisi ve omuz yaralanması öyküsünü değerlendirmek amacıyla tarafından yapılan çalışmaya (Hadzic, Sattler, Veselko, Markovic ve Dervisevic, 2014) 183 voleybolcu (99 erkek, 84 kadın ortalama yaşları sırasıyla 23.7 ± 5.2 ve 22.2 ± 4.0 yıl) dahil edilmiştir. Bu çalışmada izokinetik bir dinamometre kullanarak $60^\circ/\text{s}$ 'de omuz IR ve ER konsantrik kuvveti ve tekrarlanan ölçüm varyans

analizleri kullanılarak omuz kuvveti ve kuvvet oranlarındaki dominant ve non-dominant farklılıklar değerlendirilmiştir.

Şahin Kafkas ve Çoksevim (2014) tarafından yapılan çalışmaya 36 yetişkin erkek voleybol, basketbol ve hentbol branşı sporcuları dahil edilmiştir. Basketbolcu, voleybolcu ve hentbolcu gönüllülerin ortalama yaşları sırasıyla 23.00 ± 3 yıl, 21.09 ± 1.8 yıl ve 22.63 ± 3.1 yıldır. Haftada iki gün uygulanan düzenli direnç egzersizlerinin sporcuların üst ve alt ekstremiteler kas gruplarının (M. Latissimus dorsi, M. Pectoralis major, M. Trapezius, abdominal kaslar, hamstring kas grubu, M. Quadriceps femoris) fleksör ekstensör kas oranları üzerine etkisi incelenmiştir. İzokinetik testler 50° fleksiyon ile 10° ekstansiyon eklem hareket genişliğinde yapılmıştır. Gövde fleksör-ekstensör kas kuvvetleri protokole göre $60^\circ/s$ ve $90^\circ/s$ iki farklı açısal hızda 6 tekrar olacak şekilde yapılmıştır. Ölçümlerde Newton.metre (Nm) cinsinden gönüllünün her set içinde sergilediği 6 tekrar sonucu ürettiği toplam gücün ortalaması kaydedilmiştir.

Popieluch, Staniszewski ve Wychowański (2015) tarafından ikinci ligde oynayan 20 voleybolcu (ortalama yaş 20 ± 1 yıl) katılmıştır. Omuz rotator kaslarının kuvvetini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada, bu kasların voleybolda hücum etkinliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu varsayılmıştır. Güç, maksimal istemli kasılma yöntemi kullanılarak ölçülen rotator kaslar için elde edilen ZT değerlerine göre değerlendirilmiştir. Her iki ekstremitede tork ölçülmüş ve iki ekstremiteler arasındaki farklar incelenmiştir. Voleybolcular için elde edilen tork değerleri, daha önce herhangi bir spor eğitimi almamış bir grup öğrencide ölçülen değerlerle de karşılaştırılmıştır.

Erkek voleybolcularda izokinetik kas fonksiyonlarını değerlendirmek amacıyla Kim ve Jeoung (2016) tarafından 14 erkek voleybolcuda (ortalama yaş 20.7 ± 1.8 yıl) yürütülen çalışmada ölçümler izokinetik dinamometre (Cybex International Inc, New York, NY, ABD) kullanılarak yapılmıştır. Kas kuvveti, $60^\circ/s$ 'lik bir hızda tekrarlanan beş ölçümden hesaplanan ZT ve ortalama kas gücü açısından değerlendirilmiştir. Omuzdaki kas gücü dominant tarafta IR ve ER (en yüksek tork, Nm birimleriyle ifade edilir) ölçülmüştür.

Akarçeşme, Aktuğ, Aka ve İbiş (2017) tarafından elit kadın voleybolcuların bacak ve omuz kas kuvveti oranlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmaya (ortalama yaş 20.3 ± 1.54 yıl) 14 elit gönüllü kadın voleybolcu dahil edilmiştir. Araştırmaya katılan voleybolcuların

dominant ve non-dominant diz ve omuz kas kuvveti oranları izokinetik dinamometre ile 60°/s ve 180°/s açısal hızlarda belirlenmiştir.

Aka ve diğerleri (2019) Sultanlar Ligi'nde oynayan (ortalama yaş 19.76±4.76 yıl) 34 kadın voleybolcuda izokinetik el bileği ve omuz kuvveti ile servis ve smaç hızı arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla el bileği için 60°/s ve 90°/s; omuz için (60°/s ve 180°/s açısal hızlarda izokinetik dinamometre ölçüm gerçekleştirmiş ve servis ve smaç hızları ise radar tabancayla belirlenmiştir.

Zuzgina ve Wdowski (2019) tarafından üniversite düzeyindeki voleybolcuların dominant ve non-dominant omuzhareket açıklığı ve kuvvetinin cinsiyetler arasındaki farklılıklarını incelemek amacıyla yapılan çalışmaya toplam 19 üniversite düzeyinde voleybol oyuncusu (9 erkek ortalama yaşları 21±1 yıl, 10 kadın ortalama yaşları 19±1 yıl) katılmıştır. Omuz kuvveti testleri izokinetik bir dinamometre üzerinde eşmerkezli kasılma modunda 60°/s açısal hızda gerçekleştirilmiştir.

De Lira, Vargas, Vancini ve Andrade (2019) tarafından ergen erkek voleybolcularda IR ve ER kasların kuvvet simetrisi ve bu kaslar arasındaki konvansiyonel ve fonksiyonel kuvvet dengesi oranlarının tanımlanması amacıyla yapılan çalışmaya 28 erkek adolesan voleybol oyuncusu (ortalama yaş 15.5±1.1 yıl) katılmıştır. ER ve IR kasların konsantrik ve eksantrik ZT ölçülmüş, konvansiyonel ve fonksiyonel kuvvet dengesi oranları hesaplanmıştır. Testler için izokinetik dinamometre Biodex System 3 (Biodex Medical Systems, Shirley, New York, NY, ABD) kullanılmıştır. IR ve ER kasların ZT'si, toplam işi ve konvansiyonel denge oranını değerlendirmek için 60°/s'lik açısal hız, eksantrik hareket sırasında ER kaslarının ZT'sini değerlendirmek için 240°/s açısal hız kullanılmıştır. İzokinetik kuvvet değerlerini açıklamak amacıyla, farklı vücut kütlelerine sahip sporcuları karşılaştırmak için ZT ve toplam iş de vücut kütlesine (sırasıyla Nm/kg ve J/kg) göre tanımlanmıştır.

Aka ve Altundağ (2020) tarafından voleybolculara müsabaka döneminde (13 Hafta) uygulanan antrenmanların izokinetik omuz kas kuvveti, smaç hızı ve sıçrama yüksekliğine etkisinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmaya 9 elit kadın voleybolcu (ortalama yaş 26.4±3.43 yıl) gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcıların (60°/s ve 180°/s açısal hızlarda) izokinetik omuz kas kuvveti izokinetik dinamometre, smaç hızı radar tabanca ve dikey sıçrama yüksekliği Vert Jump ile belirlenmiştir.

Biçici Uluşahin ve Düzgün (2021) ise glenohumeral IR defisiti (GİRD) bulunan voleybol oyuncularında üst ekstremitte fonksiyonel performansı ile izokinetik kas kuvveti arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla GİRD'i bulunan 34 profesyonel voleybol oyuncusu (ortalama yaş 22.2 ± 2 yıl) araştırmaya dahil edildirmiştir. Sporcuların omuz IR ve ER konsantrik kas kuvveti $60^\circ/\text{s}$ ve $300^\circ/\text{s}$ hızlarda ölçülmüştür. Sporcuların üst ekstremitte performansı oturarak tek kol fırlatma testi ve smaç hızı radar tabanca (Bushnell, USA) ile ölçülerek değerlendirilmiştir.

De Lira ve diğerleri, (2023) tarafından adolesan voleybolcularda omuz ağrısı riskini artırabilecek içsel faktörleri belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmaya 28 genç erkek voleybolcu katılmıştır. Sporculara; omuz rotator kasların izokinetik kas kuvveti değerlendirmesi, servis top hızı değerlendirmesi uygulanmıştır. İzokinetik testler eşmerkezli harekette iki açısal hızda ($60^\circ/\text{s}$ ve $240^\circ/\text{s}$) yapılmıştır ve ZT IR-ER eksantrik olarak ölçülmüş ve ortalama güç verileri kaydedilmiştir.

3. YÖNTEM

Aşağıda araştırma grubu, araştırma dizaynı, veri toplama araçları ve verilerin analizleri ayrı başlıklar altında açıklanmıştır.

3.1. Araştırma Grubu

Çalışmaya Türkiye Voleybol 1. ve 2. Liginden 18-22 yaş arası lisanslı 40 kadın sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Sporculardan 7 tanesi testleri tamamlamamıştır. 7 sporcudan 2 si sakatlık sebebiyle 5 kişi ise kendi isteğiyle testlere devam etmeyi bırakmıştır. Testlerin hepsini tamamlayan 33 sporcu çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcılardan tüm ölçümleri beyan etmiş oldukları aynı dominant kollarıyla (Sağ kol: 29 ve sol kol: 4 sporcu) tamamlamaları istenilmiştir.

Katılımcıların dahil edilme kriterleri;

- En az 5 yıldır voleybol oynuyor olmak,
- Lisanslı sporcu olmak ve müsabakalara katılıyor olmak,
- Haftada en az 5 kez düzenli voleybol antrenmanı yapıyor olmak,
- Smaçör, orta oyuncu ya da pasör çaprazı mevkiinde oynuyor olmaktır.

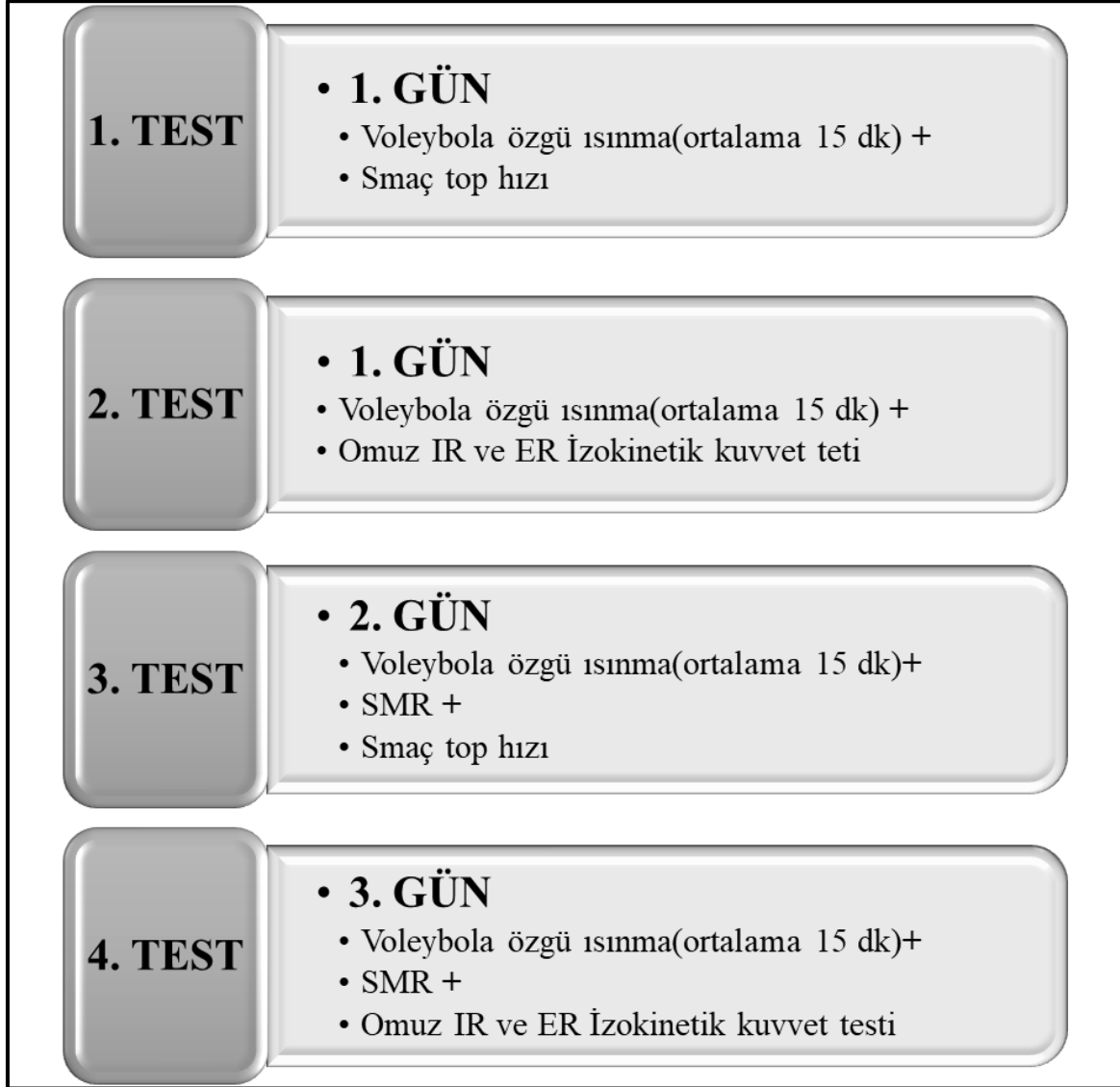
Hariçte bırakma kriterleri;

