SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
GÜLHANE SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ADÖLESAN ERKEK VOLEYBOLCULARDA GLENOHUMERAL İNTERNAL ROTASYON DEFİSİTİNİN POSTERİOR OMUZ ENDURANSI VE ÜST EKSTREMİTE STABİLİTESİNE ETKİSİ

NUR BARLAS YALÇIN

TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ SEDA ULUŞAHİN

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK/2026

TEZ KABUL ONAYI

BEYAN

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

• Mevcut tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu,

• 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 çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

• Mevcut tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,

• Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Nur BARLAS YALÇIN

12.12.2025

ADÖLESAN ERKEK VOLEYBOLCULARDA GLENOHUMERAL İNTERNAL ROTASYON DEFİSİTİNİN POSTERİOR OMUZ ENDURANSI VE ÜST EKSTREMİTE STABİLİTESİNE ETKİSİ

ÖZET

Amaç: Adölesan erkek voleybolcularda glenohumeral internal rotasyon defisitinin posterior omuz kas enduransına ve üst ekstremite stabilitesine olan etkisini incelemektedir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 14-18 yaş arası asemptomatik 52 erkek adölesan sporcu dahil edildi. Katılımcılar glenohumeral internal rotasyon defisiti saptanan (n=26) (ortalama yaş 16,3±1,01, ortalama vücut kitle indeksleri 19,49±5,36) ve glenohumeral internal rotasyon defisiti saptanmayan (n=26) (ortalama yaş 16,84±1, ortalama vücut kitle indeksleri 19,52±6,84) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Her iki grubun posterior omuz enduransları Omuz Endurans Testi ve Posterior Omuz Endurans Testi ile; üst ekstremite stabiliteleri ise Modifiye Kapalı Kinetik Zincir Üst Ekstremite Stabilite Testi ile değerlendirildi. Verilerin analizinde normallik varsayımı için Shapiro-Wilk testi, kategorik verilerin karşılaştırılmasında ise ki-kare testi kullanıldı. Gruplar arası karşılaştırmalarda, parametrik test ön şartları sağlandığında bağımsız örneklem t testi, sağlanmadığında ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak belirlendi.

Bulgular: Gruplar arası karşılaştırmalarda, Omuz Endurans Testi sonuçlarına göre glenohumeral internal rotasyon defisiti olan grupta dominant omuza ait skorlar glenohumeral internal rotasyon defisiti olmayan gruba kıyasla istatiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,026$); buna karşın dominant olmayan omuz skorları açısından gruplar arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p=0,066$). Posterior Omuz Endurans Testi sonuçları incelendiğinde glenohumeral internal rotasyon defisiti grubunda hem dominant ($p=0,088$) hem de dominant olmayan ($p=0,078$) omuz skorlarının daha düşük olduğu gözlemlense de, bu farklar istatistiksel olarak anlamlı değildi. Modifiye Kapalı Kinetik Zincir Üst Ekstremite Stabilite Testi

değerleri ise glenohumeral internal rotasyon defisiti grubunda hem dominant (p=0,020) hem de dominant olmayan (p=0,008) omuz için glenohumeral internal rotasyon defisiti olmayan gruba kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük bulundu.

Sonuç: Asemptomatik adölesan erkek voleybolcularda glenohumeral internal rotasyon defisiti bulunan (GİRD'li) grupta posterior dinamik omuz enduransı ve üst ekstremite stabilitesi daha düşük bulunmuştur. Glenohumeral internal rotasyon defisiti olan adölesan erkek voleybolcularda gözlemlenen düşük Omuz Endurans Testi ve Modifiye Kapalı Kinetik Zincir Üst Ekstremite Stabilite Testi skorları; adölesan sporcuların gözlemlenmesi ve takip edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Glenohumeral İnternal Rotasyon Defisiti, Omuz, Endurans, Stabilite.

THE EFFECTS OF GLENOHUMERAL INTERNAL ROTATION DEFICIT ON POSTERIOR SHOULDER ENDURANCE AND UPPER EXTREMITY STABILITY IN ADOLESCENT MALE VOLLEYBALL PLAYERS

ABSTRACT

Aim: This study aimed to investigate the effects of glenohumeral internal rotation deficit on posterior shoulder muscle endurance and upper extremity stability in adolescent male volleyball players.

Materials (Patients) and Methods: A total of 52 asymptomatic male adolescent athletes aged 14-18 years were included in the study. Participants were divided into two groups: those with glenohumeral internal rotation deficit (n=26) (mean age 16,3±1,01 years, meant body mass index 19,49±5,36 kg/m²) and those without glenohumeral internal rotation deficit (n=26) (mean age 16,84±1 years, mean body mass index 19,52±6,84 kg/m²). Posterior shoulder endurance in both groups was assessed using the Shoulder Endurance Test and Posterior Shoulder Endurance Test, while upper extremity stability was evaluated using the Modified Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test. The Shapiro-Wilk test was used to assess normality. Categorical variables were compared using the chi-square test. For between-group comparisons, the independent samples t-test was used when parametric assumptions were met and the Mann-Whitney U test was used when they were not. A significance level of $p<0,05$ was accepted.

Results: Between-group comparisons revealed that, according to Shoulder Endurance Test results, dominant shoulder scores in the glenohumeral internal rotation deficit group were significantly lower than those in the without glenohumeral internal rotation deficit group (p=0,026). However, no statistically significant difference was found between groups for the non-dominant shoulder scores (p=0,066). Analysis of Posterior Shoulder Endurance Test results showed that both dominant (p=0,088) and non-

dominant (p=0,078) shoulder scores were lower in the glenohumeral internal rotation deficit group, although these differences did not reach statistical significance. Modified Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test scores were significantly lower in the glenohumeral internal rotation deficit group compared with the without glenohumeral internal rotation deficit group for both the dominant (p=0,020) and non-dominant (p=0,008) shoulders.

Conclusion: In asymptomatic adolescent male volleyball players with glenohumeral internal rotation deficit (GIRD), posterior dynamic shoulder endurance and upper extremity stability were found to be lower. The reduced scores observed in the Shoulder Endurance Test and the Modified Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test in adolescent male volleyball players with GIRD indicate the necessity for careful monitoring and follow-up of these athletes.

Keywords: Glenohumeral Internal Rotation Deficit, Shoulder, Endurance, Stability.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda ve yüksek lisans eğitimime başladığım ilk günden itibaren sabırla, bilgi ve tecrübesiyle yol gösteren, tezimin her aşamasında her türlü katkıyı ve kolaylığı sağlayan, akademik rehberim, değerli danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Seda ULUŞAHİN'e;

Lisansüstü eğitim sürecimde bilgi ve tecrübelerini enerji ve samimiyetle aktarıp, farklı bakış açıları katan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Koordinatörü hocam sayın Prof. Dr. Aydan AYTAR'a,

Yüksek lisans eğitimim ile tanışma ve çalışma fırsatı yakaladığım, akademik ve klinik tecrübeleri ile bana ışık tutan Sayın Ana Bilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Necmiye ÜN YILDIRIM'a,

Çalışmamın yürütülmesi ve sporculara erişimimde yardımcı olup destek sağlayan hocam Uzman Fzt. Gökçe KURT'a,

Tez sürecimde her zaman her türlü destekleri ile yanımda olan, her ihtiyacıma koşturan sevgili dostlarım Uzman Fzt. Ayşegül DÜLGER'e, Fzt. Büşra POLAT'a, Fzt. Hüsna BALCI'ya,

Her zaman yanımda olup bana güç veren, teşvik edip cesaretlendiren, stresimi ve heyecanımı paylaşan canım eşim Mert YALÇIN'a; her zaman yanımda olup, hayatımı kolaylaştıran, motivasyon ve destek veren annem ve babama,

Sonsuz teşekkürler…

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv
ABSTRACT vi
TEŞEKKÜR viii
ŞEKİLLER DİZİNİ xi
RESİMLER DİZİNİ xii
SİMGE VE KISALTMALAR xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 4
2.1. OMUZ KOMPLEKSİNİN FONKSİYONEL ANATOMİSİ 4
2.1.1. Eklemler 4
2.1.2. Bağlar 8
2.1.3. Bursalar 8
2.1.4. Kaslar 9
2.2. OMUZ KOMPLEKSİ KİNEZYOLOJİSİ VE BİYOMEKANİĞİ 13
2.3. VOLEYBOL 13
2.3.1. Baş Üstü Fırlatma Biyomekaniği 14
2.3.2. Voleybolcularda Görülen Glenohumeral Eklem Hareket Değişiklikleri 16
2.4. OMUZ ENDURANSI VE ÜST EKSTREMİTE STABİLİTESİ 17
2.4.1. Omuz Enduransı 18
2.4.2. Omuz Stabilitesi 18
3. GEREÇ VE YÖNTEM 20
3.1. ARAŞTIRMANIN TASARIMI 20
3.2. KATILIMCILAR 20
3.3. DEĞERLENDİRMELER 21
3.3.1. Glenohumeral Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü 22
3.3.2. Omuz Enduransı Değerlendirmesi 23
3.3.3. Posterior Omuz Enduransı Değerlendirmesi 24
3.3.4. Üst Ekstremite Stabilite Değerlendirilmesi 25
3.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ 27
4. BULGULAR 28

4.1. EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI ÖLÇÜM SONUÇLARI 29
4.2. OMUZ ENDURANS TEST SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI 30
4.3. POSTERİOR OMUZ ENDURANS TEST SONUÇLARININ KARŞILATIRILMASI 31
4.4. ÜST EKSTREMİTE STABİLİTE TEST SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI 32
5. TARTIŞMA 34
5.1. LİMİTASYONLAR 41
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 42
7. KAYNAKLAR 43
8. EKLER 52
8.1. Ek 1: Etik Kurul Onayı 52
8.2. Ek 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu 53
8.3. Ek 3: Değerlendirme Formu 59
8.4. Ek 4: Orijinallik Raporu 61
8.5. Ek 5: Özgeçmiş Formu 62

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Omuz Kompleksi Eklemleri

Şekil 2.2: Glenohumeral Eklem Bağ ve Yapıları

Şekil 2.3: Skapulotorasik Ritim; GH/ ST Hareket Oranı

Şekil 2.4: Omuz Kompleksi Bağları

Şekil 2.5: Rotatör Manşet Kasları ve Deltoid Kası Kuvvet Çifti İlişkisi

Şekil 2.6: Serratus Anterior ve Trapezius Kasları Kuvvet Çifti İlişkisi

Şekil 2.7: Baş Üstü Fırlatma Fazları

Şekil 3.1: Akış Diyagramı

Şekil 4.1: Gruplar Arası OET Değerlerinin Karşılaştırılması

Şekil 4.2: Gruplar Arası POET Değerlerinin Karşılaştırılması

Şekil 4.3: Gruplar Arası MKKZT Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 1: Katılımcıların Sporla İlgili Verilerinin Karşılaştırılması

Tablo 2: Grupların Eklem Hareket Açıklığı Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 3: Grupların OET, POET ve MKKZT Değerlerinin Karşılaştırılması

RESİMLER DİZİNİ

Resim 2.1: Glenohumeral İnternal Rotasyon Ölçümü
Resim 2.2: Glenohumeral Eksternal Rotasyon Ölçümü
Resim 2.3: Omuz Endurans Test Başlangıç Pozisyonu
Resim 2.4: Omuz Endurans Test Bitiş Pozisyonu
Resim 2.5: Posterior Omuz Endurans Test Değerlendirmesi
Resim 2.6: Modifiye Kapalı Kinetik Zincir Testi Başlangıç Pozisyonu
Resim 2.7: Modifiye Kapalı Kinetik Zincir Testi Bitiş Pozisyonu

SİMGE VE KISALTMALAR

%: Yüzde

ark.: Arkadaşları

AK: Akromiyoklavikular

EHA: Eklem Hareket Açıklığı

ER: Eksternal Rotasyon

GH: Glenohumeral

GİRD: Glenohumeral İnternal Rotasyon Defisiti

İR: İnternal Rotasyon

VKİ: Vücut Kitle İndeksi

SK: Sternoklavikular

ST: Skapulotorasik

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Baş üstü sporlarda kas-iskelet sistemi, kuvvet üretimi ve kuvvetin etkili bir şekilde aktarımı için bir bütün olarak çalışmaktadır (1). Bu süreçte özellikle omuz kompleksi ve çevresindeki kaslar, üretilen kuvvetin topa aktarımında temel rol üstlenirken, yüksek hızda zorlayıcı kuvvetlere maruz kalmaktadır (2). Tekrarlı baş üstü hareketler, omuz ekleminde mekanik bir stres oluşturarak yumuşak dokularda mikrotravmaların gelişmesine neden olmaktadır (3). Literatürde, baş üstü sporcularda aşırı kullanıma bağlı yaralanmaların yaklaşık %30'unun omuzda meydana geldiği belirtilmiştir (3, 4). Ayrıca baş üstü pozisyonlarda omuz stabilitesi azalma eğilimi gösterir (2). Glenohumeral (GH) eklem geniş hareket açıklığı sağlarken nispeten düşük stabiliteye sahiptir. Bu özellik, mobilite gerektiren baş üstü sporlarda aşırı yüklenmelere ve kompansatuvar hareket paternlerinin gelişimine zemin hazırlar (5).

Baş üstü spor branşları arasında voleybol servis, smaç ve blok gibi hareketleri içeren dinamik bir spor dalıdır (6). Yüksek katılım oranı ile genel olarak güvenli görülse de, son yıllarda spora katılımın artmasıyla da birlikte yaralanma insidansındaki artış dikkat çekmektedir (7-11). Voleybolda yüksek hız ve kuvvet gerektiren hareketlerin sık tekrarlanması, kas-iskelet sistemine ait yumuşak doku ve kemik yapılarda çeşitli adaptasyonların gelişmesine yol açmaktadır (12, 13). Fırlatma hareketi sırasında, posterior omuz yapılarının eksantrik frenlemeye bağlı distraksiyon kuvvetlerine maruz kalması; posterior kapsülde skar dokusu ve sertleşmeye, anterior kapsülde ise hiperlaksiteye yol açabilmektedir (14-16). Yapılan çalışmalarda kemik yapılarda da adaptif değişiklikler (humeral retroversiyon) gelişebileceği gösterilmiştir (5, 17). Omuzda eksternal rotasyon (ER) hareket açıklığının arttığı ve internal rotasyonun (İR) azaldığı bu adaptif süreç *Glenohumeral Internal Rotasyon Defisiti (GİRD)* olarak tanımlanır (14, 15, 18). Çalışmalar dominant ve dominant olmayan omuzlar arasındaki İR ve toplam GH eklem hareket açıklığı (EHA) kayıplarını omuz ağrısı ve yaralanma mekanizmasına katkıda bulunan risk faktörü olarak tanımlamıştır (2, 13, 19, 20). GİRD'in genellikle adölesan sporcularda asemptomatik olarak ortaya çıktığı; zamanla gelişen yumuşak doku ve kemik yapı adaptasyonları ile birlikte GH

eklem ve bağlantılı skapular kinematiğinde değişikliklere neden olduğu bildirilmektedir. Bu durum ilerleyen dönemlerde omuz patolojilerine yatkınlık yaratabilmektedir (21).