- Son 6 ay içerisinde herhangi bir kas-iskelet sistemi sakatlığı ya da operasyonu geçirmiş olmak,
- Libero ya da pasör mevkiinde oynuyor olmak olarak belirlenmiştir.

Bütün sporculara ve antrenörlerine çalışma öncesi bilgi verilmiş, karşılaşılabilecekleri riskler bildirilmiş ve onam formu imzalatılmıştır (Ek 1). Çalışma öncesinde, Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu tarafından onay alınmıştır (Onay Kodu: 2024-113).

3.2. Araştırma Dizaynı

Voleybolcuların 4 defa 3 gün katıldıkları test protokolleri aşağıdaki şemada gösterildiği gibidir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırma dizaynı akış şeması

3.3. Veri Toplama Araçları

3.3.1. Boy uzunluğu ölçümü

Sporcuların boy uzunlukları ± 1 mm hassasiyette Seca 213 (Hamburg, Germany) marka yetiştin ve çocuk için portatif stadiometre ile ölçülmüştür (Resim 3-1).

Boy uzunluğu ölçümüne şort/tayt ve tişörtle olacak şekilde çıplak ayak ile çıkan sporculardan, dinamometrenin dik metal çubuğuna sırt ve ayak topuklarını da temas ettirerek anatomik pozisyonda olacak şekilde durmaları istenmiştir. Boy uzunluğu ölçümü sonuçları cihaz üzerinden okunarak cm cinsinden kaydedilmiştir.

3.3.2. Vücut kütlesi ve vücut yağ yüzde ölçümleri

Sporcuların vücut kütlesi (VK) ve vücut yağ yüzdeleri (VYY) ve ölçümleri Tanita BC 418 MA vücut kompozisyonu analizörü (Maeno-cho, Itabashi-ku, Tokyo, Japan) ile tespit edilmiştir (Resim 3-2).

Sporcuların şort/tayt ve tişörtle olacak şekilde vücut ağırlıkları ve vücut yağ yüzdelerine ait ölçümleri alınmadan en az 3 saat önce hiçbir şey yememeleri, sıvı gıda (su, kahve, alkol vb.) tüketmemeleri, testin yapılacağı günün öncesinde antrenman yapmamaları, sauna veya banyoya girmemeleri, testten önce tuvalet ihtiyaçlarını gidermelerine ait bilgiler önceden iletilmiştir.

Teste başlamadan önce vücut kompozisyonu analizöründen 0.5 kg dara alınarak, katılımcıların yaş ve boy uzunluğu değerleri cihaza girilmiştir. Sonrasında katılımcıların çıplak ayak ile vücut kompozisyonu analizörünün metal kısmına basmaları, cihazvücut ağırlığını belirledikten sonra katılımcının sağ ve sol el tutacağını her iki eliyle dirseklerini bükmeden, kollarını vücuduna paralel ve vücudundan 5 cm uzaklaştırarak ölçüm bitene kadar tutmaları istenmiştir. Vücut kompozisyonu analizörü ölçümü tamamladıktan sonra katılımcının VYY (%) ve VK (kg) ait değerleri çıktı olarak alınmıştır.



Resim 3.1. Boy uzunluğu ölçümleri

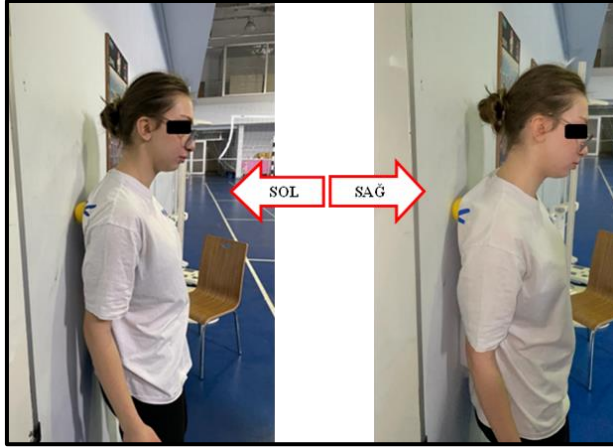


Resim 3.2. VK ve VYY ölçümleri

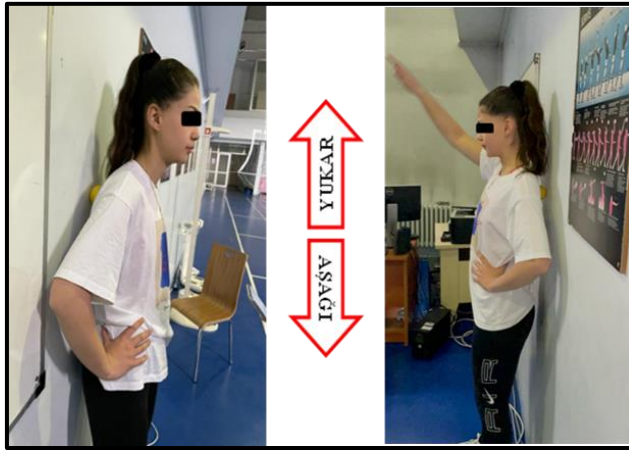
3.3.3. SMR

Katılımcılar prosedürü, sırtı duvara dönük ve ayakta dik durur pozisyonda gerçekleştirmişlerdir. Tenis topu gibi daha yumuşak bir topun aksine yoğunluğu ve sertliği nedeniyle bir lakros topu (Wodeco Lacrose Ball) kullanılmıştır (Resim 3-5). Lakros topu,

smaç kolu tarafındaki omuz kürek kemiğinin arka tarafında yer alan infraspinatus kası bölgesi üzerine sporcu ile duvar arasında yerleştirilmiştir (Resim 3-3,3-4). Toplamda 2 hareket 2 set 30 saniye uygulama ve 30 saniye dinlenme aralıklarıyla uygulanmıştır. Hareketler lakrosun mediolateral hareketi (Resim 3-3) ve top sabit olacak şekilde omuzun fleksiyon/ektensiyon hareketi (Resim 3-4) şeklindedir. Uygulama hızı 60 bpm'dir.



Resim 3.3. SMR lakros topu ile infraspinatus kası bölgesi üzerinde vücudun 2x30 sn mediolateral hareketi



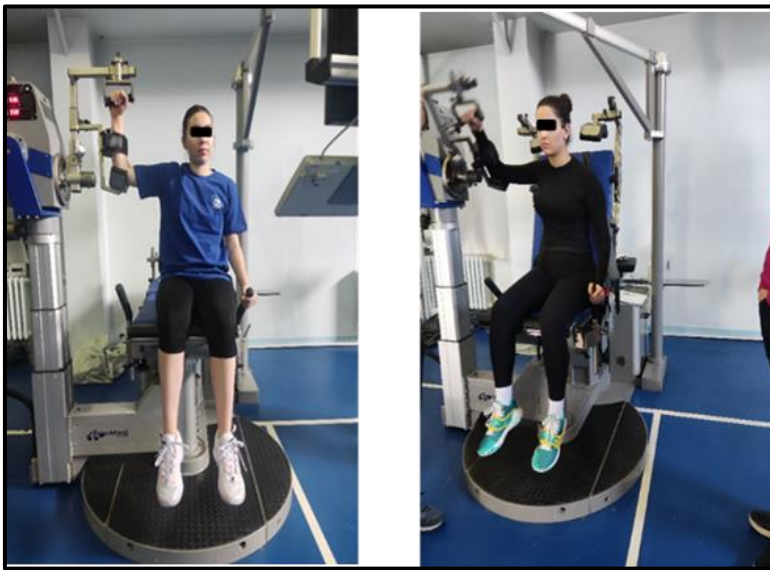
Resim 3.4. SMR lakros topu ile infraspinatus kası bölgesi üzerine sabit 2x30 sn omuz fleksiyon ve ektensiyon hareketi



Resim 3.5. Lakros topu (Wodeco)

3.3.4. İzokinetik ölçüm (omuz IR ve ER)

Kadın voleybolcuların omuz IR ve ER izokinetik kuvvetini ölçmek için Isomed 2000 izokinetik kuvvet dinamometresi (D&R Ferstl GmbH, Hemau, Germany) kullanılmıştır (Resim 3-6). Katılımcılar ısınma protokolü sonrasında $300^{\circ}/\text{sn}$ açısal hızda konsantrik/konsantrik modda omuz IR ve ER izokinetik kuvveti için 2 deneme tekrarı ve ardından 15 test tekrarını omuz 90° abduksiyonda iken gerçekleştirmişlerdir. Deneme tekrarları sonrası 10 sn dinlenme verilmiştir ve test tekrarları ardışık alınmıştır. Ölçümler esnasında sözlü cesaretlendirme uygulanmıştır. Test sonrasında katılımcılara ait ZT, RT, iş ve güç verileri kaydedilmiştir.