GİRD, özellikle baş üstü ve fırlatma sporcularında görülmekle birlikte Kibler ve ark. tarafından dominant omuzda dominant olmayan omuza kıyasla İR≥15-20° kayıp olarak tanımlanmaktadır (5, 18, 22). Dominant omuzda İR kaybının 18-20°'den az olması ve iki omuz toplam rotasyonel EHA'nın (İR+ER) simetrik ya da dominant omuzda 5°'ye kadar bir fark bulunması anatomik GİRD olarak tanımlanırken; dominant omuzda İR'nin 18-20°'den fazla kaybı ve toplam rotasyonel EHA kaybının 5°'den fazla olması patolojik GİRD olarak tanımlanmaktadır (18, 19, 23, 24). Literatürde GİRD değerleri genellikle yetişkin sporculara yönelik olup adölesan sporcular için bu değerler belirsizdir (21). Johnson ve ark. yaptığı sistematik incelemede adölesan sporcular için anatomik GİRD 9.0°±3.5° olarak kabul edilirken; Gouveia ve ark. yaptığı sistematik incelemede yaklaşık 10° anatomik GİRD olarak kabul edilmiş ve patolojik GİRD'de bu değerin artacağı belirtilmiştir (21, 25). Anatomik GİRD'i olan sporcular genellikle asemptomatik olup, patolojik GİRD ise kemik ve yumuşak doku adaptasyonlarının (posteroinferior omuz kapsül esnekliğinin azalması ve kapsülün kalınlaşması) yanısıra rotatör manşet kaslarındaki zayıflık ve kas kuvvetinin dengesizliği ile bağlantılıdır (14, 18, 26). Wilk ve ark., patolojik GİRD'i olan sporcularda yaralanma riskinin iki kat daha fazla olduğu bildirmiştir (19, 27).

Baş üstü sporcularda omuz yaralanmaları GİRD, aşırı kullanım, kas kuvveti, kas kuvvet dengesizliği, kas yorgunluğu, stabilite problemleri, geçmiş yaralanmalar gibi birçok faktöre bağlı gelişmektedir (14, 28). Literatürde omuz yaralanma risklerini inceleyen araştırmalar sıklıkla maksimum kas kuvvetine odaklanmıştır (23, 29). Ancak kassal endurans ve fonksiyonel omuz stabilitesi de sportif performans için oldukça önemli parametrelerdir. Azalan omuz enduransı ve stabilitesi sıklıkla yaralanmalarla ilişkilendirilmektedir (29, 30). Wilk ve ark. da fırlatma hareketlerine bağlı tekrarlayan mikrotravmaları endurans zayıflığı, kas yorgunluğu ve instabilite sorunları ile ilişkilendirmiştir (31). Ancak; omuz enduransı ve stabilitesinin GİRD ile ilişkisini inceleyen bir çalışma bilgimiz dahilinde bulunmamaktadır. Bu araştırma, GİRD'in

posterior omuz enduransı ve omuz stabilitesine olan etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın sonuçları, omuz yaralanmalarında risk faktörlerinin belirlenmesi hakkında literatüre katkı sağlayacaktır.

Araştırmanın Hipotezleri:

H 1: GİRD'i bulunan adölesan erkek voleybolcuların posterior omuz kas enduransı GİRD'i bulunmayanlara kıyasla anlamlı derecede daha düşüktür.

H 2: GİRD'i bulunan adölesan erkek voleybolcuların omuz stabilitesi GİRD'i bulunmayanlara kıyasla anlamlı derecede daha düşüktür.

2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

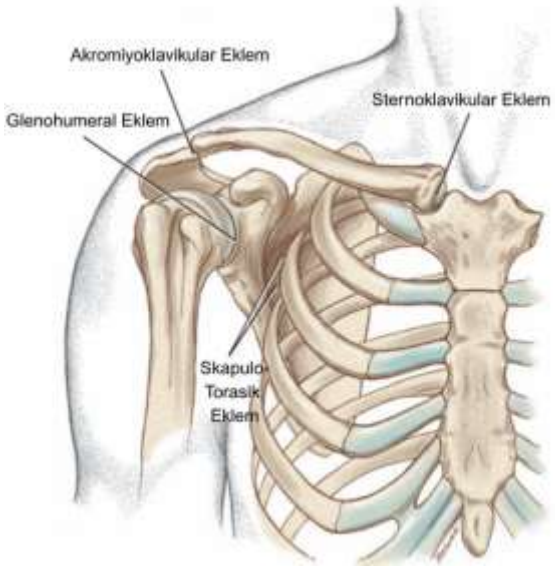
2.1. OMUZ KOMPLEKSİNİN FONKSİYONEL ANATOMİSİ

Omuz kompleksi karmaşık bir yapıdır. Bu anatomik yapı kemik, kapsül, bağ ve kas-tendinöz yapıların bütününden meydana gelir. Kol iskeletini oluşturan humerus ile gövde bağlantısını sağlayan skapula, klavikula ve sternum kemik yapıları meydana getirir. Omuz kompleksinin geniş hareket açıklığı, birbiriyle fonksiyonel bağlantı halinde olan dört eklem aracılığıyla sağlanır. Bu eklemler glenohumeral eklem, akromiyoklavikular eklem, sternoklavikular eklem ve skapulotorasik eklemdir (32, 33).

2.1.1. Eklemler

Omuz kompleksinin temelini üç anatomik eklem ve bir fizyolojik eklem oluşturur:

- Glenohumeral (GH) eklem
- Akromiyoklavikular (AK) eklem
- Sternoklavikular (SK) eklem
- Skapulotorasik (ST) eklem (32) (Şekil 2.1)



Şekil 2.1: Omuz Kompleksi Eklemleri (32)

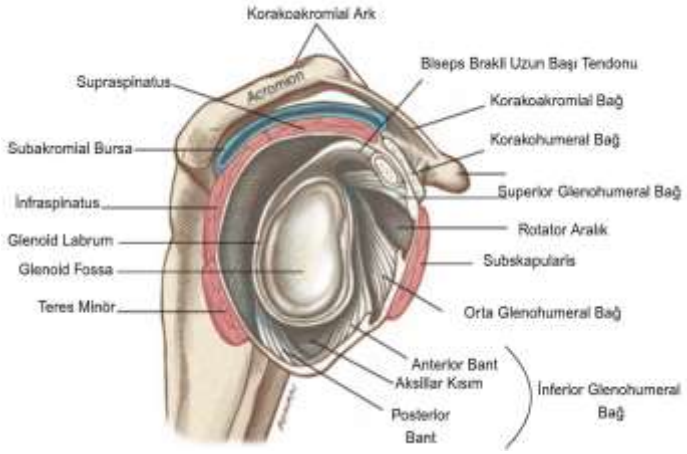
2.1.1.1. Glenohumeral Eklem

Glenohumeral (GH) eklem, humerusun konveks başı ile skapulanın konkav glenoid yüzeyi arasında yer alan zemin-tekerlek tip sinovyal bir eklemdir. Eklemde fleksiyon-ekstansiyon, abdüksiyon-addüksiyon, İR-ER ve horizontal abdüksiyon-addüksiyon hareketleri gerçekleşir. Humerus başının uzunlamasına çapı glenoid fossadan yaklaşık 1,9, enine çapı ise yaklaşık 2,3 kat daha büyüktür. Glenoid fossanın eklem yüzeyi, humerus başının eklem yüzeyinin yalnızca üçte birini kaplar. Eklem yüzeylerindeki bu uyumsuzluk eklemin geniş hareket açıklığına sahip olmasını sağlar ancak temas yüzeyinin az olması sebebiyle, eklem stabilizasyonu statik ve dinamik stabilizatörlerin uyumlu ve bütüncül işleyişine bağlıdır (33).

GH Stabilizasyonu Sağlayan Yapılar

Statik stabilizasyon; glenoid labrum, eklem kapsülü, GH bağlar ve negatif eklem içi basınç ile sağlanır. Labrum fibrokartilaginöz yapıdadır. Glenoid fossa derinliğini yaklaşık %50 artırarak humerus başı ile temas alanını genişletir. Glenohumeral bağ, korakohumeral bağ ve korakoakromiyal bağ labruma bağlanır (34). Eklem kapsülü, eklem yüzeyini hiyalin kıkırdak ile kaplayarak glenoid-humerus başı ilişkisini vertikal ve transvers yönde artırır (32, 33). Eklem hareketinin başında eklem kapsülü ve GH bağlar gevşek olup, eklem hareketiyle birlikte humerusu glenoide doğru sıkıştırarak stabilizasyonu sağlarlar (32).

Dinamik stabilizasyon; rotatör manşet kasları, skapulotorasik kaslar ve biseps kasının uzun başı tarafından üretilen kuvvetlerle sağlanır. Anterior stabilizasyon subskapularis ve pektoralis major kasları, posterior stabilizasyon teres minör ve infraspinatus kasları, superior stabilizasyon supraspinatus kası ve biseps brakii kasının uzun başı ve inferior stabilizasyon ise triseps brakii kasının uzun başı tarafından sağlanır (32, 35) (Şekil 2.2)



Şekil 2.2: Glenohumeral Eklem Bağ ve Yapıları (32)

2.1.1.2. Akromiyoklavikular Eklem

Akromiyoklavikular (AK) eklem, akromiyon ve klavikula arasında, fibrokartilaj doku ile kaplı olan plana tipi bir sinoviyal eklemdir. AK eklemde elevasyon-depresyon, yukarı-aşağı rotasyon, ve protraksiyon-retraksiyon hareketleri meydana gelir (32). Omuz abdüksiyon ve elevasyonu esnasında klavikula yukarı rotasyon yaparken, skapula aşağı rotasyon yapar. Bu senkron hareket Codman tarafından skapula-klavikular rotasyon olarak tanımlanmıştır (36).

Omuz elevasyonu sırasında klavikula ve akromiyon arasında 20°'lik bir rotasyon oluşur. Rotasyonun büyük kısmı omuz elevasyonunun ilk 20°'si ve son 40°'sinde oluşur. Bu sebeple AK eklem kaynaklı problemler 90° ve üzerinde omuz elevasyonunda görülebilmektedir (37, 38). Eklemin statik stabilitesinden akromiyoklavikular bağ, korakoklavikular bağ ve korakoakromiyal bağ sorumludur. Dinamik stabilizasyon ise deltoid ve trapezius kasları tarafından sinerjist çalışarak sağlanır (36).

2.1.1.3. Sternoklavikular Eklem

Sternoklavikular (SK) eklem, klavikula, sternumun klavikular faseti ve birinci kosta kıkırdağı arasında yer alan, üst ekstremiteyi toraksa bağlayan eklemdir. Eyer tipteki eklemde elevasyon-depresyon ve protraksiyon-depresyon hareketleri gerçekleşir (32). Rotasyon hareketleri hariç, SK eklem hareketleri AK eklem hareketleri ile tam ters yöndedir. Örneğin; SK eklem elevasyonunda AK eklemde

depresyon hareketi görülmektedir. (32, 35, 37, 38). SK eklem stabilitesi sternoklavikular bağ, interklavikular bağ, kostoklavikular bağ ile desteklenir (39).

2.1.1.4. Skapulotorasik Eklem

Skapulotorasik (ST) eklem, anatomik olarak gerçek bir eklem kabul edilmese de fizyolojik bir eklem olarak değerlendirilmektedir. Subskapularis ve serratus anterior kaslarının fasyaları, toraks üzerinde kayma yüzeyi oluşturarak skapulanın hareketine olanak sağlar. Skapulanın herhangi bir kemikle direkt eklemleşme yapmaması ve kontrolün kaslar aracılığıyla sağlanması bu eklemi karmaşık hale getirmektedir (32).

ST eklemde, elevasyon-depresyon, protraksiyon-retraksiyon, yukarı-aşağı rotasyon hareketleri meydana gelir. Omuz elevasyonu skapulanın yukarı rotasyonu, SK eklemde klavikulanın elevasyonu, AK eklemin yukarı rotasyonu ile birlikte gerçekleşir (32, 40).

Üst ekstremitenin mobilite ve stabilitesi için ST eklem fonksiyonu önemlidir. GH eklemin ilk 60° fleksiyon ve ilk 30° abdüksiyonunda skapula stabil pozisyonda iken, açının artmasıyla birlikte harekete katılır. Eklemlerin senkronize hareketi *skapulotorasik ritim* olarak ifade edilir. GH/ST hareket, genel olarak 2:1 oranında gerçekleştiği kabul edilmektedir. Bu tanıma göre, her 15° omuz elevasyonunda 10° GH eklem hareketi ve 5° ST eklem yukarı rotasyonu gerçekleşir (Şekil 2.3) (33, 41). Ancak literatürde 3:2 (42), 5:4 (43), 1,7:1 (44) oranları da tespit edilmiştir. Literatürde bu oranların omuz instabilite sorunlarında arttığı, rotatör manşet yırtığı ya da omuzdaki sıkışma patolojilerinde ise azaldığı bildirilmiştir (33, 45).



Şekil 2.3: Skapulatorasik Ritim; GH/ST Hareket Oranı (46)

2.1.2. Bağlar

Omuz kompleksinin statik stabilitesi başlıca glenohumeral, akromiyoklavikular, korakoakromiyal, korakohumeral ve korakoklavikular bağlar tarafından sağlanmaktadır. Bu bağlar, glenohumeral eklem kapsülüne uyguladıkları pasif gerilim ile ekleme mekanik destek sağlar. Glenohumeral bağ superior, orta ve inferior olmak üzere üç bölümden oluşmakta ve özellikle farklı hareket açıları sırasında eklem stabilitesinin korunmasında önemli rol oynamaktadır. Superior glenohumeral bağ, humerus başını 90°'den düşük ER ve abdüksiyon hareketleri sırasında anterior ve inferior yönde stabilizasyonunu sağlamaktadır. Orta glenohumeral bağ, omuzun pek çok hareketinde stabiliteye katkıda bulunmakla birlikte özellikle 45-90° abdüksiyonda anterior yönde belirgin stabilizasyon sağlamaktadır. Inferior glenohumeral bağ ise geniş yapısıyla kompleksin en güçlü parçasıdır. GH eklemin 90° abdüksiyon ve ER sırasında anterior yönde stabilite sağlayarak subluksasyon ve dislokasyonların önlenmesinde primer statik stabilizatör olarak görev alır (32, 47).



Şekil 2.4: Omuz Kompleksi Bağları (32)

2.1.3. Bursalar

Bursalar tendonların; diğer kas tendonları, bağ ve kemikler ile sürtünmesini azaltarak, eklem hareketleri sırasında mekanik yüklenmeyi azaltır. Omuz bölgesinde sekiz adet bursa bulunur. Bunlar arasında özellikle subakromial ve subskapular bursa klinik açıdan önem taşıyan yapılardır.

Subakromial bursa, eklem kapsülü ile akromiyon arasında; supraspinatus

kasının tendonu üzerinde, deltoid kası ile akromiyon ve korakoid çıkıntıların altında konumlanmaktadır. Omuz bölgesinde irritasyonu en sık görülen bursadır.

Subskapular bursa ise anterior eklem kapsülünü çevreleyerek, subskapularis kasının altına doğru uzanır ve doğrudan eklem kapsülü ile bağlantılıdır (32, 48, 49).

2.1.4. Kaslar

Omuz kompleksi kasları fonksiyonlarına göre, GH ekleme etki eden kaslar ve ST ekleme etki eden kaslar olarak iki bölümde incelenebilir.

2.1.4.1. Glenohumeral Eklem Kasları

Rotatör Manşet Kasları

Rotatör manşet kasları supraspinatus, infraspinatus, teres minör ve subskapularis olmak üzere dört kastan oluşmaktadır (50). Bu kaslar glenohumeral elevasyon sırasında humerus başının glenoid fossa içerisinde stabilizasyonunu sağlar. Rotatör manşet kasları, deltoid kası ile glenohumeral ekleme etki eden ana kuvvet çiftini oluşturur. Deltoid kası yukarı ve dışarı yönde bir kuvvet oluştururken, Rotatör manşet kasları aşağı ve içeri yönde kuvvet oluştururarak eklem merkezlemesine katkıda bulunmaktadır (Şekil 2.5) (32, 51).

Supraspinatus Kası

Humerus başını yukarıdan çevreleyerek omuz elevasyonunda aktif çalışır. İlk 15°'lik abdüksiyon hareketinin başlatılmasından sorumludur (35, 50, 52).

İnfraspinatus Kası

Supraspinatus kasından sonra en aktif olan rotatör manşet kasıdır. Omuzun ER hareketinin yaklaşık %60'ından sorumludur. Omuz elevasyonu sırasında teres minör ve subskapularis kasları ile birlikte humerus başını deprese ederek subakromiyal boşluğun korunmasına yardımcı olur. Baş üstü aktivitelerde ise omuz abdüksiyonu ve ER sırasında humerus başını posteriora doğru hareket ettirerek anterior subluksasyonun önlemesinde rol oynamaktadır (32, 47).

Subskapularis Kası

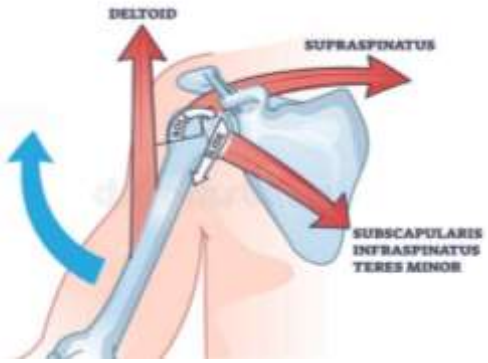
Primer fonksiyonu omuza İR ve addüksiyon hareketlerini yaptırmaktır. Rotatör manşet kaslarındaki tek iç rotatör olup, GH eklemin anterior yönde yer değiştirmesini önleyerek eklem stabilizasyonuna katkı sağlamaktadır. Omuz vücut yanında serbest pozisyonda iken anterior dislokasyonu engellerken, 45° abdüksiyonda orta ve inferior GH bağ ile stabiliteye katkıda bulunmaktadır (35, 53).

Teres Minör Kası

Omuzda ER hareketinin yaklaşık %40'ından sorumludur. GH eklemde, özellikle kolun abdüksiyon ve fleksiyon hareketlerinin erken fazlarında eklem stabilitesinin sağlanabilmesi için, humerus başını inferior yönde deprese etmektedir (53).

Deltoid Kası

Deltoid kası ön, orta ve arka lifleri ile üç bölümden oluşmaktadır. Ön lifler omuz fleksiyonu ve iç rotasyon; arka lifler ise ekstansiyon, horizontal abdüksiyon ve ER'da görev almaktadır. En kuvvetli bölüm olan orta lifler omuz abdüksiyonunda görev alır. Fleksiyon ve abdüksiyon hareketlerinde 90° ile 180° arasındaki açılarda en yüksek kas aktivasyon düzeyine ulaşır. Omuz elevasyonunda rotatör manşet kasları ile birlikte çalışır (32, 53).



Şekil 2.5: Rotatör Manşet Kasları ve Deltoid Kası Kuvvet Çifti İlişkisi (32)

Teres Major

GH eklemin İR, ekstansiyon ve addüksiyon hareketlerinden sorumludur. Baş üstü fırlatma gibi yüksek hız ve kuvvet gerektiren aktiviteler sırasında, subskapularis

kası ile birlikte güçlü bir İR momenti oluşturur (54).

Latissimus Dorsi

Fonksiyonel açıdan teres majör kası ile benzer hareket paternine sahiptir. GH eklemi, gövde ve alt ekstremite ile ilişkilendirerek kinetik zincirin önemli bir parçasını oluşturur. Fırlatma sporlarında alt ekstremite ve gövdeden üretilen kuvveti üst ekstremiteye ileterek posterior kuvvet zincirinin devamlılığını sağlamaktadır (32, 55).

Pektoralis Major

Klavikular ve sternokostal olmak üzere iki parçadan meydana gelir. Klavikular lifler, GH eklemin addüksiyonunda ve deltoid kasının ön lifleri ile birlikte fleksiyon hareketinde görev alır. Sternokostal lifler ise GH eklemin İR'da görev alır (56).

2.1.4.2. Skapulotorasik Kaslar

ST eklem herhangi bir kemik yapı ile doğrudan eklemleşmediğinden stabilite ve normal eklem hareketlerinin kontrolü, ST kasların koordineli etkileşimine bağlıdır. ST kaslar serratus anterior, trapezius, levator skapula, rhomboideus ve pektoralis minör kaslarından oluşmaktadır (33).

Serratus Anterior

Skapulanın en önemli stabilizatör kası olan serratus anterior, toraks ile skapula arasında dinamik bir köprü görevi görür. Omuz hareketleri sırasında skapulayı toraksa karşı stabilize etmek, skapular protraksiyon ve yukarı rotasyonu sağlamak başlıca görevleridir (57-59). Skapulanın yukarı rotasyonunda trapezius kası ile kuvvet çifti oluşturmaktadır (Şekil 2.6) (32, 58). Özellikle 90°'nin üstündeki abdüksiyon hareketinde alt trapezius ile birlikte primer stabilizatör olarak görev almaktadır (53). Serratus anterior aktivitesindeki azalma, ST ritmi ve kas kuvvet dengesini olumsuz etkileyerek yaralanma riskini artırmaktadır (33).

Trapezius

Trapezius kası, geniş yapısı ve farklı lif yönleri nedeniyle fonksiyonel açıdan üç bölümde incelenmektedir (32). Üst trapezius kası, klavikulaya bağlandığı için

klavikular elevasyon ve retraksiyonu sağlar. Ayrıca skapulanın elevasyonu ve yukarı rotasyonuna katkı sağlamaktadır (32, 60). Orta trapezius kası, skapula retraksiyonunda görev almakta ve alt trapezius kası ile birlikte skapula depresyonuna katkıda bulunmaktadır. Skapulanın medial stabilizatörü olarak görev yapar (32). Alt trapezius kası, skapulanın depresyon ve yukarı rotasyonunda görev alır ve inferomedial stabilizatördür (32). Trapezius kasının parçaları arasında meydana gelen kuvvet dengesizliği, skapula, GH eklem ve servikal omurga biyomekaniğini olumsuz etkilemektedir (33, 61).

Levator Skapula

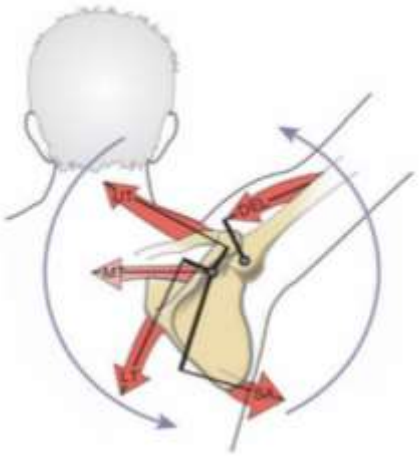
Levator skapula kası, skapulanın elevasyonundan sorumlu başlıca kas yapısıdır. Skapulanın sabitlendiği durumlarda servikal lateral fleksiyon ve ipsilateral rotasyonu yaptırır (62).

Rhomboideus

Rhomboideus, rhomboideus majör ve rhomboideus minör olmak üzere iki kastan oluşmaktadır. Skapulanın retraksiyonunu gerçekleştirerek skapulanın medial stabilizasyonunu sağlamakta ve skapular elevasyona katkıda bulunmaktadır (38).

Pektoralis Minor

Pektoralis minör kası, skapulanın depresyon ve protraksiyonunda görev alır (32).



Şekil 2.6: Serratus Anterior ve Trapezius Kaslarının Kuvvet Çifti İlişkisi (32)

2.2. OMUZ KOMPLEKSİ KİNEZYOLOJİSİ VE BİYOMEKANİĞİ

Omuz elevasyonu, humerus ve skapulanın koordineli hareketiyle gerçekleşir. Elevasyon sırasında skapulanın yukarı rotasyonu, kasların daha az kısalmasını sağlar. Böylece uzunluk- gerilim ilişkisi korunmuş olur (32, 57). Yapıların senkronize hareketi, humerus ve akromiyon arasındaki sıkışmayı önlemektedir. Bu kinematik ilişki Codman ve Inman tarafından *skapulohumeral ritim* olarak tanımlanmıştır (32, 41, 63). Skapulohumeral ritim özellikle baş üstü aktivitelerde gövdede üretilen kuvvetin kola aktarımında önemli rol oynar. Skapulohumeral ritimdeki bozulmalar skapular diskinezi olarak tanımlanıp, skapulotorasik ritim sorunlarından kaynaklanabilmektedir.

Humeral elevasyon; erken faz ilk 90° ve geç faz 90-180° olmak üzere iki aşamada incelenebilir (32, 41). İlk 30°'lik abdüksiyon hareketinin tamamı GH eklemde gerçekleşir. Bu dönemde supraspinatus kası aktive olur ve GH ekleme kompresif bir kuvvet oluşturur. Oluşturduğu kuvvet ile humerus başının stabilizasyonunu sağlar. Deltoid kası ise humerus başına yukarı doğru bir çekme kuvveti uygular ve 60° elevasyonda maksimum aktivasyon düzeyindedir. Rotatör manşet kaslarından subskapularis, infraspinatus ve teres minör, deltoid kası ile kuvvet çifti oluşturarak humerus başının glenoid boşluk içerisinde stabilitesini sağlar (64, 65). Elevasyon 90°'ye ulaştığında maksimum çekme ve kompresyon kuvvetleri eşitlenerek dinamik stabilizasyon sağlanır. Üst trapezius ve serratus anterior kasının alt lifleri, skapulanın yukarı rotasyonunu sağlamak için kuvvet çifti olarak çalışır.

Elevasyon 100° iken supraspinatus kas aktivitesi maksimum düzeye ulaşır ve sonrasında kademeli olarak azalır. Deltoid kasının en yüksek aktivasyonu yaklaşık 110°'de gözlenir ve elevasyonun sonuna kadar korunur. Üst trapezius kasının kuvvet kolu elevasyon arttıkça kısalır ve skapular pozisyonun korunmasını sağlar. Alt trapezius ve serratus anterior kasları ise aktivitelerini artırarak skapulanın yukarı rotasyonunu sürdürür (64, 65).

2.3. VOLEYBOL

Voleybol, hız ve kuvvet gerektiren baş üstü hareketler içeren ve bu nedenle omuz ekleminin tekrarlı travmalara maruz kaldığı bir spor dalıdır (66). Sporcular smaç ve servis gibi hareketlerde topa maksimum kuvvet aktarabilmek için geniş bir eklem hareket açıklığına ihtiyaç duyar (67). Fırlatma hareketinde kuvvet üretimi, vücut segmentleri arasındaki kinetik zincir aracılığıyla potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle gerçekleşmektedir (66). Performans düzeyi arttıkça, daha fazla hız ve kuvvet üretebilmek için sporcuların normal eklem hareket açıklığının ötesine geçtiği gözlemlenebilmektedir (68). Dominant omuz ile dominant olmayan omuz kıyaslandığında GH eklem hareketliliği, skapular pozisyon ve rotasyon paterninde farklılıklar gelişebilmektedir (67, 68). Serratus anterior, orta ve alt trapezius, infraspinatus, supraspinatus ve deltoid kaslarının zayıflığı; üst trapezius, levator skapula ve pektoralis major kaslarının gerginliği, kemik ve yumuşak dokularda adaptasyonlara ve kas dengesizliğine yol açabilmektedir (69). Özellikle adölesan voleybolcularda kas dengesinin sağlanması ve düzeltici egzersizlerin uygulanmasının yaralanma riskini azalttığı ve performansı olumlu yönde etkilediği çalışmalarda gösterilmiştir (69, 70).

2.3.1. Baş Üstü Fırlatma Biyomekaniği

Baş üstü fırlatma hareketi, kinetik zincir aracılığıyla kas-iskelet sisteminin bir bütün olarak çalıştığı dinamik bir aktivitedir (1). Kinetik zincir komponentleri tarafından üretilen kuvvetler, topu istenen yönde hızlandırmak için koordine edilir. Özellikle servis ve smaç hareketleri sırasında yüksek hız ve kuvvet açığa çıkmaktadır.

Hareketin ilk aşaması olan “Hazırlık Fazı” arkadaki bacağa, kalça ve diz fleksiyonu ile birlikte vücut ağırlığı aktarılır ve potansiyel enerji depolanır. Hazırlık fazındaki postüral yetersizliklerin ise gövde ve omuz çevresindeki yapılarda yüklenmeye neden olabileceği belirtilmektedir (71).

“Adım Alma”, diğer bacağın ileri adım almasıyla başlar. Bu dönemde vücudun ağırlık merkezi öne aktarılırken pelvik rotasyon ve ardından üst gövde rotasyonu gerçekleşir. Adım uzunluğu ve açısı, üst ekstremiteye aktarılacak kuvvetin yönü ve

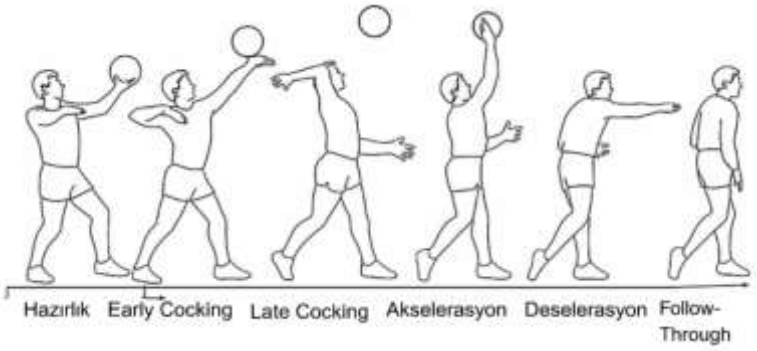
şiddetini belirlemek için önemli bir faktördür. Adım uzunluğunun yeterli olmaması, sonraki fazlarda omuz ve dirsek üzerinde binen stresi artırarak yaralanma riskini yükseltebilmektedir (71, 72).

Adım alma fazını takiben gerçekleşen "Cocking" fazında alt ekstremite ve gövdede üretilen kinetik enerji üst ekstremiteye aktarılır. Bu faz, omuzun eksternal rotasyonu ile başlamakta ve ER'in maksimum açıya ulaşması ile sonlanmaktadır. "Early Cocking" fazı, supraspinatus ve deltoid kaslarının kontraksiyonuyla başlar. Bu fazda humeral abdüksiyon yaklaşık 90°'ye ve dirsek fleksiyonu ise 90-100° aralığına ulaşır. Rotatör manşet kasları, humeral başın glenoid boşluk içerisinde pozisyonunun korunmasını sağlar. "Late Cocking" fazında ise omuz dış rotasyonu yaklaşık 170-180° aralığına ulaşabilmekte olup, bu sırada anterior omuz kapsülü ve GH bağlarda belirgin gerilme meydana gelir (73). Serratus anterior ve trapezius kaslarının oluşturduğu skapular yukarı rotasyon, humerus başının glenoid fossa ile optimal ilişkisini sürdürmesini sağlayarak subakromiyal boşluğun korunmasına katkıda bulunur (71, 74, 75). Cooking fazı, anterior omuz instabilitesi, labrum lezyonları ve rotatör manşet tendinopatileri açısından önemlidir. Bu fazda humerus başının anterior translasyonu ve tekrarlayan aşırı omuz ER hareketleri yaralanma riskini artırabilmektedir (1, 71, 76).

"Akselerasyon" fazı, maksimum omuz dış rotasyonunun gerçekleştiği "Late Cocking" fazından, başlayarak, topla temasın kesildiği ana kadar devam eder. Bu fazda potansiyel enerjinin kinetik enerjiye önemli ölçüde dönüşümü gerçekleşmektedir. Omuz İR ve dirsek ise ekstansiyon pozisyonundadır. Rotatör manşet kasları, trapezius, serratus anterior, romboideus ve levator skapula kasları aktif rol oynamaktadır (71, 77, 78).