Resim 3.6. Omuz IR ve ER izokinetik kuvvet ölçümleri

3.3.5. Smaç topu hızı

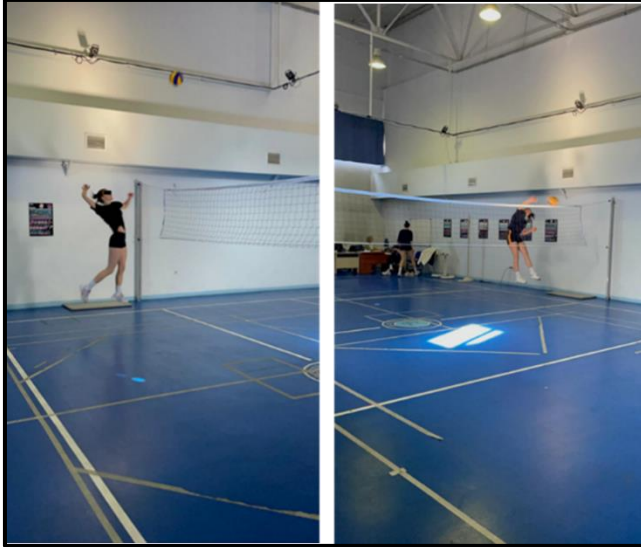
Sporculardan ısınma protokolü sonrası sahanın 2 numaralı bölgesinden top atma cihazı (Sports Attack, Total Attack Volleyball Machine, USA, (Resim 3-7)) ile aynı hız ve spinde gönderilen pasa 4 numaralı bölgeden paralel doğrultuda smaç vurmaları istenmiştir. Smaç top hızı belirleme öncesinde 3-4 deneme tekrarı (familiarizasyon) ve ardından 5 başarılı (rakip saha paralel doğrultusunda bulunan 2 m’lik koridora vurulan her smaç vuruşu başarılı kabul edilmiştir) maksimum hızda smaç vuruşu istenilmiştir (Resim 3-9). Smaç top hızını belirlemek üzere rakip saha paraleli doğrultusunda oyun sahasından 2 m geride topa dik açıda olacak şekilde radar tabanca tutan bir kişi yerleştirilmiştir. Smaç top hızı Pocket Radar Smart Coach (Pocket Radar, Inc, Santa Rosa, CA) marka radar tabanca (Resim 3-8) ile belirlenmiştir. Maksimum ve ortalama top hızı km/s cinsinden kaydedilmiştir.



Resim 3.7. Voleybol top atma cihazı (sports attack, total attack, USA)



Resim 3.8. Radar tabanca (pocket radar, Inc., Santa Rosa, CA)



Resim 3.9. Smaç top hızı ölçümleri

3.4. Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen veriler SigmaPlot (Systat Software, Inc., San Jose, USA) istatistik yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama, standart sapma, %95 güven aralığı, minimum ve maksimum değer şeklinde sunulmuştur. Veri dağılımının normalliğine Shapiro-Wilk testi ile bakılmıştır. Sporcuların farklı protokoller sonrası izokinetik kuvvet ve top hızlarını karşılaştırmak için paired sample-t test uygulanmıştır. Etki büyüklükleri (EB), Cohen d (Cohen, 2013) kullanılarak aşağıdaki ölçeğe göre sınıflandırılmıştır: Önemsiz < 0.2 , küçük $0.2 - 0.5$, orta $0.5 - 0.8$ ve büyük > 0.8 . Anlamlılık seviyesi 0.05 'tir.

4. BULGULAR

Araştırmaya katılan kadın voleybol sporcularının karakteristik özellikleri çizelge 4-1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Katılımcıların karakteristik özellikleri (n=33)

	Ort±SS	min	maks	%95 GA
Yaş (yıl)	19.8±1.3	18.0	22.0	19.4-20.2
Spor yaşı (yıl)	9.7±2.3	5.0	14.0	8. 9-10.5
Boy uzunluğu (cm)	174.4±5.4	161.0	184.6	172.6-176.2
Vücut kütlesi (kg)	65.0±5.5	52.7	72.6	63.1-66.9
Vücut yağ yüzdesi (%)	20.3±4.1	13.6	29.0	18.9-21.7

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, min: minimum değer, maks: maksimum değer, GA: Güven aralığı

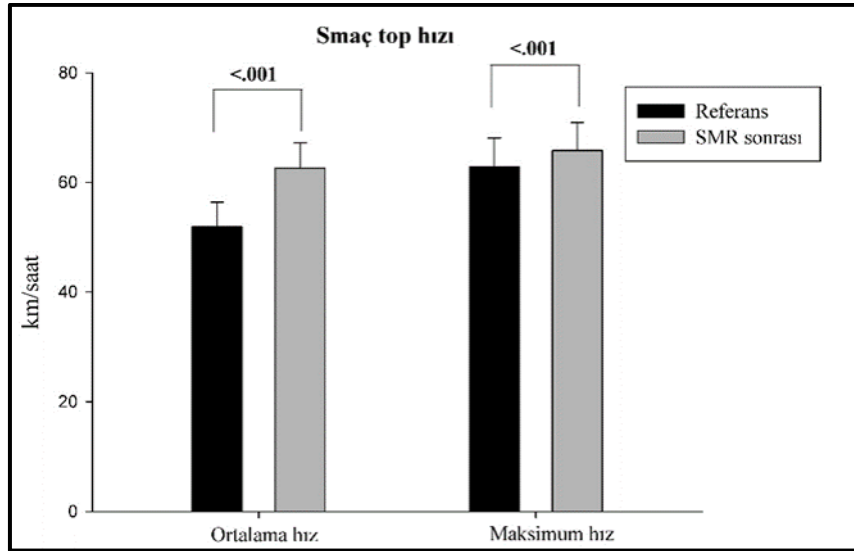
Katılımcıların (n=33) yaşları ortalama 19.8±1.3 yıl, spor yaşları ortalama 9.7±2.3 yıl, boy uzunlukları ortalama 174.4±5.4 cm, vücut kütlesi ortalama 65.0±5.5 kg, vücut yağ yüzdeleri ise ortalama %20.3±4.1 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4-1).

Çizelge 4.2. Kadın voleybol oyuncularının referans protokolü ve infraspınatus kasına uygulanan SMR sonrası smaç top hızı (n=33)

	Referans değeri			SMR sonrası			p
	Ort±SS	min	maks	Ort±SS	min	maks	
Ortalama top hızı (km/saat)	59.1±4.5	53.2	68.6	62.6±4.6	51.8	71.2	<.001
Maksimum top hızı (km/saat)	62.9±5.2	55.0	74.0	65.8±5.1	56.0	80.0	<.001

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, min: minimum değer, maks: maksimum değer, SMR: Kendi kendine MFG

Katılımcıların referans değeri ve SMR sonrası ortalama top hızları sırasıyla 59.1±4.5 ve 62.6±4.6 km/saat (“büyük” EB=1.87, p<.001) ve maksimum top hızları 62.9±5.2 ve 65.8±5.1 km/saat (“orta”, EB=.56, p<.001) olarak belirlenmiş (Çizelge 4-2) ve infraspınatus kasına SMR sonrası ortalama top hızında ve maksimum top hızında anlamlı artış tespit edilmiştir (Şekil 4-1).



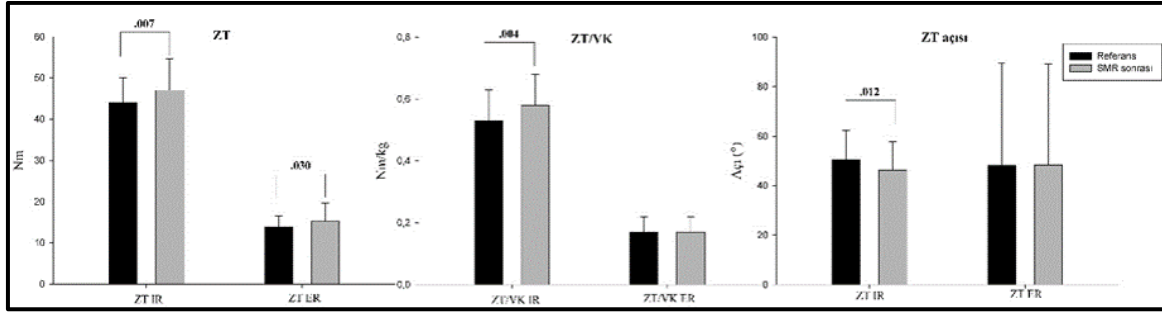
Şekil 4.1. Kadın voleybol oyuncularının referans protokolü ve infraspinatus kasına uygulanan SMR sonrası ortalama ve maksimum smaç top hızı

Çizelge 4.3. Kadın voleybol oyuncularının referans protokolü ve infraspinatus kasına uygulanan SMR sonrası dominant omuz IR ve ER izokinetik kuvvet verileri (n=33)

	Referans değeri			SMR sonrası			p
	Ort±SS	min	maks	Ort±SS	min	maks	
ZT IR (Nm)	43.9±6.1	30.6	57.6	47.0±7.6	35.7	64.2	.007
ZT ER (Nm)	13.8±2.7	7.7	18.2	15.2±4.4	9.6	32.4	.030
ZT/VK IR (Nm/kg)	0.53±0.1	0.0	0.8	0.58±0.1	0.40	0.8	.004
ZT/VK ER (Nm/kg)	0.17±0.05	0.1	0.3	0.17±0.05	0.10	0.30	.068
ZT IR açısı (°)	50.3±12.0	29.0	89.0	46.4±11.3	29.0	70.0	.012
ZT ER açısı (°)	48.2±41.2	-3.0	84.0	48.3±41.0	-2.0	84.0	.839
ER/IR oranı (%)	31.7±5	17.5	42.5	32.6±8.0	15	54.0	.428

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, min: minimum değer, maks: maksimum değer, SMR: Kendi kendine MFG, ZT: Zirve tork, IR: Internal rotasyon, ER: Eksternal rotasyon, VK: Vücut kütlesi

Kadın voleybolcularda referans değerleri ve SMR sonrası ortalamaları sırasıyla mutlak ZT IR 43.9±6.1 ve 47.0±7.6 Nm (“küçük” EB=.45, p=.007), mutlak ZT ER 13.8±2.7 ve 15.2±4.4 Nm (“küçük” EB=.38, p=.030), rölatif ZT/VK IR 0.53±0.1 ve 0.58±0.1 Nm/kg (“orta” EB=.51, p=.004) değerlerinde anlamlı artış, ZT IR açısında ise anlamlı azalma 50.3±12.0 ve 46.4±11.3° (“küçük” EB=.33, p=.012) tespit edilmiştir (Çizelge 4-3). ZT ER açısı referans değerleri ve SMR sonrası ortalamaları sırasıyla 48.2±41.2 ve 48.3±41.0° (p=.839), ER/IR oranı 31.7±5 ve %32.6±8.0 (p=.428), rölatif ZT/VK ER 0.17±0.05 ve 0.17±0.05 (p=.068) Nm/kg olarak tespit edilerek anlamlı fark bulunmamıştır (Şekil 4-2).



Şekil 4.2. Kadın voleybol oyuncularının referans protokolü ve infraspınatus kasına uygulanan SMR sonrası dominant omuz mutlak ve rölatif IR ve ER izokinetik kuvvet ile ZT IR ve ZT ER açısı

Çizelge 4.4. Kadın voleybol oyuncularının referans protokolü ve infraspınatus kasına uygulanan SMR sonrası dominant omuz IR ve ER izokinetik kuvvet iş ve güç verileri (n=33)

	Referans değeri			SMR sonrası			p
	Ort±SS	min	maks	Ort±SS	min	maks	
İş IR (joule)	40.8±7.6	26.0	58.0	44.5±8.0	28.0	65.0	<.001
İş ER (joule)	8.8±3.2	3.0	16.0	10.3±4.1	3.0	20.0	<.001
Güç IR (watt)	58.6±15.7	31.0	97.0	65.4±15.5	33.0	94.0	<.001
Güç ER (watt)	10.2±4.9	3.0	24.0	13.0±6.4	3.0	30.0	<.001
İş/VK IR (joule/kg)	40.8±7.6	26.0	58.0	44.5±8.0	28.0	65.0	<.001
İş/VK ER (joule/kg)	8.8±3.2	3.0	16.0	10.3±4.1	3.0	20.0	<.001
Toplam İş IR (joule)	613.2±115.7	391.0	874.0	646.0±164.4	45.0	976.0	.010
Toplam İş ER (joule)	134.4±46.2	48.0	241.0	152.2±64.2	7.0	303.0	.006

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, min: minimum değer, maks: maksimum değer, SMR: Kendi kendine MFG, IR: Internal rotasyon, ER: Eksternal rotasyon, VK: Vücut kütlesi

Katılımcıların referans değerleri ve SMR sonrası iş ve güç verileri ortalamaları sırasıyla mutlak iş IR 40.8±7.6 ve 44.5±8.0 joule (“küçük” EB=.47, p<.001), mutlak iş ER 8.8±3.2 ve 10.3±4.1 joule (“küçük” EB=.41, p<.001), mutlak güç IR 58.6±15.7 ve 65.4±15.5 watt (“küçük” EB=.44, p<.001), mutlak güç ER 10.2±4.9 ve 13.0±6.4 watt (“küçük” EB=.49, p<.001), rölatif iş/VK IR 40.8±7.6 ve 44.5±8.0 joule/kg (“küçük” EB=.47, p<.001), rölatif iş/VK ER 8.8±3.2 ve 10.3±4.1 joule/kg (“küçük” EB=.41, p<.001), mutlak toplam iş IR 613.2±115.7 ve 646.0±164.4 joule (“küçük” EB=.23, p=.010), mutlak toplam iş ER 134.4±46.2 ve 152.2±64.2 joule (“küçük” EB=.32, p=.006) parametrelerinde anlamlı artış tespit edilmiştir (Çizelge 4-4).

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada kadın voleybolcularda infraspinatus kasına uygulanan SMR'nin omuz IR ve ER izokinetik kuvveti ile smaç top hızına akut etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla lakros topu ile SMR öncesi ve sonrası üst ekstremitte dominant omuz kuvvet, iş ve güç verileri ve smaç top hızları ölçülerek veriler analiz edilmiştir. Çalışmamıza voleybol 1. ve 2. Lig takımlarında oynayan 33 genç kadın voleybolcu (ortalama spor yaşı 9.7 ± 2.3 yıl) gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcıların baskın omuz infraspinatus kasına lakros topu ile SMR öncesi ve sonrası IR ve ER izokinetik kuvveti ve smaç top hızları belirlenmiştir. Katılımcılar çalışma süresince 4 ayrı seansta 3 gün teste tabi tutulmuştur. Kadın voleybolcuların SMR sonrası ZT IR ("küçük" $EB=.45$, $p=.007$), ZT ER ("küçük" $EB=.38$, $p=.030$), RT IR ("orta" $EB=.51$, $p=.004$), smaç vuruşu ortalama top hızı ("büyük" $EB=1.87$, $p<.001$) ve maksimum top hızı ("orta", $EB=.56$, $p<.001$) verilerinde anlamlı artma ile ZT IR açısında ("küçük" $EB=.33$, $p=.012$) anlamlı azalma belirlenmiştir. Bununla birlikte omuz IR ve ER izokinetik kuvvet iş ve güç verilerinin tamamı SMR sonrası anlamlı farklı elde edilmiştir ($p<.05$).

MFG son zamanlarda sporcular ve antrenörler arasında popüler hale gelmiş bir manuel terapi uygulamasıdır. MFG aracı olarak köpük rulo, lakros topu veya oklava benzeri masaj aletleri yaygın olarak tercih edilmektedir. MFG'nin yumuşak doku üzerinde geleneksel masaj uygulamalarındakine benzer çeşitli etkileri olduğuna inanılmaktadır. Bunun yanında genel görüş MFG'nin atletik performansa zarar vermeden kısa vadeli esnekliği arttırdığı yönündedir. Masaj, hücre, sistem ve vücuttaki nöromusküler ve bağ dokusu değişikliklerini de içeren sağlık ve performansa yönelik sözde faydaları için binlerce yıldır kullanılmaktadır (Richman ve ark, 2018). Bu bağlamda sporcular üzerinde masaj tekniklerinin kullanılması ve performans üzerindeki etkilerinin araştırılması da önem arz etmektedir.

Voleybolda smaç hızını etkileyen faktörler arasında en belirgin olanı dominant omuzun internal rotasyonda üretebildiği maksimal izokinetik torktur (Forthomme ve diğerleri, 2005). Çeşitli izokinetik dinamometreler kullanılarak yapılan tork ve açısal hız ölçümlerinin hem mekanik olarak güvenilir hem de geçerli olduğu bilinmektedir (Drouin ve diğerleri, 2004).

Kadın voleybolcular üzerinde çalışan araştırmacılar kadın voleybolculara yönelik yüksek performans antrenman programlarının geliştirilmesi, voleybol antrenörlerinin, kuvvet ve kondisyon antrenörlerinin ve voleybolcuyla çalışan diğer profesyonellerin (örneğin atletik

kondisyoner, fizyoterapistler ve doktorlar) çeşitli spor dallarından deneysel ve pratik bilgileri kullanmasını gerektiğini belirtmişlerdir (Lidor ve Ziv, 2010).

Literatür “myofascial release” anahtar kelimesi ile tarandığında lakros topu ve köpük rulo yuvarlama araçlarıyla MFG sonrası kuvvet iş ve güç, esneklik, çeviklik gibi özelliklerin incelendiği sayıca çok araştırma çıkmaktadır. Ancak kuvvet parametreleri ile ilgili olanlara baktığımızda ekseriyetle köpük rulo yuvarlama ile MFG’nin alt ekstremitte kuvveti üzerindeki etkilerinin incelenmiş olduğunu görülmektedir (Akçay ve diğerleri, 2023; Chacko, 2020; Ergin, 2020; Klingenberg, 2017; Sali Ali, 2019). Bunun yanında MFG’nin üst ekstremitteye yönelik kuvvet iş ve güç parametreleri veya smaç top hızı üzerindeki etkilerini araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Wynn (2022) tarafından lakros topu ve köpük yuvarlama yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, SMR’nin sağlanması için lakros topu ve köpük yuvarlama araçlarının arasındaki fark incelenmiştir. Çalışmasında SMR etkisini incelemek üzere hem köpük yuvarlama hem de lakros topları kullanmıştır. Wynn (2022) ayrıca lakros topu ile SMR ’nin esneklik üzerindeki etkilerinin literatürde bir boşluk oluşturduğunu ifade ederek, çalışmasıyla statik germe ve lakros topu SMR uygulanmasının hamstring esnekliği üzerindeki akut etkilerini inceleme yoluyla literatüre katkı sağlamıştır. Çalışmasında statik germenin ve lakros topuyla SMR’nin hamstring üzerindeki akut etkilerini incelemek amacıyla üç gruplu ısınma ve ardından statik germe (WS), ısınma ve ardından lakros topu (WL) SMR ve yalnızca ısınma (WU) yoluyla çapraz deneysel bir tasarım modeli kullanmıştır. Post-hoc çoklu karşılaştırma testleri, WU ve WS grupları arasında anlamlı bir fark ($p<0.001$), WU ve WL grupları arasında anlamlı bir fark olmadığını ($p<.245$) ve WS ve WL grupları arasında anlamlı bir fark ($p<.001$) olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, WS uygulamasının ($M=28.984$), hem WL ($M=27.452$) hem de WU ($M=26.774$) uygulamalarına göre önemli ölçüde daha büyük akut hamstring esneklik ölçümleriyle sonuçlandığı, ancak WL ve WU arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir. Ayrıca incelemeler neticesinde uygulama sırasının uygulama sonuçlarını etkilemediği de belirtilmiştir. Araştırma sonucuna göre alt ekstremitte üzerinde köpük yuvarlamanın lakros topundan daha yüksek etki düzeyine sahip olduğu gösterilmiştir.

Çalışma grubumuza benzer özelliklere sahip kadın voleybolcular üzerinde Akarcesme ve diğerleri (2017), 14 kadın voleybolcunun (yaş ortalaması 20.3 ± 1.54 yıl) dominant omuz

izokinetik kuvvetlerini 60°/s ER/IR ortalama 71.5±9.7 Nm ve 180°/s ER/IR ortalama 79.6±15.5 Nm olarak belirlemişlerdir. Hadzic ve diğerleri (2014), 84 kadın voleybolcu (yaş ortalaması 22.2±4.0 yıl) üzerinde yapmış oldukları çalışmada, 60°/s IR dominant omuz ZT 39±8 Nm, ZT/VK 0.58 ± 0.11 Nm/kg, ER dominant omuz ZT 29±6 Nm ve ZT/VK, 0.42 ± 0.08 Nm/kg olarak tespit etmiştir. Akarcesme ve diğerleri, (2017) 14 kadın voleybolcu Sultanlar Ligi'nden (yaş ortalaması 20.3±1.54 yıl) dominant omuz 180°/s ZT ER 23.7± 4.9 Nm, dominant omuz 180°/s ZT IR 30.6±7.3 Nm ve dominant omuz 180°/s ER/IR 79.6±15.5 olarak tespit etmişlerdir. Aka ve diğerleri (2019), 34 kadın voleybolcu (yaş ortalaması 19.76±4.76 yıl) ER 180°/s (VK%) 73.29±21.57 ve IR 180°/s (VK%) 94.80±28.10 ile smaç top hızlarını 70.14 km/s olarak belirlemişlerdir. Yine Aka ve Altundağ (2020), tarafından 9 kadın voleybolcu üzerinde yapılan başka bir çalışma da 180°/s ER sağ 44.08±16.64 Nm ve 180°/s IR sağ 60.29±14.46 Nm ile smaç hızını 77.25 km/s olarak tespit etmişlerdir. 22 erkek voleybolcu (yaş ortalaması 18.5±1.1 yıl) üzerinde yapılan bir çalışmada statik, dinamik ve PNF germe egzersizlerinin alt ve üst ekstremitte izokinetik kuvvetine akut etkileri incelenmiştir. Çalışmada alt ve üst ekstremitte (omuz ve diz eklemi) için izokinetik konsantrik kuvvet ölçümleri 60°/s ve 300°/s'de alınmıştır. Çalışma (PNF) germe egzersizleri aralarında 20 s dinlenme verilen üç adet 30 sn'lik uygulama şeklinde yaptırılarak izokinetik konsantrik kuvvet ölçümleri 60°/s ve 300°/s'de belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçları sağ omuzun 60°/s'de ZT IR, 300°/s'de ise ZT ER değerlerinden, statik germe egzersizleri sonrasında sol omuzun 60°/s'de ZT IR değerlerinin ise dinamik germe egzersizleri sonrasında PNF germe egzersizleri ile ulaşılan omuz ZT değerlerinden istatistiksel olarak daha yüksek olduğu (p<.05) tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma bulguları PNF germenin dinamik ve statik germeye oranla 60°/s ve 300°/s'de dominant ve non-dominant omuzda ölçülen kas kuvveti düşüşlerine aracı olduğuna işaret ettiği gösterilmiştir (Ergin ve Bereket Yücel, 2011).

Literatürde voleybolcular üzerinde yapılmış MFG'nin etkilerinin araştırıldığı çalışmalar, sıklıkla alt ekstremitteye yönelik performans parametrelerini incelediklerini göstermektedir. Bunlardan bazılarında SMR'nin alt ekstremitte kuvveti, esneklik, sürat ve çeviklik gibi özellikleri üzerinde herhangi bir anlamlı etkisinin olmadığı gösterilmiştir (Akçay ve diğerleri, 2023; Chacko, 2020; Ergin, 2020; Klingenberg, 2017; Sali Ali, 2019).