"Deselerasyon" fazı, topla temas kesildikten hemen sonra başlar ve maksimum omuz İR ile sonlanır. Hareketin sonundaki aşaması "Follow-Through" fazında kinetik enerji dağıtılırken; omuz yavaşlar ve ciddi bir distraksiyon kuvvetine maruz kalmaktadır. Bu fazda infraspinatus, teres minör ve major, latissimus dorsi ve posterior deltoid kaslarının kontraksiyonu omuzun yavaşlatılmasını ve eklemin stabilize

edilmesini sağlar (71, 79, 80) (Şekil 2.6).



Şekil 2.7: Baş Üstü Fırlatma Fazları (81)

2.3.2. Voleybolcularda Görülen Glenohumeral Eklem Hareket Değişiklikleri

Baş üstünde gerçekleşen fırlatma ve smaç gibi hareketler omuz ekleminde yüksek düzeyde stres oluşturmaktadır. Yüksek hız üreten, sık tekrarlanan baş üstü hareketler, kas-iskelet sisteminde yumuşak doku ve kemik yapılarda travmaya yol açarak çeşitli adaptasyonların gelişmesine sebep olabilmektedir (13, 82). Bu adaptasyonlar; posterior omuz kapsülünde skar dokusu oluşumu ve sertleşme, posterior omuz kaslarında zayıflık; anterior omuz kapsülünde hiperlaksite şeklinde ortaya çıkabilmektedir (14, 15, 83). Bu durum, GH ve ST eklem biyomekaniğinde dengesizlik yaratarak sporcuları yaralanmalara yatkın hale getirmektedir (84). Adaptasyonlar yalnızca yumuşak dokularla sınırlı kalmayıp, kemik yapılarda da gelişebilmektedir. Özellikle humeral retroversiyon, tekrarlayan fırlatma hareketlerine karşı gelişebilen önemli bir kemik adaptasyonudur (5, 17).

Sporcular, fırlatma esnasında daha fazla hız ve kuvvet üretebilmek için normal eklem hareket açıklığının ötesine geçebilmektedir (60). Dominant omuz, dominant olmayan omuz ile kıyaslandığında ER hareket açıklığında artış, iç rotasyon ve toplam rotasyon hareket açıklığında azalma gelişmektedir (27, 85). Bu adaptif süreç *Glenohumeral Internal Rotasyon Defisiti (GİRD)* olarak tanımlanmaktadır (14, 15, 18). GİRD genellikle dominant omuzda, dominant olmayan omuza kıyasla İR kaybının ≥15-20°'den fazla olması ile karakterize olup iki farklı şekilde sınıflandırılmaktadır

(5, 86). Dominant omuzda İR kaybının 18-20°'den az olması ve iki omuz toplam rotasyonel EHA'nın (İR+ER) simetrik ya da dominant omuzda 5°'ye kadar farklılık göstermesi anatomik GİRD olarak tanımlanırken; dominant omuzda İR'nin 18-20°'den fazla kaybı ve toplam rotasyonel EHA farkının 5°'yi aşması patolojik GİRD olarak tanımlanmıştır (18, 19, 23, 24). Literatürde GİRD değerlerleri genellikle yetişkin sporculara yönelik tanımlanmış olup adölesan grup için bu değerler belirsizdir (21). Johnson ve ark. yaptığı sistematik incelemede adölesan sporcular için anatomik GİRD 9.0°±3.5° olarak kabul edilirken; farklı bir sistematik incelemede anatomik GİRD yaklaşık 10° olarak kabul edilmiştir (21, 25). Anatomik GİRD'e sahip sporcular genellikle asemptomatik seyrederken; patolojik GİRD, kemik ve yumuşak doku adaptasyonlarının (posteroinferior omuz kapsül esnekliğinin azalması ve kapsülün kalınlaşması) yanısıra rotatör manşet kaslarındaki zayıflık ve dengesizlik ile ilişkilidir (14, 18, 26). Wilk ve ark. EHA toplam rotasyon farkı 5°'den fazla, patolojik GİRD'i olan sporcuların iki kat daha fazla yaralanma riskine sahip olduğunu göstermiştir (19, 27).

Sporcularda üst ekstremite kas-iskelet sistemi gelişimi genellikle 22-25 yaş civarında tamamlanmaktadır (87, 88). Wolf kanununa göre kemiğin yapısal gelişimi, uygulanan mekanik kuvvetlerden ve dış streslerden etkilenmektedir (89, 90). Adölesan dönemde Tip 3 kolajeninin Tip 1 kolajene göre daha yüksek oranda bulunması, omuz esnekliğini artırabilir ancak epifiz büyüme plağının yapısal olarak daha zayıf olması ekleme yönelik streslerin tolere edilmesini güçleştirmektedir (91, 92). Cools ve ark. fırlatma sporlarına özgü GH eklem adaptasyonlarının adölesan dönemde başladığını bildirmiştir (93). Fırlatma hareketinde humerusun uzun ekseni etrafında oluşan ER torku, humerus retrotorsiyonu gelişimine sebep olmaktadır (90). Çalışmalarda adölesan dönemde asemptomatik olarak ortaya çıkan değişikliklerin, yetişkin dönemde omuz patolojilerine zemin hazırlayabileceği bildirilmektedir (94, 95). Adölesan dönemde, EHA'nın korunması, yumuşak doku adaptasyonlarının önlenmesi ve omuz biyomekaniğinin korunması önemli bir koruyucu yaklaşımdır (21).

2.4. OMUZ ENDURANSI VE ÜST EKSTREMİTE STABİLİTESİ

Baş üstü sporcularda omuz performansı ve fonksiyonel stabilitenin sürdürülmesi için yeterli kas kuvveti, kas enduransı ve esnekliğin sağlanması önemlidir (30, 96, 97). Wilk ve ark. fırlatma hareketlerine bağlı tekrarlayan mikrotravmaların kas endurans zayıflığı, yorgunluk ve instabilite sorunları ile ilişkili olduğunu bildirmiştir (31).

2.4.1. Omuz Enduransı

Kas enduransı izotonik ya da izometrik kontraksiyonları belirli bir süre ya da tekrarda devam ettirebilme kapasitesini ifade etmektedir (98). Kas kuvvetinden farklı olarak, kasın tek seferde ürettiği maksimum kuvveti değil; yorgunluğa karşı koyma ve performansı sürdürebilme yeteneğini gösterir (99). Baş üstü sporlarda endurans kapasitesi, performansın sürekliliği açısından kritik öneme sahiptir. Dinamik stabilizatör kasların enduransındaki yetersizlik, motor kontrolün bozulması ve kompansatuar hareket panternleri ile sonuçlanmaktadır (71, 98).

GİRD'de gelişen EHA değişiklikleri, rotatör manşet kaslarının kuvvetini ve dengesini değiştirir. ER:İR kas kuvvet dengesizliği (100, 101), smaç ve servis gibi hareketlerde teknik hataların ortaya çıkmasına yol açmaktadır (102, 103). ER'de gelişen eksantrik kas yorgunluğu dinamik stabilitenin bozulması ile ilişkilendirilmektedir (30). Bu durum skapular diskinezi ve rotatör manşet yaralanması görülme riskini artırmaktadır (30, 103, 104). Ayrıca GİRD'de meydana gelen posterior omuz kapsül gerginliği ve skar doku gelişimi, dokuların vaskülaritesini ve oksijen kullanabilme kapasitesini azaltarak yorgunluk gelişmesine katkıda bulunabilir (105).

2.4.2. Omuz Stabilitesi

Omuz stabilitesinin sağlanması statik, dinamik yapıların ve nöromüsküler kontrol mekanizmalarının (propriosepsiyon, refleks yanıtlar, motor kontrol) uyumlu bir etkileşimini gerektirir (106, 107).

Baş üstü sporlarda fonksiyonel hareketler ve eklem stabilitesi arasındaki dengenin korunması gerekmektedir. Özellikle tekrarlayan fırlatma hareketinde, omuz

posterior yapıları ER'e izin verecek düzeyde esnek; anterior ve inferior yapıları ise humerus başı subluksasyonunu önleyecek kadar stabil olması gerekmektedir.
GİRD'de gelişen humeral retrotorsiyon ve laksite, omuz stabilitesini olumsuz etkilemektedir. Humerus başının glenoid fossadaki stabilitesinin bozulması eklem pozisyon hissini azaltabilmektedir (31, 96). Özellikle servis ve smaç gibi hareketlerde stabilite sorunlarına bağlı olarak yaralanma riskinin artacağı düşünülmektedir (108).

İnferior instabilite değerlendirmesine yönelik yapılan bir çalışmada sulkus bulgusu pozitif olan sporcularda omuz stabilitesinin daha düşük olduğu saptanmıştır (106, 109). Farklı bir çalışmada, GH eklem laksitesi gelişen bireylerde proprioseptif duyarlılığın daha az olduğu bildirilmiştir (106, 109). Omuz stabilitesinin geliştirilmesinin, skapular diskinezi, rotatör manşet yaralanmaları, labral yırtıklar ve sıkışma sendromu gibi patolojilere yatkınlığı azalttığı bildirilmiştir (107).

Literatürde, baş üstü sporlarla uğraşan sporcularda GİRD'in omuz eklem biyomekaniği, hareket açıklığı ve yaralanma riski ile ilişkisi ayrıntılı olarak tanımlanmış olsa da, adölesan erkek voleybolcularda GİRD, posterior omuz kas enduransı ve fonksiyonel omuz stabilitesini birlikte inceleyen çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Özellikle bu yaş grubunda kemik ve yumuşak doku adaptasyonlarının devam etmesi, değişikliklerin asemptomatik seyredebileceği ve ilerleyen dönemde patolojik tablolara zemin hazırlayabileceği göz önünde bulundurulduğunda, GİRD'in omuz sağlığı üzerinde etkilerinin erken dönemde ortaya konması önem kazanmaktadır.

Bu tez çalışması, GİRD'i bulunan ve bulunmayan adölesan erkek voleybolcularda posterior omuz kas enduransı ve omuz stabilitesini karşılaştırmayı, GİRD varlığının bu parametreler üzerindeki olası etkilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Elde edilecek bulguların, koruyucu antrenman programlarının planlanması ve klinik değerlendirme protokollerine yol gösterici olması beklenmektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMANIN TASARIMI

Bu araştırma, adölesan voleybolcularda GİRD'in omuz enduransı ve stabilitesine olan etkisinin incelenmesini amaçlayan kesitsel ve gözlemsel bir çalışmadır. Dahil edilme kriterlerine uyan ve çalışmaya katılmak için gönüllü olan sporculara, çalışmanın amacı ve sağlayacağı yararlar hakkında bilgi verildi. Sporculara elde edilecek verilerin sonuçlarına dair bir rapor oluşturulacağına dair bilgilendirme yapıldı. Çalışmaya başlamadan önce ebeveyn/veli yazılı onamı ve katılımcı gönüllü onamı alındı. Sporcular Şubat, Haziran ve Eylül/2025 tarihlerinde Türkiye Voleybol Federasyonunda çalışmaya dahil edildi.

Çalışma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu tarafından değerlendirilerek 2024/09 sayılı toplantıda 2024-534 proje/karar numarası ile etik açıdan uygun bulundu (EK 1).

3.2. KATILIMCILAR

Çalışmaya Türkiye Voleybol Federasyonu ve Halkbank Voleybol Spor Kulübü takımlarından 15-18 yaş arası asemptomatik 52 erkek adölesan sporcu dahil edildi.

Örneklem büyüklüğü, Lee J.H ve ark., Moradi M. ve ark. ve Pekyavaş N.Ö ve ark. çalışmalarından yararlanılarak G*Power 3.1 programı ile hesaplandı (23, 110, 111). İki bağımsız grup arasında beklenen fark için %95 güç (1- β=0,95), %5 tip I hata düzeyi (α=0,05) ve 0,80 etki büyüklüğü (Cohen's d) esas alındı. Her bir grupta en az 26 sporcu olmak üzere toplam örneklem büyüklüğü 52 kişi olarak belirlendi.

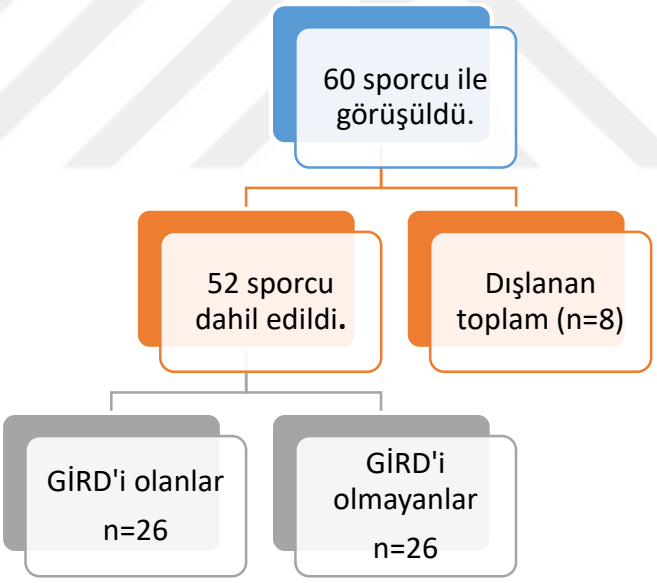
Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- 15-18 yaş aralığında olmak
- En az 3 yıldır lisanslı olarak voleybol sporcusu olmak

Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- Omuz sıkışma bulgularını değerlendiren 5 testin en az 3'ü ve daha fazlasının pozitif olması (Neers Testi, Hawkins- Kennedy Testi, 60°-120° Ağrılı Ark Testi, infraspinatus kas zayıflığı ve Empty Can Testi) (112)
- Son 6 ay içinde omuz ağrısı öyküsü olmak
- Omuz cerrahisi geçirmiş olmak

Türkiye Voleybol Federasyonu ve Halkbank Spor Kulübü takımlarından toplam 60 adölesan voleybolcu ile görüşüldü. Bunlardan 8 tanesi omuz yaralanması nedeniyle çalışmaya dahil edilmedi. Katılımcı akış şeması Şekil 3.1'de gösterildi. Katılımcılar, İR kaybı ≥10° olan GİRD grubu ve <10° olan GİRD saptanmayanlar olmak üzere iki gruba ayrıldı.



Şekil 3.1. Akış Şeması

3.3 DEĞERLENDİRMELER

Çalışma kesitsel, gözlemsel ve karşılaştırmalı bir tasarımda yürütüldü. Sporcuların demografik bilgileri, spor yaşı, oynadığı pozisyon, haftalık antrenman sıklığı ve süreleri kaydedildi. Tüm katılımcıların İR ve ER pasif omuz eklem hareket açıklığı dijital inklinometre ile değerlendirildi (113). Fırlatma hareketini yapan

dominant ekstremitede ≥10° İR kaybının varlığı GİRD olarak kabul edildi (21). Sporcular GİRD'i olan ve olmayan şeklinde 2 gruba ayrıldı. EHA ölçümleri ve performans değerlendirmeleri farklı araştırmacılar tarafından yapılarak ölçümlerde körleme sağlandı. Performans testlerini uygulayan araştırmacı, katılımcıların hangi grupta yer aldığını bilmeyecek şekilde kör tutuldu. Her iki grup posterior omuz kaslarının endüransı "Omuz Endurans Testi ve Posterior Omuz Endurans Testi" ile değerlendirildi (98, 99, 114). Üst ekstremite stabilitesi "Modifiye Kapalı Kinetik Zincir Üst Ekstremite Stabilite Testi" ile değerlendirildi (3). Seçilen fiziksel performans testleri geçerli ve güvenilir bulunan, minimal ekipman gerektiren, pratik ve uygulanabilir testler olması nedeniyle tercih edildi. Tüm katılımcılar değerlendirme öncesinde 10 dakikalık standart ısınma protokolünü uyguladı. Testlerin uygulanma sırası için üç değerlendirmeye ait tüm olası kombinasyonlar listelendi ve bu kombinasyonlar Microsoft Excel programında "RAND" fonksiyonu kullanılarak rastgele sıraya dizildi. Katılımcılar çalışmaya dahil olma sırasına göre bu listede yer alan ardışık kombinasyona atanarak testler uygulandı.