İyi antrenmanlı 18 kadın voleybolcu üzerinde çalışan Sali Ali (2019)'nin çalışmasında kendi kendine uygulanan SMR egzersiz süresinin dikey sıçrama performansı ve esneklik üzerine akut etkisini incelemiştir. Katılımcıların M. Gastrocnemius, M. Quadriceps femoris,

hamstring kas grubu ve gluteal kas bölgelerine 30 s ve 60 s olmak üzere köpük rulo yuvarlama (foam roller) ile SMR uygulaması yaptırılmıştır. Uygulama sonrası sporcuların esneklik (otur-uzan) ve karşı hareket sıçrama (CMJ) testleri sonuçlarında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>.05$). Klingenberg (2017) tarafından yine 21 kadın voleybolcu (yaş ortalaması 19.90 ± 1.18 yıl) üzerinde yapılan bir çalışmada ise dinamik germe rutini ile birlikte SMR yoluyla oluşan etkinin maksimum güç çıkışı (dikey sıçrama) üzerindeki etkisi incelenmiştir. Köpük rulo yuvarlama prosedürü öncelikle alt ekstremitede gluteal bölge, hamstring, baldırlar ve quadricepslerin yanı sıra omurganın torasik ve lumbal bölgelerine uygulanmıştır. Çalışma sonucunda ısınma durumuna bağlı olarak sıçrama yüksekliği arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir ($p=.195$). Akçay ve diğerleri, (2023) tarafından yapılan bir çalışmada köpük rulo uygulamasının elit erkek voleybolcularda ($n=8$) performansa akut etkilerini incelemek üzere sürat ve çeviklik testleri yaptırılmıştır. Sporcuların statik-dinamik ısınma ile statik-dinamik ısınma + kombine köpük rulo ile SMR uygulamaları sonrası ölçülen sürat ($p=.48$), çeviklik ($p=.16$), esneklik ($p=.67$) ve anaerobik güç ($p=.78$) parametrelerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmazken, statik-dinamik ısınmaya ek olarak uygulanan köpük rulo egzersizlerinin elit voleybolcuların fiziksel performansını etkilemediği tespit edilmiştir. Chacko (2020) tarafından, fiziksel olarak aktif (15 erkek ve 9 kadın) 24 birey (yaş ortalaması 22.8 yıl) üzerinde yapılan bir çalışmada SMR'nin hareket açıklığı, ağrı ve maksimum tork üzerindeki etkilerini incelenmiştir. SMR için köpük rulo ve lakros topu kullanılmıştır. Kas ağrısı dorsifleksiyon hareket açıklığı (ROM) ve maksimum plantar fleksiyon torku ise Biodex izokinetik dinamometre kullanılarak ölçülmüştür. Sonuç olarak kas ağrısı Foam Roller (FR)= 2.38 ± 1.50 , Lacros topu (LB)= 2.63 ± 1.84 , Kontrol Grubu (C)= 2.63 ± 2.56), sırtüstü ROM (FR= $2.88\pm4.08^\circ$, LB= $0.38\pm3.24^\circ$, C= $2.88\pm5.05^\circ$) ve ZT (FR= 0.88 ± 15.51 J, LB= -5.50 ± 13.49 J, C= -3.25 ± 3.91 J) olarak tespit edilmiş ve SMR ve kontrol grupları arasında herhangi bir anlamlılık olmadığını göstermiştir.

Yukarda herhangi bir etki veya kısmi etki rapor edilen çalışmaların haricinde voleybolcular üzerinde anlamlı etki tespit eden sadece bir çalışma vardı. Beyleroğlu ve diğerleri, (2021) yapmış oldukları çalışmalarında 15 kadın (yaş ortalaması 21.5 ± 3.5 yıl) voleybolcunun Hamstring, kuadriseps, kalça ve gastroknemius kaslarının her iki tarafına Foam roller (FR) egzersizleri uygulamış, egzersizden sonra squat jump (SJ) ve counter movement jump (CMJ) performanslarında anlamlı fark bulmuşlardır ($p<0.05$). Benzer şekilde Karabağ, (2022) tarafından üniversite futbol takımında oynayan 18 futbolcunun (yaş ortalaması 21.11 ± 3.42

yıl) katıldığı bir çalışmada uygulamalar sonucunda Foam roller grubunda ağrı, yorgunluk, sprint, çeviklik ve kalça fleksiyon esneklik değerlerinde başlangıç ölçümleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulmuştur ($p<0.05$).

Ergin (2020), tarafından 9 kadın ve 12 erkek voleybolcu üzerinde (yaş ortalaması 20.33 ± 1.74 yıl) yapılan bir çalışmada ise yine köpük rulo uygulamasının kuvvet ve esneklik üzerine akut etkileri incelenmiştir. Katılımcıların alt ekstremitedeki gluteal, hamstring, M. Quadriceps femoris ve calf kasları olmak üzere 4 farklı kas grubuna yönelik uygulamalar sonrasında kuvvet (dikey sıçrama ve CMJ) ve esneklik (otur-uzan testi) ölçümleri yapılmıştır. Sonuç olarak ısınma sırasında köpük rulo kullanımının performans üzerinde herhangi bir akut etkisinin olmadığı, ancak miyofasyal salınım üzerindeki etkileri nedeniyle egzersiz sıklığı ve hacmi üzerinde etki yaratarak kronik performansı etkileyebileceği görüşü ortaya konulmuştur ($p>.05$). Benzer şekilde Sağiroğlu ve ark (2017) tarafından iyi antrenmanlı 18 kadın voleybolcu (yaş ortalaması 21.16 ± 1.15 yıl) üzerinde 30 ve 60 s olarak 2 farklı sürede köpük rulo SMR uygulanması ile dikey sıçrama performansı ve esneklik üzerine akut etkisini incelenmiştir. Sonuç olarak egzersiz ve kontrol grubu arasında dikey sıçrama performansı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak her iki egzersiz sonrası yapılan testlerde kalça elastikiyet değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Richman ve diğerleri (2018) tarafından 14 kadın sporcu (yaş ortalaması 19.8 ± 1.3 yıl) üzerinde yapılan başka bir araştırmada SMR ve dinamik germenin hareket açıklığı, sıçrama, sprint ve çeviklik performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Katılımcılar SMR'yi kalça fleksörleri and M. Quadriceps femoris, adduktörler, M. Tensor fasciae latae and gluteal kaslar, hamstring, plantar fleksörler ve dorsifleksör bölgelerine uygulanmıştır. Sonuç olarak esneklik, drop sıçrama, sprint ve çeviklik performanslarında anlamlı etki bulunmazken, squat sıçrama ve CMJ ($p=.070$, $p=.070$) performansları anlamlı artış göstermiştir. Benzer bir çalışma Tatham ve diğerleri (2016) tarafından 20 erkek ragbi oyuncusu ile yapılmıştır. Çalışmada alt ekstremiteye uygulanan SMR protokolünün CMJ performansı ve CMJ kuvvet süresi değişkenleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sonuçta, ısınma sonrası CMJ yüksekliği üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmazken ($p=0,139$), dinamik ısınma ile birleştirilen SMR protokolü sonrası oyuncuların sıçrama yüksekliğini bozmadan CMJ kuvvet-zaman değişkenlerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir ($p=.016$).

Çalışmamızda ikincil amacımız olarak oyuncuların SMR öncesi ve sonrası top atma makinası yardımıyla dominant kol başarılı smaç top hızı ölçümleri yapılmıştır. Sonuç olarak

katılımcıların SMR sonrası smaç vuruşları ile ortalama top hızı (referans değeri ve SMR sonrası sırasıyla ortalamaları 59.1 ± 4.46 ve 62.6 ± 4.6 km/saat $p < .001$) ve maksimum top hızı (referans değeri ve SMR sonrası sırasıyla ortalamaları 62.9 ± 5.15 ve 65.8 ± 5.1 km/saat $p < .001$) verilerinde anlamlı artış tespit edilmiştir.

Günümüzde teknolojiye ilerlemeler sayesinde futbol ve tenis gibi üst düzey spor müsabakalarında olduğu gibi voleybol müsabakalarında da oyuncuların smaç vuruşu sonrası top hızı verileri ekranlarda izleyiciler ile anında paylaşılmaktadır. Her türlü istatistik verinin anında paylaşıldığı müsabaka verileri maalesef akademik anlamda bir kaynağa dönüştürülmediği müddetçe bilimsel çalışmalara kaynak teşkil etmemektedir. Bu bağlamda literatüre kaynak teşkil edecek daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç olduğunu söyleyebiliriz.

Literatürde kadın voleybolcularda SMR sonrası smaç top hızının incelendiği ve çalışmamız ile karşılaştırılabileceğimiz yeteri kadar kaynağın olmaması da bu alandaki boşluğu göstermektedir. Yapmış olduğumuz taramalarda kadın voleybolcular üzerinde top hızının ölçüldüğü sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Aka ve diğerleri (2019) 34 kadın voleybolcu (yaş ortalaması 19.76 ± 4.76 yıl) üzerinde benzer bir çalışma yapmış ve oyuncuların smaç top hızlarını ortalamaları 43.58 ± 4.07 mph/h (70.81 km/saat) olarak tespit etmişlerdir. Yine Aka ve Altundağ, (2020) tarafından 9 kadın voleybolcu üzerinde yapılan başka bir çalışma ise smaç hızını ortalama 77.00 ± 3.00 km/s olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışma sonuçlarının bizim çalışma bulgularımızdan yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi çalışmamızda top atma cihazı kullanılması smaç vuruş hızını etkilemiş olabilir. Bunun yanında farklı sporcu grupları üzerinde SMR sonrası top hızının ölçüldüğü çalışmalar da bulunmaktadır. Yazıcı (2018) tarafından U19 14 erkek futbolcu (yaş ortalaması 18.57 ± 0.13 yıl) üzerinde SMR 'nin şut hızına etkisinin incelediği çalışmada, sporcuların ön ve son test top hızı değişkenleri arasında istatistik olarak anlamlı artış bulunmuştur ($p < .05$). Yazıcı (2018), ayrıca dikey sıçrama ile MFG sonrası ölçülen top hızı değişkeni arasında anlamlı korelasyon tespit etmiştir ($p < .01$). Bu çalışma ile de MFG uygulama sonrası tespit edilen top hızı değişkenleri arasındaki anlamlı fark bulgularının çalışmamızın sonuçlarını destekler nitelikte olduğunu söyleyebiliriz.

Literatürde yer alan ve ağırlıklı olarak köpük yuvarlama ile SMR 'nin araştırıldığı çalışmaların çoğunlukla alt ekstremitelerinde incelemeler yaptıkları

görülmektedir. Bu çalışmalarda gösterilen etkinlik düzeyindeki farklı sonuçlar, herhangi bir etkisinin olmadığı, anlamlı veya anlamsız etki tespit edilen sonuçlar özellikle alt ekstremitte üzerinde yapılan SMR uygulama etkinliği hakkındaki sorulara cevap aradığı görülmüştür. Bu durumda üst ekstremitte üzerinde SMR etkilerini araştırarak daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu ifade edebiliriz. Ayrıca SMR'nin alt ekstremitte üzerinde tespit edilen anlamlı etkilerinin bizim çalışma bulgularımızı desteklediği söylenebilir. Bu bağlamda çalışmamızın hem lakros topu kullanılması itibariyle hem de üst ekstremitte performans parametrelerinin ölçülmesi bakımından literatürdeki önemli bir boşluğa referans olabileceği düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kadın voleybol sporcuları ile gerçekleştirmiş olduğumuz bu çalışmada, lakros topu ile infraspınatus kasına uygulanan SMR 'nin dominat omuz kuvvet parametreleri ile smaç top hızına etkileri incelenmiştir. Katılımcıların SMR uygulaması öncesi ve sonrası olmak üzere dominat omuz izokinetik kuvveti ve smaç top hızları belirlenerek elde edilen veriler incelenmiştir. Sonuç olarak kadın voleybolcularda infraspınatus kasına uygulanan SMR sonrası mutlak ZT IR/ZT ER ve rölatif ZT/VK IR değerlerinde anlamlı artış tespit edilmiştir ($p<.001$). Oyuncuların infraspınatus kasına uygulanan SMR sonrası mutlak iş IR/ER, mutlak güç IR/ER, rölatif iş VK IR/ER, mutlak toplam iş IR/ER değerlerinin tamamında anlamlı artış bulunmuştur ($p<.001$). Bunun yanında katılımcıların smaç ortalama top hızı ve maksimum top hızı değerlerinde anlamlı artış tespit edilmiştir ($p<.001$).

Elde etmiş olduğumuz bu sonuçlar birçok farklı faktörden etkilemiş olabilir. Bunlardan bazıları katılımcılarımızın sadece kadınlar ve yetişkinlerden oluşması, grup içerisindeki sporcuların antrenman düzeyleri olarak gösterilebilir. Ayrıca uygulama yönteminde SMR aracı olarak lakros topunun kullanılması ve sadece infraspınatus kası üzerine kısmi uygulama yapılmış olması da sonuçları etkileyen faktörler arasında gösterilebilir.

Bunun yanında çalışmamızın 33 kadın voleybolcunun katılımı ve 3 ölçüm gününde çalışmanın sürdürülerek tamamlanmış olması araştırmanın önemini arz etmektedir.

Bu bağlamda çalışma bulgularımızın tam olarak değerlendirilebilmesine yönelik daha fazla benzer çalışmanın yapılması, farklı araçların (örneğin köpük rulo) kullanılması ile SMR etkisinin farklı sporcu grupları üzerinde incelenmesi önem arz etmektedir. Bunun yanında uygulama etkinliğini desteklemek üzere dominat omuz bölgesi farklı kas grupları (deltoid) üzerinde yapılacak olan çalışmalara da ihtiyaç vardır. Ayrıca farklı yaş ve cinsiyet gruplarındaki farklı antrenman seviyesindeki sporcular üzerinde yapılacak yeni çalışmalar için farklı araçlar ile SMR etkisinin kuvvet ölçümü dışında eklem açıklığı, esneklik ve sürat gibi özelliklerin araştırılmasını önerebiliriz.

Biz bu çalışma ile alanda daha önce araştırılmamış ve sporcuların günlük antrenman rutininde sıklıkla uygulayabileceği bir ısınma stratejisiyle voleybola özgü bir teknik elemente akut etkilerin gösterildiği önemli sonuçların ortaya konulduğunu söyleyebiliriz.

Ayrıca orijinal bir çalışma niteliği taşıyan bu çalışmamız literatürdeki boşluğa önemli katkılar sağlayarak alanda yapılacak yeni çalışmalara yön verebilir.

Bunların dışında SMR'nin voleybolda erkek sporcular ile farklı branş sporcuları üzerindeki etkileri araştırılabilir. SMR uygulamasının akut etkisinin yanında kronik uzun süreli etkileri de araştırma konusu olarak değerlendirilebilir.

Farklı cinsiyet ve yaş grupları için voleybolda smaç veya servis top hızı ölçümü, futbolda şut top hızı, teniste servis top hızı, ragbide ayak ya da el ile top hızı veya top fırlatma mesafesi, beyzbol ve softbolda başlangıç atışı ve karşılama vuruşları top hızı, hentbolda 7 metre atışı top hızı, golf vuruşunda top hızı ve mesafe vb. spor disiplinine özgü teknik elementlerin ölçümlerinde yine spor disiplinlerinin kinesoyljisine özgü belirlenebilecek farklı araçlara SMR etkinlerinin incelenmesi üzerine alanda yeni çalışmalar araştırılabilir.

Araştırmacılara yeni yöntem belirleme hususunda SMR uygulamasıyla yapılan alandaki çalışmaları inceleyerek meta analizler yapmaları, bu bağlamda ekipman eksikliği, sporcuların uygulama tecrübesi eksikliği, uygulama süresi, uygulama sıklığı ve yumuşak dokuya uygulanan basıncın tam olarak ölçülememesi vb. gibi anlamlılık düzeyinde rapor edilen çelişkili sonuçları dikkate alarak spor türü ve formatına göre yeni ve etkili araştırma dizaynı önermelerini tavsiye ederiz.

Biz bu çalışmanın sonucunda antrenörler ve voleybolcuların antrenman rutinlerine ve müsabaka öncesi ısınma rutinlerine ekleyebilecekleri bir yöntem olarak lakros topu ile SMR uygulamasını önerebiliriz.

Ayrıca bu uygulama yöntemi taşıma ve uygulama kolaylığı açısından müsabaka öncesi ve set aralarında sporcuların etkili smaç vuruşlarını artırıcı etkin bir araç olarak önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Agopyan, A., Ozbar, N. and Ozdemir, S. N. (2018). Effects of 8-week Thera-Band training on spike speed, jump height and speed of upper limb performance of young female volleyball players. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 7(1), 63–76.
- Aka, H., Akarçeşme, C., Aktuğ, Z. B., Zorlular, A., Atalay Güzel, N. and Sökmen, T. (2019). The relationship of wrist and shoulder joint isokinetic strength and service and spike velocity in elite female volleyball players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 21(1), 182–187.
- Aka, H. and Altundağ, E. (2020). Voleybolculara uygulanan müsabaka dönemi antrenmanlarının izokinetik omuz kas kuvveti smaç hızı ve sıçrama yüksekliğine etkisi. *İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 7, 37–45.
- Akarcesme, inC., Aktuğ, Z. B., Aka, H. and İbiş, S. (2017). An investigation of leg and shoulder muscle strength ratios of elite female volleyball players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 19(2), 284–288.
- Akçay, N., Kaplan, S., Tanrıöver, S., Pençek, D. E., Akgül, M. N. and Akgül, M. Ş. (2023). Acute effects of foam roller on performance in elite volleyball players. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 21(3), 135–143.
- Arkun, R. and Ergen, F. B. (2014). Omuz MRG: Normal anatomi ve teknik özellikler. *Türk Radyoloji Seminerleri*, 2(1), 1–15.
- Arslan, Y. (2016). *Elit kadın voleybol oyuncularında izokinetik kuvvet, omuz hareketliliği ve top hızı ilişkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 21-25.
- Bacurau, R. F. P., Monteiro, G. A., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Cabral, L. F. and Aoki, M. S. (2009). Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 304–308.
- Payton, C. J. (2007). *Biomechanical Evaluation of Movement in Sport and Exercise* (pp. 22-46). R. Bartlett (Ed.). Abingdon, Oxon, UK: Routledge.
- Baltzopoulos, V. and Brodie, D. A. (1989). Development of a computer system for real-time display and analysis of isokinetic data. *Clinical Biomechanics*, 4(2), 118–120.
- Barnes, M. F. (1997). The basic science of myofascial release: morphologic change in connective tissue. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 1(4), 231–238.
- Bartlett, R. (2007). *Introduction to Sports Biomechanics: Analysing Human Movement Patterns* (2 nd). Londra: Routledge, 125-127.
- Beyleroğlu, M., Demirtaş, B. ve Çakır, O. (2021). Bölgesel lig kadın voleybolcularda ısınma protokolündeki dinamik germe egzersizlerine ek olarak yapılan foam roller egzersizlerinin countermovement jump ve squat jump performansına akut etkileri. *Journal of Exercise and Sport Sciences Research*, 1(1), 23–30.

- Biçici, U. S. and Düzgün, İ. (2021). Glenohumeral internal rotasyon defisiti olan erkek voleybolcularda izokinetik kas kuvveti ile fonksiyonel performans testleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(1), 1–10.
- Bishop, D. (2003a). Warm up I potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med*, 33(6), 439–454.
- Bishop, D. (2003b). Warm up II performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Med*, 33(7), 483–498.
- Caniberk, M., Sesli, F. A. ve Çetin, C. (2017). Spor biyomekaniğinde ve üç boyutlu hareket analizinde sayısal fotogrametrinin kullanılması. *Spor Hekimliği Dergisi*, 51(4), 117–127.
- Çelebi, M. M. and Zergeroğlu, A. M. (2017). Isınma ve germe egzersizlerinin propriosepsiyon ve denge üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 70(2).
- Cengizel, E. (2019). *Voleybol Mekaniği II* (B. Ertaş Dölek, Ed.). Ankara: Gazi Kitapevi, 41–45.
- Cengizel, Elif. (2020). The relationship between speed and isokinetic knee strength in female volleyball players. *African Educational Research Journal*, 8(2), 406–409.
- Cerrah, A. O., Ertan, H. and Soylu, A. R. (2010). Spor bilimlerinde elektromiyografi kullanımı. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 8(2), 43–49.
- Chacko, R. J. (2020). *Effects of myofascial release on range of motion, soreness, and maximum torque*. Master Thesis, San Francisco State University, San Francisco, 25–28.
- Chaitow, L. (2018). *Fascial Dysfunction* (L. Chaitow, Ed.; 2 nd). London: Handspring Publishing, 135–138.
- Chepeha, J. C., Magee, D. J., Bouliane, M., Sheps, D. and Beaupre, L. (2018). Effectiveness of a posterior shoulder stretching program on university-level overhead athletes: Randomized controlled trial. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 28(2), 146–152.
- Cinel, Y. (2005). *Piramidal yöntemle tekrar yüklenme yönteminin voleybolcularda maksimal kuvvet gelişimine etkisinin karşılaştırılması* Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmit, 35–36.
- Çolak, M. ve Çetin, E. (2010). Bayanlara uygulanan farklı ısınma protokollerinin eklem hareket genişliği ve esneklik üzerine etkileri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi*, 24(1), 001–008.
- Cook, T. S., Stein, J. M., Simonson, S. and Kim, W. (2011). Normal and variant anatomy of the shoulder on MRI. In *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America* (Vol. 19, Issue 3, pp. 581–594).