3.3.1. Glenohumeral Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü

Glenohumeral pasif İR ve ER hareket açıklığı ölçümü GİRD'i değerlendirmek için yapıldı. Ölçümler, GYKO Inertial System dijital inklinometresi ile gerçekleştirilmiş olup, cihazın geçerlilik ve güvenilirliğinin daha önce yapılan çalışmalarda aynı değerlendirici güvenilirliği (ICC=0.859) ve değerlendiriciler arası güvenilirliği (ICC=0.942) yüksek düzeyde bulunmuştur. GYKO ile evrensel gonyometre arasındaki geçerlilik değerlendirilerek ICC değerleri 0.576-0.776 olarak bildirilmiştir (113). Sporcu sedyede sırtüstü, kalça ve diz 45° fleksiyonda iken omuz 90° abdüksiyonda ve dirsek 90° fleksiyonda olacak şekilde pozisyonlandı. Araştırmacı, sporcunun başının hizasında sedyenin yan tarafında durarak skapula hareketini engellemek amacıyla bir eli ile korakoid prosesi sabitledi. Bu esnada diğer eli ile korakoidin yükselmeye başladığı noktaya kadar ön kolu pasif olarak İR yönünde hareket ettirdi. Ulna ekseni ve sedyeye dik olan düzlem arasındaki hareket açıklığı dijital gonyometre ile ölçüldü (**Resim 2.1**). Daha sonra ER hareket açıklığı ölçümü sporcu için aynı pozisyonda yapıldı. Araştırmacı sporcunun ve sedyenin yanında bulundu. Bir el ile korakoid prosesi sabitlerken, diğer el ön kolu pasif olarak ER

yönünde hareket ettirdi. Skapula veya toraksta hareketin başladığı nokta kaydedildi (**Resim 2.2**) (115, 116). Hem İR hem de ER EHA için iki ölçüm yapıldı ve ortalama kaydedildi. Dominant ekstremitede diğer ekstremiteye kıyasla ≥10° İR kaybı GİRD olarak kabul edildi (21).



Resim 2.1. İR EHA Ölçümü



Resim 2.2. ER EHA Ölçümü

3.3.2. Omuz Enduransı Değerlendirmesi

Omuz enduransını değerlendirirken Omuz Endurans Testi (OET) ve Posterior Omuz Endurans Testi (POET) kullanıldı (98, 99, 114).

Omuz Endurans Testi

Decleve P.H., Cools ve ark. tarafından geliştirilen OET baş üstü fırlatma hareketine benzer hareket paternlerini içerdiği için oldukça avantajlı bulunmaktadır (98). Başlangıç pozisyonu olarak sporcudan çıplak ayakla, sırtı duvara dayalı bir şekilde durması istendi. Sporcu test edilmeyen taraftaki elinin sırtı beline ve aynı taraftaki ayağı bir adım önde olacak şekilde pozisyonlandı. Test edilen omuz 90° fleksiyona getirildi (**Resim 2.3**). Sporcudan 90° abdüksiyon ve 90° dış rotasyon hareketini yapıp tekrar omuzu 90° fleksiyona getirmesi istendi (**Resim 2.4**). Test sırasında hareketin hızı metronom sinyalini takip ederek kademeli olarak artırıldı. Test sporcu yorulana kadar devam ettirildi. Hareket düzgünlüğü bozulduğunda ve sporcu yorulduğunda sonlandırıldı. Testte her sporcu için %100 gerim sağlandığında 1,7-2,1 kg'a karşılık geldiği kabul edilen 1 metre yeşil tüp thera-band® kullanıldı (99).

Test mesafesi için sporcu duvara dayalı bir şekilde pozisyonlandı. Bitiş pozisyonu olan 90° abdüksiyon ve 90° ER hareketi istendi ve thera-band® 2 metre uzağa sabitlendi. Böylece hareketin başlangıç ve bitişinde thera-bandın® %100 gerilmesi sağlandı. Kadans dakikada 60 vuruştan başlayarak her 20 saniyede sırasıyla 60/dk, 90/dk, 120/dk ve 150/dk vuruşluk hıza yükseldi. Metronom 150/dk kadansa ulaşıldığında aynı hız test sporcu yorulana kadar devam ettirildi. Skor saniye olarak kaydedildi. Teste başlamadan önce sözlü anlatım yapıldı ve ardından katılımcılar daha hafif bir thera-band® (sarı) kullanarak hareketi her kadansta (60/dk-90/dk-120/dk-150/dk) 10 tekrar yaptılar. Denemenin ardından katılımcılar 5 dakika dinlendirildi ve sonrasında teste başlandı. OET baş üstü sporcularda dominant omuz için 0.93'lük ICC değerleri ile yüksek güvenilirlik göstermektedir (98).



Resim 2.3. OET Başlangıç Pozisyonu



Resim 2.4. OET Bitiş Pozisyonu

Posterior Omuz Endurans Testi

Teste başlamadan önce sporcunun vücut ağırlığı alındı. Kol uzunluğu akromiyonun lateral kenarından radiusun distal stiloid prosesine olacak şekilde ölçüldü (99, 114). Elde edilen antropometrik veriler tork hesaplamak için kullanıldı (114). Tork hesaplanırken üst ekstremite ağırlığı antropometrik verilerde belirtildiği gibi vücut ağırlığının %5'i olarak kabul edildi (32). "Kol uzunluğu x vücut ağırlığı x

0,05 x 9,8" formülü ile N-m olarak hesaplanan tork değeri kg-m çevrilerek en yakın değere yuvarlandı. Hesaplanan değer omuz endurans testinde dış yük olarak kabul edildi. Örneğin; kol uzunluğu 56 cm olan, 80 kg vücut ağırlığında bir kişi için 0,56m x 80 x 0,05 x 9,8 = 21,952 N-m ~ 2 kg-m dış yük olarak hesaplanmaktadır.

Sporcu test edilecek kolu sedyeden sarkacak şekilde yüzüstü pozisyonda iken omuz 90° fleksiyonda, gövde sarkan kolun tarafına yakın ve yüzü aynı tarafa dönük olacak şekilde pozisyonlandı ve eline dış yük olarak hesaplanan ağırlık verildi. "Baş parmağı yukarı" olacak şekilde omuz eksternal rotasyonda iken kolunu 90° abdüksiyona kaldırması ve maksimum süre bu pozisyonu koruması istendi. Pozisyonun korunması, seviye çubuğu sistemi ile omuz seviyesine uygun olarak ayarlanan bir düzenek sayesinde takip edildi (**Resim 2.5**). Çubuk ile temas kesilmeden korunabilen pozisyon süresi (sn) kronometre ile kaydedildi. Testin sonlandırılma kriterleri; kol pozisyonunun bozulması, çubuktan temasın kesilmesi, aşırı gövde rotasyonu veya pozisyonu sürdürebilmek için kompansatuvar gövde hareketlerinin ortaya çıkmasıydı. Test boyunca katılımcı sözlü olarak teste devam etmeye teşvik edildi (99, 114). Posterior omuz endurans testi 0.85 ICC değeri ile iyi bir güvenilirliğe sahiptir (114).



Resim 2.5. POET Test Pozisyonu

3.3.3. Üst Ekstremite Stabilite Değerlendirmesi

Modifiye Kapalı Kinetik Zincir Üst Ekstremite Stabilite Testi

Sporcunun sağ akromiyon-sol akromiyon mesafesi test öncesinde ölçüldü. Bu mesafeye göre zemin işaretlendi. Başlangıç pozisyonunda sporcudan sağ ve sol elleri bu işaretler üzerinde olacak şekilde şınav pozisyonuna gelmesi istendi (**Resim 2.6**). 15 saniye boyunca bir eli karşı elin dorsal yüzeyine mümkün olduğunca değdirmesi ve başlangıç pozisyonuna gelmesi istendi (**Resim 2.7**). Her el için 3 kez olacak şekilde maksimum dokunma sayısı kaydedildi ve üçünün ortalaması skor olarak kabul edildi. Sporcu değerlendirmeler arasında 45 saniye dinlendirildi (3, 117, 118). Teste başlamadan önce yapılan sözlü anlatımın ardından her bir taraf için 5 tekrar olacak şekilde deneme yapıldı ve katılımcılar teste başlamadan önce 5 dakika dinlendirildi. Test 0.93 ICC değeri ile yüksek güvenilirlik göstermektedir (3).



Resim 2.6. MKKZÜEST Başlangıç Pozisyonu



Resim 2.7. MKKZÜEST Bitiş Pozisyonu

3.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Verilerin analizinde SPPS 29 (IBM SPSS Statistics for Windows, Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik paket programı kullanıldı. Çalışmada kategorik ve sürekli değişkenler için tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, medyan, çeyreklikler arası açıklık, sayı ve yüzdelik dilim) olarak verildi. Normallik varsayımı ise "Shapiro-Wilk" testi ile değerlendirildi. Kategorik verilerin karşılaştırılmasında i-kare testi kullanıldı. Gruplar arası karşılaştırmalarda, parametrik test ön şartları sağlandığında "bağımsız örneklem t testi", sağlanmadığında "Mann-Whitney U Testi" kullanıldı. Etki büyüklüğü olarak ikili gruplarda Cohen' d, parametrik olmayan analizlerde ise etki büyüklüğü olarak r değeri hesaplandı. Cohen' d etki büyüklükleri küçük (d=0,2), orta (d=0,5) ve büyük (d=0,8) olarak ve $p<0,05$ düzeyi istatistik olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Araştırmaya toplam 52 erkek voleybol oyuncusu katıldı. Tüm katılımcıların ortalama yaşları 16,3±1,01, ortalama spor yaşları 5,42±1,67 ve ortalama vücut kitle indeksleri (VKİ) 19,49±5,36 idi. Katılımcıların yaşları (p=0,06), spor yaşları (p=0,16) ve VKİ'leri benzerdi (p=0,254). Sporcuların oyun pozisyonları (p=0,291), top ve ağırlık antrenmanlarının süreleri de iki grup arasında benzerlik göstermektedir (p=0,069) (Tablo 1).

Tablo 1. Grupların Demografik Özellikleri

	GİRD (n=26) Ort± SS / n (%)	**Non-GİRD (n=26) Ort± SS / n (%)**	**p**
Yaş (yıl)	16,3 ± 1,01	16,84 ± 1	0,06[a]
Spor yaşı (yıl)	5,42 ± 1,67	6,34 ± 2,43	0,16[b]
VKİ (kg/m²)	19,49 ± 5,36	19,52 ± 6,84	0,254[b]
Oyun Pozisyonu			
Pasör	2 (%7,7)	7 (%28,0)	0,291[c]
Pasör Çaprazı	4 (%15,4)	2 (%8,0)	
Smaçör	9 (%34,6)	10 (%40,0)	
Orta Oyuncu	7 (%26,9)	4 (%16,0)	
Libero	4 (%15,4)	2 (%8,0)	
Ağırlık ve Top Antrenman Süresi			
45x3 (dk x gün)	18 (%69,2)	11 (%44,0)	0,069[c]
90x3 (dk x gün)	8 (%30,8)	14 (%56,0)	

Ort: ortalama, SS: standart sapma, n: sayı, %: yüzde, VKİ: vücut kitle indeksi, [a]: bağımsız örneklem t testi, [b]: Mann-Whitney U testi, [c]: Ki-kare, p<0,05

4.1. EHA ÖLÇÜM SONUÇLARI

Dominant omuz İR değerleri incelendiğinde, GİRD grubunda İR açısının anlamlı düzeyde daha düşük olduğu görüldü (p<0,001). Benzer şekilde, dominant olmayan omuz İR değerleri de GİRD grubunda daha düşük saptandı (p=0,003). Ancak GİRD için belirlenen eşik değerin altında olduğu ve fırlatma kolu olmadığı için bu fark

klinik olarak bir anlam ifade etmemektedir. GİRD değeri istatistik olarak karşılaştırıldığında da anlamlı bir fark belirlendi (p<0,001) (Tablo 2).

Tablo 2. Grupların İR ve GİRD Değerlerinin Karşılaştırılması

	GIRD(n=26)	**Non-GIRD(n=26)**		**%95 Güven Aralığı**		
	Ort±SS	**Ort±SS**	**d**	**Alt**	**Üst**	**p**
IR dominant	54,15±3,63	65,48 ± 3,39	3,222	13,31	9,35	**<0,001** [a]
IR non-dominant	63,19±7,15	68,64 ± 5,16	0,871	8,97	1,93	**0,003** [a]
GIRD	15,85±3,63	4,60 ± 3,52	1,055	9,24	13,26	**<0,001** [a]

Ort: ortalama, SS: standart sapma, n: sayı, IR: internal rotasyon, GIRD: glenohumeral iç rotasyon eksikliği, ER: eksternal rotasyon, EHA: eklem hareket açıklığı, [a]: bağımsız örneklem t testi, [b]: Mann-Whitney U testi, d: Cohen etki büyüklüğü, p<0,05

ER değerleri açısından gruplar karşılaştırıldığında, gerek dominant omuzda (p=0,513) gerekse dominant olmayan omuzda (p=0,348) istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Buna karşın, toplam eklem hareket açıklığı (Total EHA = İR+ER) dominant omuzda GİRD grubunda anlamlı düzeyde daha düşük bulundu (p=0,007). Dominant olmayan omuz total EHA değerleri (p=0,330) ve gruplar arası total EHA farkı (p=0,382) ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermedi (Tablo 3).

Tablo 3. Grupların ER ve Total EHA Değerlerinin Karşılaştırılması

	GIRD(n=26) Ort±SS	Non-GIRD(n=26) Ort±SS	d	%95 Güven Aralığı		p
				Alt	Üst	
ER dominant	120,23±10,88	118,16± 11,57	0,185	-4,25	8,39	0,513 [a]
ER non-dominant	115,46±9,77	112,88± 9,67	0,266	-2,89	8,05	0,348 [a]
Total EHA dominant	174,38±11,84	184,00± 12,62	0,786	-16,50	-2,73	**0,007** [a]
Total EHA nondominant	178,65±10,21	182,00± 13,89	0,275	-10,19	3,49	0,330 [a]
Total EHA farkı	10,35±8,72	8,48± 6,09	0,247	-2,38	6,12	0,382 [a]

Ort: ortalama, SS: standart sapma, n: sayı, IR: internal rotasyon, GIRD: glenohumeral iç rotasyon eksikliği, ER: eksternal rotasyon, EHA: eklem hareket açıklığı, [a]: bağımsız örneklem t testi, [b]: Mann-Whitney U testi, d: Cohen etki büyüklüğü, p<0,05

4.2. OMUZ ENDURANS TEST SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

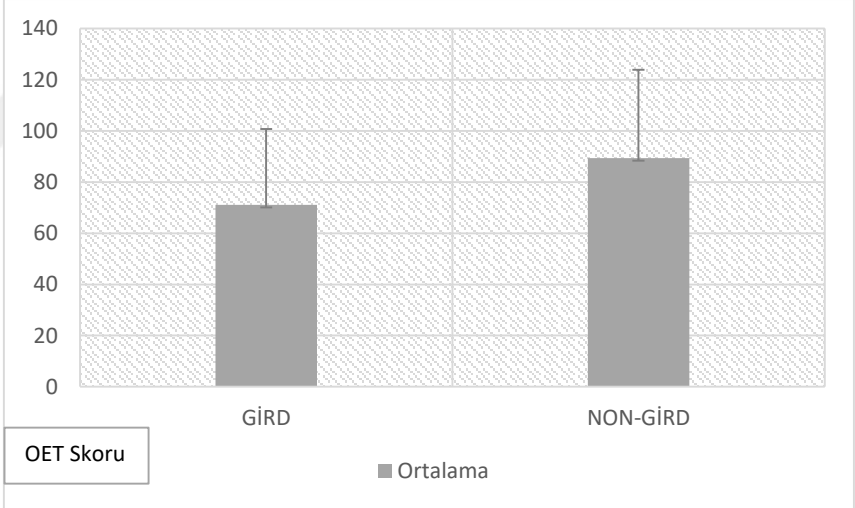
OET skoru tekrar sayısını göstermekte olup skorun yüksek olması omuz enduransının daha iyi olduğunu göstermektedir. Gruplar arası OET değerleri karşılaştırıldığında, GİRD'i olan grupta dominant omuz skoru anlamlı düzeyde daha düşük iken (p<0,026, U=207,00), dominant olmayan omuz OET skoru yine daha düşük olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlılık göstermedi (p=0,066) (Şekil 4.2). Gruplar arası OET değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4 ve Şekil 4.1'de verilmektedir.

Tablo 4: Gruplar Arası OET Değerlerinin Karşılaştırılması

	GIRD (n=26)		**Non-GIRD (n=26)**		**U**	**r**	**p**
	Ort ± SS	Medyan (IQR)	Ort± SS	Medyan (IQR)			
OET dominant	71,04± 29,63	66,50 (34,25)	89,32± 34,54	84,00 (41,00)	207,00	0,30	**<0,026**
OET non-dominant	66,08± 20,28	60,00 (27,50)	81,76± 30,90	77,00 (34,00)	227,50	0,25	0,066

Ort: ortalama, SS: standart sapma, n: sayı, IR: internal rotasyon, GIRD: glenohumeral iç rotasyon eksikliği, OET: omuz endurans testi, ER: eksternal rotasyon, EHA: eklem hareket açıklığı, [a]: bağımsız örneklem t testi, [b]: Mann-Whitney U testi, r: etki büyüklüğü, p<0,05

Şekil 4.1: Gruplar Arası OET Değerlerinin Karşılaştırılması



4.3. POSTERİOR OMUZ ENDURANS TEST SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

POET skoru saniye olarak ölçülmekte olup düşük skor posterior omuz enduransının daha düşük olduğunu göstermektedir. Skor arttıkça endurans performansı da artmaktadır. Gruplar arası POET değerleri karşılaştırıldığında, hem dominant (p=0,088, U=234,50) hem de dominant olmayan (p=0,078 U=231,50) omuzda GİRD grubuna ait skorlar daha düşük bulundu. Ancak gruplar arasındaki bu

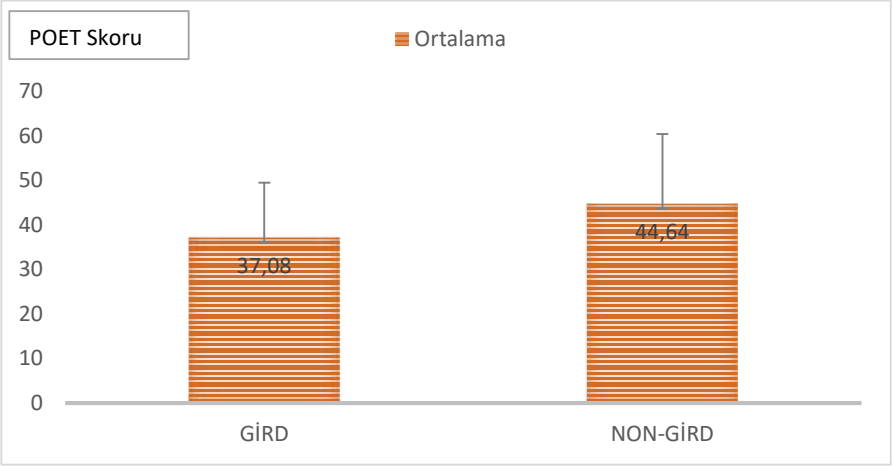
fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Gruplar arası POET değerlerinin karşılaştırılması Tablo 5 ve Şekil 4.2'de görülmektedir.

Tablo 5: Gruplar Arası POET Değerlerinin Karşılaştırılması

	GIRD (n=26)		**Non-GIRD (n=26)**		**U**	**r**	**p**
	Ort ± SS	Medyan (IQR)	Ort± SS	Medyan (IQR)			
POET dominant	37,08± 12,33	36,00 (18,00)	44,64± 15,74	45,00 (22,00)	234,50	0,24	0,088
POET non-dominant	33,42± 10,97	32,00 (13,75)	41,16± 14,79	39,00 (25,00)	231,50	0,26	0,078

Ort: ortalama, SS: standart sapma, n: sayı, IR: internal rotasyon, GIRD: glenohumeral iç rotasyon eksikliği, POET: posterior omuz endurans testi, ER: eksternal rotasyon, EHA: eklem hareket açıklığı, [a]: bağımsız örneklem t testi, [b]: Mann-Whitney U testi, r: etki büyüklüğü, $p<0,05$

Şekil 4.2: Gruplar Arası POET Değerlerinin Karşılaştırılması



4.4. ÜST EKSTREMİTE STABİLİTE TEST SONUCUNUN KARŞILAŞTIRILMASI

MKKZÜEST skoru tekrar sayısını göstermekte olup yüksek skor omuz stabilitesinin daha iyi olduğunu göstermektedir. Gruplar arası MKKZÜET değerleri

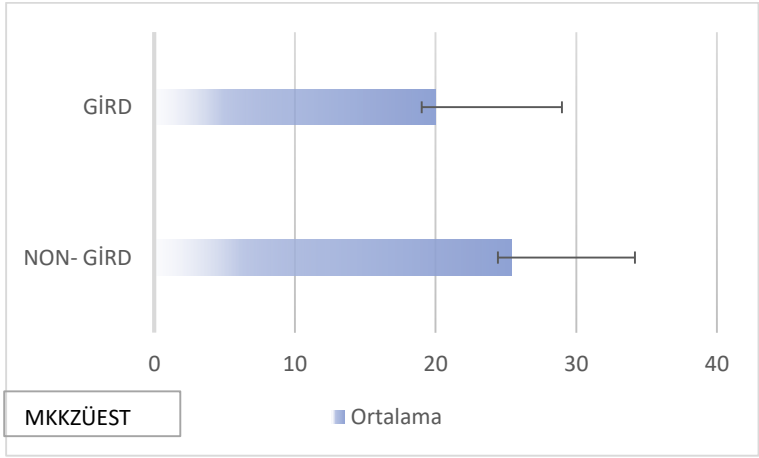
hem dominant (p=0,020 U=202,00) hem de dominant olmayan (p=0,008 U=184,00) omuzda GİRD'i olan grupta istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha düşük bulundu. Gruplar arası POET değerlerinin karşılaştırılması Tablo 6 ve Şekil 4.3'te görülmektedir.

Tablo 6: Gruplar Arası MKKZÜEST Değerlerinin Karşılaştırılması

	GIRD (n=26)		**Non-GIRD (n=26)**		**U**	**r**	**p**
	Ort ± SS	Medyan (IQR)	Ort± SS	Medyan (IQR)			
MKKZT dominant	20,015± 8,98	16,00 (9,50)	25,44± 8,74	26,00 (16,50)	202,00	0,32	**0,020**
MKKZTT non-dominant	19,35± 7,69	17,00 (9,50)	24,92± 7,20	25,00 (10,00)	184,00	0,37	**0,008**

Ort: ortalama, SS: standart sapma, n: sayı, IR: internal rotasyon, GIRD: glenohumeral iç rotasyon eksikliği, MKKZÜEST: modifiye kapalı kinetik zincir üst ekstremite stabilite testi, ER: eksternal rotasyon, EHA: eklem hareket açıklığı, [a]: bağımsız örneklem t testi, [b]: Mann-Whitney U testi, r: etki büyüklüğü, p<0,05

Şekil 4.3: Gruplar Arası MKKZÜEST Değerlerinin Karşılaştırılması



5. TARTIŞMA

Bu çalışma, asemptomatik adölesan erkek voleybolcularda GİRD'in posterior omuz kas enduransı ve üst ekstremite stabilitesi üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, GİRD varlığının özellikle voleybolun smaç ve servis hareketlerine daha yakın dinamik karakterde olan Omuz Endurans Testi'nde (OET) dominant posterior omuz enduransını belirgin olarak azalttığını, Posterior Omuz Endurans Testi'nde (POET) ise düşük bir eğilim gözlenmekle birlikte GİRD varlığının belirgin bir fark yaratmadığını göstermektedir. Buna karşılık üst ekstremite stabilitesini değerlendiren Modifiye Kapalı Kinetik Zincir Üst Ekstremite Stabilite Testi'nde (MKKZÜEST) GİRD'i bulunan voleybolcuların hem dominant hem de dominant olmayan omuzunda stabilite skorunda belirgin bir düşüş saptanmıştır. Bu sonuçlar, GİRD'in asemptomatik genç sporcularda bile omuzun dinamik enduransını ve fonksiyonel stabilitesini olumsuz etkileyebildiğini, özellikle spora özgü dinamik hareketlerde bu etkinin daha belirgin hale geldiğini ortaya koymakta olup adölesan dönemde erken tarama ve koruyucu egzersiz programlarının klinik önemini vurgulamaktadır.

GİRD, literatürde dominant omuzda dominant olmayan omuza kıyasla görülen İR kaybı ve ER artışı ile karakterize, spora bağlı bir adaptasyon olarak tanımlanmaktadır (21, 94, 119). Baş üstü asemptomatik sporcularda erken yaşlarda dahi humerus retrotorsiyonunun gelişebildiği ve progresyona bağlı olarak GİRD'in de arttığı gösterilmiştir (94, 120). Gelişen kemik yapı adaptasyonlarının subakromiyal ve korakoakromiyal bölgelerde kompresif kuvvetlere yol açtığı bildirilmiştir (21, 94). Literatürde, dominant omuz İR'da yaklaşık 14° kaybın GİRD için uygun bir referans olduğu ve 18-20°'lik kaybın patolojik GİRD olduğu bildirilse de (20-22, 76), adölesan sporculara yönelik veriler sınırlıdır. Shanley ve ark. GİRD değeri >25° olan adölesan sporcularda omuz yaralanma riskinin yaklaşık 4 kat daha fazla olduğunu bildirmiştir (121, 122). Adölesan gruba ilişkin verilerin sınırlı olduğu göz önüne alındığında, bu bulgular EHA kaybındaki görece küçük farkların dahi yaralanma riski açısından klinik olarak anlamlı olabileceğini düşündürmektedir. Johnson J ve ark.'ın yaptığı sistematik derlemede ortalama GİRD yaralanmış adölesan sporcular için 11,4°±7,8° ve

yaralanmamış sporcular için 9,0°±3,5° olarak bildirilmiştir (21). Çalışmamızda da dominant omuz İR'da 10° kayıp GİRD olarak kabul edildi. Bu çalışmada adölesan sporcularda GİRD ile posterior omuz enduransı arasındaki ilişkinin incelenmesinin temel nedeni, adölesan dönemde kas-iskelet sisteminin halen gelişmekte olması ve tekrarlayıcı üst ekstremite yüklerine karşı adaptasyonların tam olarak oturmamış olmasıdır. Bu gelişimsel özellikler nedeniyle GİRD'e bağlı biyomekanik değişikliklerin posterior omuz kaslarında endurans azalmasına yol açıp açmadığı literatürde net olarak ortaya konmamıştır. Bu belirsizlik, çalışmamızda GİRD'in posterior omuz enduransı üzerindeki etkisini değerlendirmeyi gerekli kılmıştır.

Çalışmamızda OET ile elde edilen sonuçlar, GİRD'i olan sporcularda dominant omuza ait skorların GİRD bulunmayan gruba kıyasla anlamlı düzeyde daha düşük olduğunu, dominant olmayan omuz skorlarında ise istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığını göstermiştir. Bu bulgu, GİRD varlığının özellikle tekrarlayan yüklenmeye maruz kalan dominant posterior omuz kas enduransında azalmaya yol açabileceğini düşündürmektedir. Voleybolda smaç, en fazla sayı kazandıran hareket olduğu için yüksek hızda kuvvet üretimi ve tekrarlayan baş üstü yüklenmeyi gerektirir (116). Posterior omuz enduransını değerlendirmede kullanılan OET, Decleve ve ark. tarafından geliştirilmiş olup, smaç hareketine benzer hareket paterni sayesinde voleybolcularda üst ekstremiteye özgü sportif performansı yansıtan fonksiyonel bir test olarak tanımlanmaktadır (98). Bu nedenle OET'in kullanımı, çalışmamızdaki bulguların voleybol performansı açısından klinik anlamını incelemek için uygun olduğunu düşünüyoruz. Yüksek tekrarlı, fırlatma benzeri smaç hareketi sonucunda dominant omuzda eksternal rotatör kaslarda belirgin eksantrik kas yorgunluğu gelişebilmektedir (123, 124). Bu durum, literatürde GİRD ile ilişkili olarak bildirilen azalmış ER kas kuvveti ile de örtüşmektedir (125). Burkhart ve ark., baş üstü sporcularda gözlenen iç rotasyon defisitinin çoğunlukla posteroinferior omuz kapsülündeki kontraktüre bağlı olabileceğini ileri sürmüştür (76). Benzer şekilde literatürde de de humerus retroversiyonu ve posterior kapsül kalınlaşması arasında pozitif bir ilişki olduğu bildirilmiştir (126). Bu kapsüler kısıtlılık, tekrarlayan smaç ve servis hareketleri sırasında posterior omuz yapılarına binen mekanik yüklenmeyi artırarak posterior kas gruplarının kuvvet–endurans kapasitesini olumsuz yönde

etkileyebilir. Literatürde, fibrotik dokularda mikrovasküler azalma ve bununla birlikte bölgesel oksijenasyonun da düştüğü belirtilmektedir (127). Bu bilgiler doğrultusunda, GİRD ile ilişkili olabilecek yapısal değişikliklerin posterior omuz bölgesinde doku perfüzyonunu ve oksijenlenmeyi sınırlayarak, özellikle yüksek hızda tekrarlayan yüklenme altında posterior omuz yumuşak dokularının enduransını azaltabileceğini düşünüyoruz. Çalışmamızda GİRD'i bulunan sporcularda dominant omuz OET skorlarının daha düşük bulunması, bu mekanik ve olası mikrovasküler süreçlerle biyolojik olarak uyumlu görünmektedir.

Literatürde, yaralanmış baş üstü sporcuların sıklıkla omuz yorgunluğu yaşadıkları; adölesan sporcuların ise yetişkin sporculara kıyasla daha erken ve belirgin yorgunluk yaşama eğiliminde oldukları bildirilmiştir (123, 128, 129). Adölesan sporcularda gözlenen erken yorgunluk gelişimi, posterior omuz kaslarının yeterli enduransa sahip olmamasıyla ilişkili olabilir. Posterior omuz enduransında değerlendirilen orta trapezius, alt trapezius, infraspinatus, supraspinatus ve posterior deltoid kasları skapulotorasik ve glenohumeral kontrolün temel stabilizatörleridir (99). Bu nedenle bu kas gruplarındaki endurans kaybı dinamik omuz stabilitesinin bozulmasına yol açabilir. Omuz ağrısı bulunan adölesan sporcularda supraspinatus ve orta trapezius kas kuvvetlerinin anlamlı bir şekilde daha düşük olduğu saptanmıştır (123, 130). Ayrıca dominant omuzda artmış İR ve azalmış ER kas kuvveti, GİRD ile uyumlu bir kas kuvvet dengesizliğini yansıtmaktadır (123, 131). Bu bulgular, GİRD'in, yalnızca pasif eklem hareket açıklığını değil, aynı zamanda posterior omuz kaslarının kuvvet-endurans kapasitesini ve skapular kontrolü etkileyebileceğini düşündürmektedir. Dolayısıyla GİRD, mekanik ve nöromüsküler mekanizmalar üzerinden posterior omuz enduransını zayıflatabilen bir risk olabilir.