- De Lira, C. A. B., Vargas, V. Z., Vancini, R. L. and Andrade, M. S. (2019). Profiling isokinetic strength of shoulder rotator muscles in adolescent asymptomatic male volleyball players. *Sports*, 7(2), 49.
- De Lira, C. A. B., Vargas, V. Z., Vancini, R. L., Hill, L., Nikolaidis, P. T., Knechtle, B. and Andrade, M. D. S. (2023). Shoulder internal rotator strength as risk factor for shoulder pain in volleyball players. *International Journal of Sports Medicine*, 44(2), 133–137.
- Dearing, J. (2018). *Volleyball Fundamentals* (2nd Edition). London: Human Kinetics, 27–36.
- Della-Giustina, D. and Hile, D. (2024). Shoulder Pain. In *Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide* (Vol. 18). New York: McGraw Hill Education, 128–141.
- Dönmez, G., Ak, E., Ödek, U., Özberk, N. and Korkusuz, F. (2014). Sporda hareket analizi. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi*, 13(4), 369–380.
- Drake, R. L. (2011). *Gray's Anatomy: Tıp Fakültesi Öğrencileri İçin* (M. Yıldırım, Ed.). Ankara: Güneş Kitabevi, 151–155.
- Drikos, S., Kountouris, P., Laios, A. and Laios, Y. (2009). Correlates of team performance in volleyball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(2), 149–156.
- Drouin, J. M., Valovich-McLeod, T. C., Shultz, S. J., Gansneder, B. M. and Perrin, D. H. (2004). Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *European Journal of Applied Physiology*, 91(1), 22–29.
- Duncan, R. A. (2014). *Myofascial Release: Hands-on Guides For Therapists*. London: Human Kinetics, 241–254.
- Elsner, R. C., Pedegana, L. R. and Lang, J. (2024). Protocol for strength testing and rehabilitation of the upper extremity. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 4.
- Ergin, E. (2020). The acute effect of foam rolling on strength and flexibility in volleyball players. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 9(8), 81–88.
- Ergin, E. and Bereket Yücel, S. (2011). Farklı germe egzersizlerinin üst ve alt ekstremitte kuvvet parametrelerine akut etkileri. *Spor Hekimliği Dergisi*, 46, 145–153.
- Escamilla, R. F. and Andrews, J. R. (2009). Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. *Sports Med*, 39(7), 569–590.
- Faigenbaum, A. D., Bellucci, M., Bernieri, A., Bakker, B. and Hoorens, K. (2005). Acute effects of different warm-up protocols on fitness performance in children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 376–381.
- Fairall, R. R., Cabell, L., Boergers, R. J. and Battaglia, F. (2017). Acute effects of self-myofascial release and stretching in overhead athletes with GIRD. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(3), 648–652.

- Ferreira, R. M., Martins, P. N. and Gonçalves, R. S. (2022). Effects of self-myofascial release instruments on performance and recovery: an umbrella review. *International Journal of Exercise Science*, 15(3), 861–883.
- FIVB. (2020). *2017-2020 Resmi voleybol oyun kuralları*.
- Formenti, D., Trecroci, A., Duca, M., Vanoni, M., Ciovati, M., Rossi, A. and Alberti, G. (2020). Volleyball-specific skills and cognitive functions can discriminate players of different competitive levels. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(3), 813-819.
- Forthomme, B., Croisier, J. L., Ciccarone, G., Crielaard, J. M. and Cloes, M. (2005). Factors correlated with volleyball spike velocity. *American Journal of Sports Medicine*, 33(10), 1513–1519.
- 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., Mitteregger, J., Hoelbling, D., Menzel, H.-J. K., Bell, J. W., Duvillard, S. P. von and Wagner, H. (2021). Relationship between general jump types and spike jump performance in elite female and male volleyball players. *Applied Sciences*, 11(3), 51-55.
- Goldstein, B. (2004). Shoulder anatomy and biomechanics. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 15(2), 313–349.
- Gürol, B. and Yilmaz, İ. (2013). İzokinetik kuvvet antrenmanı. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1, 1–11.
- Hadzic, V., Dervisevic, E. and Veselko, M. (2011). Concentric and eccentric strength profile of quadriceps and hamstrings in healthy volleyball players. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6), 538–538.
- Hadzic, V., Sattler, T., Veselko, M., Markovic, G. and Dervisevic, E. (2014). Strength asymmetry of the shoulders in elite volleyball players. *Journal of Athletic Training*, 49(3), 338–344.
- Häyrinen, M., Hoivala, T. and Blomqvist, M. (2004). *Differences between winning and losing teams in men's European top-level volleyball*. 168177.
- Hazar, S., Polat, M., Hazar, K., Kaya, Ç. ve Cansu, G. (2018). Aktif ve pasif ısınmanın esneklik, anaerobik güç ve kuvvete etkisi. *Ulusal Spor Bilimleri Dergisi*, 2(1), 20–30.
- Huijing, P. A., Maas, H. and Baan, G. C. (2003). Compartmental fasciotomy and isolating a muscle from neighboring muscles interfere with myofascial force transmission within the rat anterior crural compartment. *Journal of Morphology*, 256(3), 306–321.
- Hussain, A. and Malik, S. (2024). Chapter 16: Shoulder. In *Simon's Emergency Orthopedics*. New York: McGraw-Hill, 121-151.

- Inui, H., Sugamoto, K., Miyamoto, T., Machida, A., Hashimoto, J. and Nobuhara, K. (2001). Evaluation of three-dimensional glenoid structure using MRI. *Journal of Anatomy*, 199(3), 323–328.
- Kasap, H. (1990). Esneklik antrenmanları ve stretching. *Beden Eğitimi ve Spor Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 26–29.
- Kellis, E. and Baltzopoulos, V. (1995). Isokinetic eccentric exercise. *Sports Medicine*, 19(3), 202–222.
- Kendall, B. J. (2017). The acute effects of static stretching compared to dynamic stretching with and without an active warm up on anaerobic performance. *International Journal of Exercise Science*, 10(1), 53–61.
- Kilimci, F. S. and Kara, M. E. (2013). Kemiklerin mekanik özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan temel biyomekanik kavramlar. *Animal Health Prod and Hyg*, 2(2), 235–239.
- Kim, C.-G. and Jeoung, B. J. (2016). Assessment of isokinetic muscle function in Korea male volleyball athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(5), 429–437.
- Kıyak, G. and Ercan, S. (2023). Spor hekimliği bakış açısıyla hareket analizi sistemleri ve biyomekanik. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 30(2), 263–275.
- Klingenberg, J. L. (2017). *The acute effect vibrating foam rollers have on the the acute effect vibrating foam rollers have on the lower extremities' ability to produce power lower extremities' ability to produce power*. Master's Thesis, Eastern Washington University, Washington, 51-57.
- Kocaoğlu, S. ve Akdoğan, E. (2015). Üst uzuv dış iskelet rehabilitasyon robotları. *Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi*, 2, 45-48.
- Köse, M. G., Yıldırım, E. and Kin İşler, A. (2021). Genç futbolcularda statik ve dinamik germe egzersizlerinin tekrarlı sprint performansına etkisi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 26(3), 347–359.
- Koshi, R. (2017). Surface Anatomy. In *Cunningham's Manual of Practical Anatomy: Upper and lower limbs* (16 nd, Vol. 1, Issue 1). Oxford: Oxford University Press, 51-59.
- Kugler, A., Krüger-Franke, M., Reininger, S., Trouillier, H.-H. and Rosemeyer, B. (1996). Muscular imbalance and shoulder pain in volleyball attackers. *British Journal of Sports Medicine*, 30(3), 256–259.
- Kuran, B. and Öncü, J. (2012). Glenohumeral eklem osteoartriti: primer ve sekonder nedenler. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 58(3), 236–242.
- Langevin, H. M. and Huijing, P. A. (2009). Communicating About Fascia: History, pitfalls, and recommendations. *International Journal Of Therapeutic Massage And Bodywork*, 2(4).

- Lee, J. H., Cynn, H. S., Choi, W. J., Jeong, H. J. and Yoon, T. L. (2016). Reliability of levator scapulae index in subjects with and without scapular downward rotation syndrome. *Physical Therapy in Sport*, 19, 1–6.
- Lesondak, David. (2017). *Fascia: what it is and why it matters*. London: Handspring Publishing, 91-99.
- Li, H. (2016, April). Technical Teaching and Training of Volleyball. In *6th International Conference on Electronic, Mechanical, Information and Management Society* (pp. 243-245). Atlantis Press.
- Lidor, R. and Ziv, G. (2010). Physical and physiological attributes of female volleyball players-a review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1963-1973.
- MacDonald, G. Z., Penney, M. D., Mullaley, M. E., Cuconato, A. L., Drake, C. D., Behm, D. G. and Button, D. C. (2013). An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *Journal OfStrength and Conditioning Research*, 27(3), 812–821.
- 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. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 9(1), 20.
- McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G. and Rattray, B. (2015). Warm-up strategies for sport and exercise: mechanisms and applications. *Sports Medicine*, 45(11), 1523–1546.
- McKenney, K., Elder, A. S., Elder, C. and Hutchins, A. (2013). Myofascial release as a treatment for orthopaedic conditions: A systematic review. *Journal of Athletic Training*, 48(4), 522–527.
- Menek, B., Yılmaz Menek, M. and Tarakcı, D. (2021). Hareketle birlikte mobilizasyon yönteminin eklem hareket açıklığı, sıçrama ve performansla olan etkisinin araştırılması. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 12(1), 80–90.
- Mitchinson, L., Campbell, A., Oldmeadow, D., Gibson, W. and Hopper, D. (2013). Comparison of upper arm kinematics during a volleyball spike between players with and without a history of shoulder injury. *Journal of Applied Biomechanics*, 29, 155–164.
- Miura, K., Tsuda, E., Kogawa, M. and Ishibashi, Y. (2020). The effects of ball impact position on shoulder muscle activation during spiking in male volleyball players. *JSES International*, 4(2), 302–309.
- Mroczek, D., Januszkiewicz, A., Kawczynski, A. S., Borysiuk, Z. and Chmura, J. (2014). Analysis of male volleyball players' motor activities during a top level match. *Journal OfStrength and Conditioning Research*, 28(8), 2297–2305.

- Nagarwal, A. K., Zutshi, K., Ram, C. S., Zafar, R. and Hamdard, J. (2010). Improvement of hamstring flexibility: A comparison between two PNF stretching techniques. In *International Journal of Sports Science and Engineering* 4(1).
- Okamoto, T., Masuhara, M. and Ikuta, K. (2013). Acute effects of self-myofascial release using a foam roller on arterial function. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 69–73.
- Ölçücü, B., Erdil, G., Karahan, A. Y., Altınkök, M. and Kandemir, G. (2011). Pliometrik antrenmanın tenisçilerde omuz iç ve dış rotasyon kuvvetleri üzerine etkisi. *Spor Hekimliği Dergisi*, 46, 1–9.
- Örteş, F. and Arslan, Y. Z. (2021). İskelet kaslarındaki kuvvet üretim mekanizmasının Huxley tipi kas modelleriyle incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 35(3).
- Öz, E., Göktepe, A., Karabörk, H., Yıldırım, İ. ve Korkusuz, F. (2010). Voleybolda Smaç Kolunun Açısız Kinematik Analizi. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 101.
- Öz, Elif. (2019). *Voleybolda smaç tekniğinin vuruş yönlerine göre kinematik analizi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 61-65.
- Palao, J. M. and Valades, D. (2009). Testing protocol for monitoring spike and serve speed in volleyball. *Strength & Conditioning Journal*, 31(6), 47–51.
- Papageorgiou, A. and Spitzley, W. (2002). *Volleyball A Handbook For Coaches And Players*. Aachen: Meyer und Meyer Verlag, 25-39.
- Popelka, Jaroslav. and Pivovarnicek, P. (2022). The effect comparison of foam rolling and dynamic stretching on performance in motion tests by young volleyball players: a pilot study. *Physical Activity Review*, 10(2), 140–149.
- Popieluch, A., Staniszewski, M. and Wychowański, M. (2015). Strength of the shoulder rotators in second-league volleyball players. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 22(4), 215–218.
- Prescher, A. (2000). Anatomical basics, variations, and degenerative changes of the shoulder joint and shoulder girdle. In *European Journal of Radiology*, 35, 121-138.
- Prescher, A. and Klumpen, T. H. (1995). Does the area of the glenoid cavity of the scapula show sexual dimorphism? *Journal of anatomy*, 186(1), 223.
- Reeser, J. C., Verhagen, E., Briner, W. W., Askeland, T. I. and Bahr, R. (2006). Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *British Journal of Sports Medicine* 40(7), 594–599.
- Reynaud, C. (2011). Coaching volleyball technical and tactical skills. *Human Kinetics*, 3, 135-148.
- Richman, D. E., Tyo, M. B. and Nicks, R. C. (2018). Combined effects of self-myofascial release and dynamic stretching on range of motion, jump, sprint, and agility performance. *National Strength and Conditioning Association*, 33(7), 1795–1803.

- Rokito, A. S., Jobe, F. W., Pink, M. M., Perry, Jacquelin. and Brault, John. (1998). Electromyographic analysis of shoulder function during the volleyball serve and spike. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 7(3), 256–263.
- Rudez, J., & Zanetti, M. (2008). Normal anatomy, variants and pitfalls on shoulder MRI. *European journal of radiology*, 68(1), 25-35.
- Russo, L., Montagnani, E., Pietrantonio, D., D'Angona, F., Fratini, T., Di Giminiani, R., Palmeri, S., Ceccarini, F., Migliaccio, G. M., Lupu, E. and Padulo, J. (2023). Self-myofascial release of the foot plantar surface: the effects of a single exercise session on the posterior muscular chain flexibility after one hour. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2).
- Sağiroğlu, İ., Alı, S. S., Ateş, O. and Kurt, C. (2017). Acute effect of self-myofascial release exercise volume to vertical jump performance and flexibility in well-trained women volleyball players. *International Refereed Academic Journal of Sports*, 19(16), 5–5.
- Şahin Kafkas, A. ve Çoksevim, B. (2014). İzokinetik egzersiz programlarının sporcuların üst ve alt ekstremita kas grupları üzerine etkisi. *Journal of Physical Education and Sport Sciences*, 1(3), 10–21.
- Şahin, Ö. (2010). Rehabilitasyonda izokinetik değerlendirmeler. *Cumhuriyet Tıp Dergisi*, 32, 386–396.
- Sali Ali, S. (2019). *İyi antrenmanlı bayan voleybolcularda kendi kendine uygulanan myofasiyal gevşetme egzersiz süresinin dikey sıçrama performansı ve esneklik üzerine akut etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 45-48.
- Sandhya, G. (2015). *A Comparative study to find out the efficacy of pnf stretching, self myofascial release using foam roller and combination of both in reducing hamstring tightness among female volleyball players*. Doctoral dissertation, Rajiv Gandhi University of Health Sciences, India, 45-58.
- Schleip, R. (2003). Fascial plasticity-a new neurobiological explanation: Part 1. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 7(1), 11–19.
- Schleip, R. (Ed.). (2015). *Fascia in Sport and Movement 2*. London: Handspring Publishing, 254-289.
- Schleip, R., Jäger, H. and Klingler, W. (2012). What is “fascia”? A review of different nomenclatures. In *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 16(4), 496–502.
- 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.
- Schutz, L. K. (1999). Volleyball. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 10(1), 19–34.

- Seminati, E., Marzari, A., Vacondio, O. and Minetti, A. E. (2015). Shoulder 3D range of motion and humerus rotation in two volleyball spike techniques: injury prevention and performance. *Sports Biomechanics*, 14(2), 216–231.
- Serbest, K. ve Eldoğan, O. (2014). İskelet kaslarının yapısı ve biyomekaniği. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 2(3), 41–51.
- Şerefoğlu, A. (2016). *Antagonist kaslara uygulanan statik ve dinamik germe egzersizlerinin agonist kaslarda ki kuvvet ve elektromiyografik aktivite üzerine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Bursa, 61-69.
- Sheppard, J. M., Gabbett, T. J. and Stanganelli, L.-C. R. (2009). An analysis of playing positions in elite men's volleyball: considerations for competition demands and physiologic characteristics. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1858–1866.
- Smith, D. J., Roberts, D. and Watson, B. (1992). Physical, physiological and performance differences between canadian national team and universiade volleyball players. *Journal of Sports Sciences*, 10(2), 131–138.
- Stickley, C. D., Hetzler, R. K., Freemyer, B. G. and Kimura, I. F. (2008). Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes. *Journal of Athletic Training*, 43(6), 571–577.
- Sulowska-Daszyk, I. and Skiba, A. (2022). The influence of self-myofascial release on muscle flexibility in long-distance runners. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1).
- Tabor, P., Urbanik, C. and Mastalerz, A. (2018). Direction and velocity of the ball in volleyball spike depending on location on court. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 25(4), 3–7.
- Tatham, J., Robergs, R. and Cameron, M. (2016). The influence of self-myofascial release on countermovement jump force-time variables in pre-elite academy rugby union players. *Journal of Athletic Enhancement*, 5(4).
- Thacker, S. B., Gilchrist, J., Stroup, D. F. and Kimsey, C. D. (2004). The Impact of stretching on sports injury risk: A systematic review of the literature. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(3) 371–378.
- Tilp, M., Wagner, H. and Muller, E. (2008). Differences in 3D kinematics between volleyball and beach volleyball spike movements. *Sports Biomechanics*, 7(3), 386–397.
- Tozkoparan, K. E. ve Karaduman, Ö. (2022). Spor biyomekaniğinde performans analizi için hareket yakalama teknolojisi uygulamaları. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 34(2), 95–111.
- Uluöz, E. (2011). Elit altı bayan voleybol oyuncularının fiziksel, antropometrik ve somatotip özelliklerinin oyun mevkilerine göre incelenmesi. *Sport Sciences*, 6(4), 206–213.

- Van Meeteren, J., Roebroek, M. E. and Stam, H. J. (2002). Test-retest reliability in isokinetic muscle strength measurements of the shoulder. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 34, 91–95.
- Vetter, R. E. (2007). Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 819–823.
- Wang, H. K., Macfarlane, A., & Cochrane, T. (2000). Isokinetic performance and shoulder mobility in elite volleyball athletes from the United Kingdom. *British journal of sports medicine*, 34(1), 39-43.
- Williams, W. and Selkow, N. M. (2020). Self-myofascial release of the superficial back line improves sit-and-reach distance. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(4), 400–404.
- Yazıcı, G. (2018). *Genç futbolcularda myofascial gevşeme tekniğinin topun hızı ve isabetine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmit, 42-48.
- Yıldırım, K., Beycan, U. ve Beyzadeoğlu, T. (2021). Adölesan voleybol oyuncularında core stabilizasyon egzersizlerinin smaç hızına etkisi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15, 496–505.
- Yucel, M. (2006). Differential diagnosis and our treatment modalities in the sternoclavicular joint diseases. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 28(1), 21-24.
- Zandi, S., Rajabi, R., Mohseni-Bandpei, M. and Minoonejad, H. (2018). Electromyographic analysis of shoulder girdle muscles in volleyball throw: a reliability study. *Biomedical Human Kinetics*, 10(1), 141–149.
- Zuzgina, O. and Wdowski, M. M. (2019). Asymmetry of dominant and non-dominant shoulders in university level men and women volleyball players. *Human Movement*, 20(4), 19–27.

EKLER

EK 1- Etik Kurul Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 29.01.2024-E.862575



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu



Sayı : E-77082166-302.08.01-862575
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

29.01.2024

DAĞITIM YERLERİNE

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Ana Bilim Dalı **Yüksek Lisans Öğrencisi Merve ÖZAL'ın, Doç. Dr. Elif CENGİZEL'in** danışmanlığında yürüttüğü *"Kadın Voleybolcularda Miyofasyal Gevşemenin Omuz İnternal ve Eksternal Rotasyon İzokinetik Kuvvete ve Smaç Top Hızına Akut Etkisi"* adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun **23.01.2024** tarih ve **02** 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: 2024 - 113

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

Ek:1 Liste

DAĞITIM

Gereği:

Sayın Doç. Dr. Elif CENGİZEL

Bilgi:

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Belge Doğrulama Kodu :BSPHV3U212

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

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

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-1 (devam) Etik Kurul Belgesi

Ev Fak Tarih ve Sayısı: 29.01.2024-E.8625/5	GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU KATILIM LİSTESİ
---	---

TOPLANTI TARİHİ : 23.01.2024		TOPLANTI SAYISI : 02	
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. İlkay 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		KATILAMADI	

EK 2- Gönüllü Olur Formu Örneği

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 Cengizel danışmanlığında Merve Özal tarafından yürütülen "Kadın Voleybolcularda Miyofasyal Gevşemenin Omuz İnternal ve Eksternal Rotasyon İzokinetik Kuvvete ve Smaç Top Hızına 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.

Araştırmanın Amacı	Kadın Voleybolcularda Miyofasyal Gevşemenin Omuz İnternal ve Eksternal Rotasyon İzokinetik Kuvvete ve Smaç Top Hızına Akut Etkisi
Araştırmanın Yöntemi	Bu araştırmada siz katılımcılardan 4 ayrı günde, 4 ayrı ölçüm alınacaktır. 1. Ölçüm voleybola özgü ısınma + smaç top hızı 2. Ölçüm voleybola özgü ısınma + omuz izokinetik kuvvet testi 3. Ölçüm voleybola özgü ısınma + self-myofascial release (SMR) + smaç top hızı 4. Ölçüm voleybola özgü ısınma + SMR + izokinetik kuvvet testi Kendi kendine miyofasyal gevşeme tekniğinde Lakros topu, fırlatma omuz kürek kemiğinin arka tarafındaki infraspinatus kası bölgesine yerleştirilecektir. 60 sn lakrosun sağa-sola ve 60 sn yukarı-aşağı şeklinde 1 set olacak şekilde toplam 2 set uygulanacaktır. Tekrarlar arası ve setler arası dinlenme süresi 30 sn'dir. Smaç topu hızı içinse sizden ısınma protokolü sonrası sahanın 4 numaralı bölgesinden antrenörün beslediği yüksek topa karşı sahanın paralel doğrultusuna doğru smaç vurmanız istenecektir. Tüm ölçümlerde protokol size detaylı olarak anlatılıp gösterilecektir. Ölçümlerde uygulanacak testlerin size herhangi bir sakıncası ve zararı yoktur.
Araştırmanın Öngörülen Süresi (Başlama ve Bitiş Tarihi Başvurudaki Başlangıç ve Bitiş Tarihi ile Uyumlu Olmalıdır.)	1.3.2024-1.6.2024
Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı	30
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 harcamaları ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana herhangi bir ödeme yapılamayacaktır. Araştırma ile ilgili beni 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.)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU FORM-2

Rev-2
25.01.2022

Adı ve Soyadı	Doç. Dr. Elif Cengizel	Tarih ve İmza
Adres ve telefonu	Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Emniyet mah. Abant 1 Cad. No:10 Yenimahalle/Ankara	
Katılımcı		
Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		
Velayet veya Vesayet Altındaki Katılımcılar için Veli/Vası		
Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÖZAL, Merve
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri :
 Medeni hali :
 Telefon :
 e-posta :

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	2022
Lise	Kalaba Lisesi	2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
-		

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Kara, S., Özal, M. and Özal, M. (2021). Investigation and interpretation of maximal and reactive strength index characteristics of 16-17 age group basketball players. Pakistan Journal Of Medical & Health Sciences, 14(11).

Özal, M., Kara, S., Polat, E., Özal, M. and Cengizel, E. (2024) *Acute effect of french contrast method on upper extremity anaerobic power in wrestlers*. International Liberty Conference on Interdisciplinary Studies-V, New York, United States of Amerika, 3-4.

Hobiler

Müzik dinlemek, Seyahat etmek, Kitap okumak



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..