Çalışmamızda posterior omuz enduransını değerlendirmek için kullanılan iki testten biri olan OET'in, smaç ve servis hareketlerine benzer abdüksiyon ve ER bileşenlerini içermesi nedeniyle voleybolda üst ekstremiteye özgü sportif talepleri POET'e göre daha iyi yansıttığı düşünülmektedir (98). Posterior omuz enduransını değerlendiren her iki testte de GİRD'i olan sporcularda daha düşük skorlar saptanmasına karşın, istatistiksel olarak anlamlı fark yalnızca OET'te elde edilmiştir.

Bu durum, yüksek hız altında dinamik stabilizasyon gerektiren, spora özgü hareket paternlerini içeren testlerin, GİRD ile ilişkili performans kaybını ortaya koymada daha duyarlı olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca voleybolcuların antrenman ve tekrarlayan kullanıma bağlı olarak geliştirdikleri abdüksiyon ve ER koordinasyonunun OET sırasında yoğun biçimde kullanılması, bu testin GİRD'in etkisini daha belirgin bir biçimde ortaya koymasına katkıda bulunmuş olabilir. GİRD'i bulunan sporcularda, OET gibi yüksek hız altında dinamik stabilizasyon gerektiren testlerde performans kaybının daha belirgin hale gelmesi, spora özgü talepleri yansıtan ölçüm bataryalarının tercih edilmesinin de önemini vurgulamaktadır.

Literatürde posterior omuz gerginliği ve GİRD'e yönelik müdahalelerin hem EHA hem de fonksiyonel performans üzerinde etkili olabileceğini gösteren çalışmalar da mevcuttur (83, 132). Ulusahin ve ark., GİRD ≥15° bulunan profesyonel erkek voleybolcularda uyguladıkları 6 haftalık sleeper ve cross-body germe programı sonrasında GİRD değerlerinde anlamlı azalma ile birlikte smaç hızı ve tek kol oturarak gülle atma mesafesinde artış bildirmiş. Bu bulgular, posterior omuz yapılarındaki kısıtlılığın yalnızca pasif eklem hareket açıklığını değil, baş üstü performans gerektiren fonksiyonel testleri de etkileyebileceğini ve GİRD'e yönelik müdahalelerin performansla ilişkili ölçütlerde iyileşme sağlayabileceğini düşündürmektedir (116). Çalışmamızda GİRD bulunan adölesan voleybolcularda dominant omuza ait OET skorlarının daha düşük bulunması, posterior omuz sıkılığına yönelik müdahalelerin hem performans hem de olası yaralanma riski açısından klinik açıdan önemli olabileceğini vurgulayan bu bulgularla uyumlu görünmektedir.

Posterior omuz enduransını değerlendiren testlerden biri olan POET ile elde edilen sonuçlar, GİRD bulunan sporcuların posterior omuz enduransının daha düşük olduğunu göstermekle birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmamıştır. Bu bulgu, GİRD'in posterior omuz kas enduransı üzerindeki olumsuz etkisinin var olabileceğini, ancak incelenen popülasyonun özellikleri ve POET testi protokolü çerçevesinde bu etkinin istatistiksel olarak ortaya konulamadığını düşündürmektedir. Özellikle adölesan, asemptomatik sporcu popülasyonunda fonksiyonel kayıpların görece erken ve hafif düzeyde seyretmesi, bu testle farkın

istatiksel olarak gösterilememesine yol açmış olabilir. POET ilk olarak Moore D., Kibler M.D. ve ark. tarafından geliştirilmiş ve izotonik kas kontraksiyonu ile test yürütülmüştür (123). Bu test adölesan beyzbol oyuncularında uygulanmış; EMG çalışmalarında posterior deltoid, supraspinatus, infraspinatus, orta trapezius ve alt trapezius kaslarında yüksek aktivasyon görülmesi sayesinde posterior omuz kaslarının enduransına özgü bir ölçüm yöntemi olarak kabul görmüştür (123, 133-136). Testin adölesan sporcularda geliştirilmiş olması ve sınırlı veri bulunması, bu yaş grubuna ilişkin literatürdeki boşluğa dikkat çekmektedir. Testin izometrik versiyonu ise Evans ve ark. tarafından geliştirilmiş; standart bir pozisyonda üst ekstremitenin statik olduğu izometrik kontraksiyonu esas aldığı için kişiler arası karşılaştırmalarda daha yüksek güvenilirlik sağladığı vurgulanmıştır (114). Bu nedenle çalışmamızda posterior omuz kaslarına özgü duyarlı ölçümler sağlayan, geçerli ve güvenilir olduğu bildirilen POET tercih edilmiştir (99, 114). POET'in antropometrik verileri dikkate alması, adölesan sporcuların kas-iskelet sistemi gelişiminin takip edilmesinde ek bir avantaj sağlamaktadır. Bununla birlikte, POET'in izometrik kontraksiyon protokolüne dayalı olması, voleybola özgü yüksek hızlı ve eksantrik/dinamik kas aktivasyonlarını sınırlı ölçüde yansıtıyor olabilir. Smaç ve servis gibi hareketlerde posterior omuz kasları, hızlanma ve yavaşlama fazlarında karmaşık bir kinetik zincir içinde çalışmakta; bu patern, statik ve kontrollü bir izometrik test ortamında tam olarak yeniden üretilememektedir. Bu nedenle, GİRD bulunan sporcularda dinamik ve yüksek hız gerektiren koşullarda ortaya çıkabilecek endurans kaybı POET'in yüklenme özellikleri nedeniyle ortaya konamamış ve gruplar arası farkın istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmamasına neden olmuş olabilir. Çalışmamızda ortalama POET skorlarında GİRD bulunan grupta gözlenen düşüş eğilimi, posterior omuz enduransının etkilenmiş olabileceğini göstermekle birlikte, bu etkinin büyüklüğünün mevcut test protokolü ile istatistiksel olarak saptanacak düzeye ulaşmadığı anlaşılmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, bulgularımız literatürde posterior omuz kas enduransının baş üstü sporcularda yaralanma riski ve performans kaybına katkıda bulunabileceğini bildiren çalışmalarla çelişmemekte; aksine GİRD bulunan adölesan sporcularda endurans parametrelerindeki değişimin erken dönemde daha sınır düzeylerde seyredebileceğini düşündürmektedir. Uzunlamasına izlem çalışmaları ve daha büyük örneklemli araştırmalarla, POET gibi izometrik testlerin GİRD ile ilişkili endurans kaybını

gösterip göstermediğinin araştırılması, bu alandaki boşluğun doldurulmasına katkı sağlayacaktır.

Dinamik omuz stabilitesini değerlendirmek için kullanılan MKKZÜEST ile elde edilen sonuçlar, GİRD'i bulunan sporcularda hem dominant hem de dominant olmayan omuza ait skorların GİRD bulunmayan gruba kıyasla anlamlı düzeyde daha düşük olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, adölesan başüstü sporcularda GİRD varlığının kapalı kinetik zincir koşullarında ölçülen dinamik omuz stabilitesini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Omuzdaki iç rotasyon defisiti ile ilişkili skapular kontrol bozukluklarının ve rotatör manşet kas kuvvet dengesizliklerinin, dinamik omuz stabilitesini azalttığını bildiren önceki çalışmalarla uyumlu olan bu sonuçlar, GİRD'in yalnızca pasif eklem hareket açıklığı değil, kapalı kinetik zincir koşullarında omuz kuşağının fonksiyonel stabilitesini de etkileyebileceğini desteklemektedir (83, 119). MKKZÜET'te GİRD bulunan grupta skor düşüklüğünün yalnızca dominant omuzla sınırlı kalmayıp dominant olmayan omuzda da gözlenmesi, testin çift taraflı kapalı kinetik zincir yüklenme içermesi nedeniyle, dominant taraftaki GİRD ve buna eşlik edebilecek skapular kontrol değişikliklerinin gövde hizalanması ve yük aktarımı üzerinden karşı taraf omuz kuşağı performansını da olumsuz etkileyebileceği şeklinde yorumlanabilir. Literatürde fonksiyonel üst ekstremite stabilitesi ve skapular kontrolü değerlendirmek için kullanılan testler sınırlı olmakla birlikte, bunlar arasında Üst Ekstremite Kapalı Kinetik Zincir Stabilite Testi (ÜEKKZÜEST) ve Y Denge Testi (YDT) yer almaktadır (137). ÜEKKZST sırasında tek kol üzerinde ağırlık aktarımı yapılarak üst ekstremitenin propriosepsiyonu, nöromüsküler kontrolü ve segmental dinamik stabilizasyonu değerlendirilmektedir (117, 138). Ancak özellikle adölesan sporcularda kas-iskelet sistemi gelişiminin devam etmesi ve antropometrik farklılıkların belirgin olması, el yerleşim mesafesinin sabit tutulduğu klasik ÜEKKZST protokolünde taraflar arası karşılaştırmalarda ölçüm hatalarına yol açabilmektedir (139). MKKZÜEST, Decleve ve ark. tarafından dinamik omuz stabilitesini ve proprioseptif kontrolü değerlendirirken katılımcılar arası antropometrik farklılıklardan kaynaklanan ölçüm hatalarını azaltmak amacıyla geliştirilmiştir (3). Bu modifikasyon sayesinde, kas-iskelet sistemi gelişimi devam eden adölesan sporcularda omuz kuşağına uygulanan yükün daha homojen dağıtılması ve omuz stabilitesine

ilişkin performansın daha duyarlı biçimde ortaya konulması mümkün hale gelmektedir. Literatürde adölesan popülasyonda gerçekleştirilen ÜEKKZST'in güvenilirliğinin orta düzeyde bulunması (ICC=0,68-0,87), buna karşın MKKZÜEST'in daha yüksek düzeyde güvenilir rapor edilmesi (ICC=0,86–0,93) de bu testin dinamik stabiliteyi değerlendirmede daha güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir (3, 140). Bu nedenle çalışmamızda adölesan sporcuların kas-iskelet sistemi gelişimi ve antropometrik özelliklerindeki bireysel farklılıklar dikkate alınarak, el yerleşim mesafesinin sporcuya göre normalize edilmesine karar verilmiş ve iki akromiyon arası mesafeye göre el pozisyonu belirlenen MKKZÜEST tercih edilmiştir. Bilgimiz dahilinde baş üstü adölesan sporcularda MKKZÜEST'in kullanıldığı çalışmalar oldukça sınırlıdır (141). MKKZÜEST kullanarak U16, U18 ve U21 ragbi oyuncularının değerlendirildiği bir çalışmada, omuz performansı yaş kategorisi arasındaki ilişki değerlendirilmiş ve yaş arttıkça MKKZÜEST skorlarının geliştiği belirlenmiştir (141). Baş üstü adölesan sporcularda GİRD varlığında fonksiyonel omuz stabilitesinin düşük bulunması, bu dönemde GİRD'in erken saptanması ve izlenmesinin ilerleyen spor yıllarında ortaya çıkabilecek omuz sorunlarının önlenmesi açısından klinik olarak önemli olabileceğini düşündürmektedir.

Literatürde GİRD ile ilgili çalışmaların önemli bir kısmı, yetişkin ve elit düzeyde baş üstü sporcular üzerinde yürütülmüş olup, çoğunlukla dominant ve dominant olmayan omuzlar arasındaki eklem hareket açıklığı farklılıkları, humeral retrotorsiyon, kapsüler adaptasyonlar ve rotatör manşet patolojileri gibi yapısal risk faktörlerine odaklanmaktadır (142, 143). GİRD'e eşlik eden adaptif değişikliklerin uzun dönem sonuçlarını ve yetişkin sporcularda hareket açıklığı kayıplarını iyileştirmeye yönelik terapötik yaklaşımları inceleyen çalışmalar da mevcuttur (83, 116). Ancak adölesan sporcularda GİRD mekanizmasını, posterior omuz enduransını ve üst ekstremite stabilitesini birlikte değerlendiren bir araştırma bilgimiz dahilinde bulunmamaktadır. Bu çalışma ile asemptomatik adölesan voleybolcularda GİRD'in posterior omuz enduransına olan etkisinin incelenmesi, literatürdeki mevcut boşluğun giderilmesine katkı sağlamaktadır.

Araştırmamızın bulguları, adölesan dönemde uygulanacak erken tarama ve koruyucu müdahalelerin önemine işaret etmektedir. Baş üstü spor yapan genç sporcularda sezon öncesi değerlendirme programlarına, dominant ve dominant olmayan omuz İR/ER hareket açıklığının yanı sıra, posterior omuz kas enduransını ve üst ekstremite stabilitesini değerlendiren fonksiyonel testlerin eklenmesi, GİRD ile ilişkili olabilecek değişikliklerin erken dönemde saptanmasına olanak sağlayabilir. Ayrıca, çalışmamızda GİRD'li adölesan erkek voleybolcularda gözlemlenen düşük OET ve MKKZÜEST skorları; bu duruma yönelik yapılacak müdahalelerin, yaralanma riskinin azaltılmasına ve fonksiyonel omuz performansının optimize edilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

5.1. LİMİTASYONLAR

Bu araştırmanın bazı limitasyonları bulunmaktadır. Birinci limitasyonu; voleybol, üst ekstremitenin açık kinetik zincir hareketlerinin hakim olduğu dinamik bir spordur. Ancak literatürde üst ekstremite stabilitesini açık kinetik zincir temelli değerlendiren bir test yer almamaktadır. Bu nedenle çalışmamızda, geçerli ve güvenilirliğe sahip olan kapalı kinetik zincir testi tercih edildi. Diğeri; adölesan baş üstü spor branşlarından yalnızca voleybol oyuncularının dahil edilmesi, baş üstü spor branşlarında adölesan popülasyon için çıkarım yapmada bir limitasyon oluşturabilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- GİRD, baş üstü asemptomatik sporcularda genç yaşlardan itibaren görülebilir. Uzun dönem takip çalışmaları ile GİRD gelişimi ve progresyonunun takip edilmesi yaralanma risk faktörlerini belirlemek ve performansa olan etkisini incelemek için gereklidir. Glenohumeral eklem rotasyonel hareket açıklığındaki kayıplar yaralanma riski altındaki bir omuza işaret etmektedir. Adölesan sporculada GİRD değerlerine ilişkin standart güncel verilen oluşturulmasına yönelik ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.
- Bu çalışmanın sonuçları, GİRD'i bulunan adölesan erkek voleybolcuların posterior omuz enduransı ve stabilitesinin GİRD'i bulunmayanlara kıyasla daha düşük olduğunu desteklemektedir.
- GİRD'i bulunan adölesan sporcularda yalnızca maksimum kassal kuvvet değil, posterior omuz enduransı ve üst ekstremite stabilizasyonu değerlendirilmeli ve takip edilmelidir.
- GİRD'i gidermek için uygulanacak müdahaleler posterior omuz performansının geliştirilmesi için etkili olabilir. Bu etkinin tespit edilebilmesine yönelik ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.
- Spor fizyoterapistleri, genç sporcuların gelişimsel süreçlerinin ve performanslarının izlenmesi ile yaralanma sonrası rehabilitasyonlarında etkin rol üstlenmektedir. Bu çalışma, spor fizyoterapistlerinin GİRD'i yalnızca profesyonel sporculuk döneminde ortaya çıkan fizyolojik bir adaptasyon olarak kabul edip göz ardı etmemeleri; adölesan dönemde de dikkatle değerlendirmeleri gerektiğini vurgulamaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Trasolini NA, Nicholson KF, Mylott J, Bullock GS, Hulburt TC, Waterman BR. Biomechanical Analysis of the Throwing Athlete and Its Impact on Return to Sport. Arthrosc Sports Med Rehabil. 2022;4(1):e83-e91.
2. Kibler WB, Wilkes T, Sciascia A. Mechanics and pathomechanics in the overhead athlete. Clin Sports Med. 2013;32(4):637-51.
3. Declève P, Van Cant J, Cools AM. Reliability of the Modified CKCUEST and correlation with shoulder strength in adolescent basketball and volleyball players. Braz J Phys Ther. 2021;25(5):536-43.
4. Smucny M, Kolmodin J, Saluan P. Shoulder and Elbow Injuries in the Adolescent Athlete. Sports Med Arthrosc Rev. 2016;24(4):188-94.
5. Dodson CC, Cordasco FA. Anterior Glenohumeral Joint Dislocations. Orthopedic Clinics of North America. 2008;39(4):507-18.
6. Shih Y-F, Wang Y-C. Spiking kinematics in volleyball players with shoulder pain. Journal of athletic training. 2019;54(1):90-8.
7. Bell DR, Post EG, Biese K, Bay C, Valovich McLeod T. Sport Specialization and Risk of Overuse Injuries: A Systematic Review With Meta-analysis. Pediatrics. 2018;142(3).
8. de Azevedo Sodré Silva A, Sassi LB, Martins TB, de Menezes FS, Migliorini F, Maffulli N, et al. Epidemiology of injuries in young volleyball athletes: a systematic review. J Orthop Surg Res. 2023;18(1):748.
9. Migliorini F, Rath B, Tingart M, Niewiera M, Colarossi G, Baroncini A, et al. Injuries among volleyball players: a comprehensive survey of the literature. Sport Sciences for Health. 2019;15(2):281-93.
10. Reeser JC, Verhagen E, Briner WW, Askeland TI, Bahr R. Strategies for the prevention of volleyball related injuries. Br J Sports Med. 2006;40(7):594-600; discussion 599-600.
11. Vanderlei FM, Bastos FN, Tsutsumi GY, Vanderlei LC, Netto Júnior J, Pastre CM. Characteristics and contributing factors related to sports injuries in young volleyball players. BMC Res Notes. 2013;6:415.
12. Challoumas D, Stavrou A, Dimitrakakis G. The volleyball athlete's shoulder: biomechanical adaptations and injury associations. Sports Biomech. 2017;16(2):220-37.
13. Kibler WB, Sciascia A, Thomas SJ. Glenohumeral internal rotation deficit: pathogenesis and response to acute throwing. Sports Med Arthrosc Rev. 2012;20(1):34-8.
14. Tooth C, Schwartz C, Croisier JL, Gofflot A, Bornheim S, Forthomme B. Prevention of shoulder injuries in volleyball players: The usefulness and efficiency of a warm-up routine. Phys Ther Sport. 2023;64:97-103.
15. Tonin K, Stražar K, Burger H, Vidmar G. Adaptive changes in the dominant shoulders of female professional overhead athletes: mutual association and relation to shoulder injury. International Journal of Rehabilitation Research. 2013;36(3):228-35.
16. Senigagliesi F, Scialla S, Di Bacco F, Marasco ML. Glenohumeral internal rotation deficit in overhead throwing athletes: Evidence and perspectives of osteopathic manipulative treatment. J Bodyw Mov Ther. 2024;40:1520-6.

17. Doehrmann R, Frush TJ. Posterior Shoulder Instability. StatPearls. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Todd Frush declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: StatPearls Publishing
Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.; 2024.
18. Rose MB, Noonan T. Glenohumeral internal rotation deficit in throwing athletes: current perspectives. Open access journal of sports medicine. 2018:69-78.
19. Wilk KE, Macrina LC, Fleisig GS, Porterfield R, Simpson CD, 2nd, Harker P, et al. Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. Am J Sports Med. 2011;39(2):329-35.
20. Park HJ, Jeon JH, Suh DK, Lee CS, Lee JH, Jeong WK. Correlation of glenohumeral internal rotation deficit with shear wave ultrasound elastography findings for the posterior inferior shoulder capsule in college baseball players. J Shoulder Elbow Surg. 2021;30(7):1588-95.
21. Johnson JE, Fullmer JA, Nielsen CM, Johnson JK, Moorman CT. Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Injuries: A Systematic Review and Meta-analysis. Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2018;6(5):2325967118773322.
22. Kibler WB, Kuhn JE, Wilk K, Sciascia A, Moore S, Laudner K, et al. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology-10-year update. Arthroscopy. 2013;29(1):141-61.e26.
23. Moradi M, Hadadnezhad M, Letafatkar A, Khosrokiani Z, Baker JS. Efficacy of throwing exercise with TheraBand in male volleyball players with shoulder internal rotation deficit: a randomized controlled trial. BMC Musculoskelet Disord. 2020;21(1):376.
24. Almeida GPL, Silveira PF, Rosseto NP, Barbosa G, Ejnisman B, Cohen M. Glenohumeral range of motion in handball players with and without throwing-related shoulder pain. Journal of shoulder and elbow surgery. 2013;22(5):602-7.
25. Gouveia K, Kay J, Memon M, Simunovic N, Ayeni OR. Glenohumeral Internal Rotation Deficit in the Adolescent Overhead Athlete: A Systematic Review and Meta-Analysis. Clin J Sport Med. 2022;32(5):546-54.
26. Weber AE, Kontaxis A, O'Brien SJ, Bedi A. The biomechanics of throwing: simplified and cogent. Sports Med Arthrosc Rev. 2014;22(2):72-9.
27. Keller RA, De Giacomo AF, Neumann JA, Limpisvasti O, Tibone JE. Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Risk of Upper Extremity Injury in Overhead Athletes: A Meta-Analysis and Systematic Review. Sports Health. 2018;10(2):125-32.
28. Liaghat B, Pedersen JR, Husted RS, Pedersen LL, Thorborg K, Juhl CB. Diagnosis, prevention and treatment of common shoulder injuries in sport: grading the evidence - a statement paper commissioned by the Danish Society of Sports Physical Therapy (DSSF). Br J Sports Med. 2023;57(7):408-16.
29. McKenzie A, Larequi SA, Hams A, Headrick J, Whiteley R, Duhig S. Shoulder pain and injury risk factors in competitive swimmers: A systematic review. Scand J Med Sci Sports. 2023;33(12):2396-412.
30. Dale RB, Kovaleski JE, Ogletree T, Heitman RJ, Norrell PM. The effects of repetitive overhead throwing on shoulder rotator isokinetic work-fatigue. N Am J Sports Phys Ther. 2007;2(2):74-80.
31. Andrews JR, Wilk KE, Reinold MM. The athlete's shoulder: Elsevier Health Sciences; 2008.

32. Neumann DA. Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation: Mosby/Elsevier; 2010.
33. Lugo R, Kung P, Ma CB. Shoulder biomechanics. Eur J Radiol. 2008;68(1):16-24.
34. Dutton M. Orthopaedic examination, evaluation, and intervention: McGraw-Hill Medical; 2004.
35. Akman N, Kinezyoloji KMTVU. 1. basım. Haberal Eğitim Vakfı, Ankra. 2003:90-106.
36. Sellards R. Anatomy and biomechanics of the acromioclavicular joint. Operative Techniques in Sports Medicine. 2004;12(1):2-5.
37. Greenfield B. Anatomy of the shoulder. Evaluation and treatment of the shoulder: an integration of the guide to physical therapist practice 1st ed Philadelphia: FA Davis Company. 2001:3-22.
38. Culham E, Peat M. Functional anatomy of the shoulder complex. J Orthop Sports Phys Ther. 1993;18(1):342-50.
39. Rockwood CA. The shoulder: Elsevier Health Sciences; 2009.
40. Rockwood CA. The Shoulder: Saunders; 2004.
41. Inman VT, Abbott LC. Observations of the Function of the Shoulder Joint. Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007). 1996;330:3-12.
42. Freedman L, Munro RR. Abduction of the arm in the scapular plane: scapular and glenohumeral movements. A roentgenographic study. J Bone Joint Surg Am. 1966;48(8):1503-10.
43. Poppen NK, Walker PS. Normal and abnormal motion of the shoulder. J Bone Joint Surg Am. 1976;58(2):195-201.
44. McClure PW, Michener LA, Sennett BJ, Karduna AR. Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo. Journal of shoulder and elbow surgery. 2001;10(3):269-77.
45. Halder AM, Itoi E, An KN. Anatomy and biomechanics of the shoulder. Orthop Clin North Am. 2000;31(2):159-76.
46. Adamson GJ, Jackson TJ, McGarry MH, Lee TQ. Biomechanics of the shoulder: stability and kinematics of shoulder motion, throwing kinematics. Sports Injuries to the Shoulder and Elbow: Springer; 2015. p. 1-21.
47. Guven O, Karahan M, Bozer M. Sporcularda omuz instabilitesi tanı ve tedavi prensipleri. Acta Orthop Travmatol Ture. 2005;39:139-45.
48. Magee DJ. Orthopedic physical assessment-e-book: Orthopedic physical assessment-e-book: Elsevier health sciences; 2013.
49. Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. Clinical biomechanics. 2003;18(5):369-79.
50. Maruvada S, Madrazo-Ibarra A, Varacallo M. Anatomy, rotator cuff. 2017.
51. Maruvada S, Madrazo-Ibarra A, Varacallo MA. Anatomy, Rotator Cuff. StatPearls. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Antonio Madrazo-Ibarra declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Matthew Varacallo declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: StatPearls Publishing
Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.; 2025.
52. Gasbarro G, Bondow B, Debski R. Clinical anatomy and stabilizers of the glenohumeral joint. Annals of Joint. 2017;2(10).

53. Chang L-R, Anand P, Varacallo MA. Anatomy, shoulder and upper limb, glenohumeral joint. StatPearls [Internet]: StatPearls Publishing; 2023.
54. Syros A, Rizzo MG. Anatomy, shoulder and upper limb, Teres major muscle. 2022.
55. Saccol MF, Gracitelli GC, da Silva RT, de Souza Laurino CF, Fleury AM, dos Santos Andrade M, et al. Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. Physical Therapy in Sport. 2010;11(1):8-11.
56. de Castro Pochini A, Figueiredo EA, Terra BB, Cohen C, Belangero PS, Andreoli CV, et al. Pectoralis Major and Minor Muscles. In: Bain GI, Itoi E, Di Giacomo G, Sugaya H, editors. Normal and Pathological Anatomy of the Shoulder. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015. p. 301-6.
57. Paine R, Voight ML. The role of the scapula. Int J Sports Phys Ther. 2013;8(5):617-29.
58. Neumann DA, Camargo PR. Kinesiologic considerations for targeting activation of scapulothoracic muscles-part 1: serratus anterior. Brazilian journal of physical therapy. 2019;23(6):459-66.
59. Lung K, St Lucia K, Lui F. Anatomy, thorax, serratus anterior muscles. 2018.
60. Camargo PR, Neumann DA. Kinesiologic considerations for targeting activation of scapulothoracic muscles–part 2: trapezius. Brazilian journal of physical therapy. 2019;23(6):467-75.
61. Karaağaç A, Arslan SA, Keskin ED. Assessment of pain, scapulothoracic muscle strength, endurance and scapular dyskinesis in individuals with and without nonspecific chronic neck pain: A cross-sectional study. J Bodyw Mov Ther. 2023;35:261-7.
62. David J, Susan S. Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice. 2008.
63. EA C. Rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa. The shoulder. 1934.
64. Donatelli RA. Physical Therapy of the Shoulder-E-Book: Elsevier Health Sciences; 2011.
65. Sarrafian SK. Gross and functional anatomy of the shoulder. Clinical Orthopaedics and Related Research®. 1983;173:11-9.
66. Löbell R, Machado RO, Carlson BR, Teixeira LP, Barbosa GM, Saccol MF. Trunk and shoulder strength and mobility in young female volleyball and handball athletes. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2024;40:1041-7.
67. Chou K-Y, Wu W-L, Chiu C-W, Cheng S-C, Chang H-Y. Adaptation Characteristics in the Range of Motion of the Shoulder Among Young Male Volleyball Players. Journal of Functional Morphology and Kinesiology. 2025;10(1):67.
68. Mizoguchi Y, Akasaka K, Otsudo T, Hall T. Physical function characteristics in Japanese high school volleyball players with low back pain: a case-controlled study. Medicine. 2020;99(46):e23178.
69. Firouzjah MH, Firouzjah EMAN, Ebrahimi Z. The effect of a course of selected corrective exercises on posture, scapula-humeral rhythm and performance of adolescent volleyball players with upper cross syndrome. BMC Musculoskeletal Disorders. 2023;24(1):489.
70. Zarei M, Eshghi S, Hosseinzadeh M. The effect of a shoulder injury prevention programme on proprioception and dynamic stability of young volleyball players; a

randomized controlled trial. BMC sports science, medicine and rehabilitation. 2021;13(1):71.
71. Fleisig GS, Barrentine SW, Escamilla RF, Andrews JR. Biomechanics of overhand throwing with implications for injuries. Sports medicine. 1996;21(6):421-37.
72. Aguinaldo A, Escamilla R. Segmental power analysis of sequential body motion and elbow valgus loading during baseball pitching: comparison between professional and high school baseball players. Orthopaedic journal of sports medicine. 2019;7(2):2325967119827924.
73. Escamilla RF, Andrews JR. Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. Sports medicine. 2009;39(7):569-90.
74. Bradley JP, Tibone JE. Electromyographic analysis of muscle action about the shoulder. Clinics in sports medicine. 1991;10(4):789-805.
75. Kibler WB, Sciascia A. Current concepts: scapular dyskinesis. British journal of sports medicine. 2010;44(5):300-5.
76. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery. 2003;19(4):404-20.
77. Cain PR, Mutschler TA, Fu FH, Lee SK. Anterior stability of the glenohumeral joint: a dynamic model. The American journal of sports medicine. 1987;15(2):144-8.
78. FW J. An EMG analysis of the shoulder in throwing and pitching. Am J Sports Med. 1983;11(1):3-5.
79. Mayes M, Salesky M, Lansdown DA. Throwing injury prevention strategies with a whole kinetic chain-focused approach. Current reviews in musculoskeletal medicine. 2022;15(2):53-64.
80. Calabrese GJ. Pitching mechanics, revisited. Int J Sports Phys Ther. 2013;8(5):652-60.
81. Rokito AS, Jobe FW, Pink MM, Perry J, Brault J. Electromyographic analysis of shoulder function during the volleyball serve and spike. J Shoulder Elbow Surg. 1998;7(3):256-63.
82. Downar J, Sauers E, Mourrtacos S. Chronic adaptations in the throwing shoulder of professional baseball players. J Athl Train. 2002;37(2):S17-8.
83. Senigagliesi F, Scialla S, Di Bacco F, Marasco ML. Glenohumeral internal rotation deficit in overhead throwing athletes: Evidence and perspectives of osteopathic manipulative treatment. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2024;40:1520-6.
84. Griffin K, Bonci C, Sloane B. Prevention and rehabilitation of shoulder injuries in throwing athletes. The Upper Extremity In Sports Medicine 2nd ed USA: Churcill Livingstone pres. 1995:721-47.
85. DeMatas K, Taylor W. Glenohumeral internal rotation deficit: a predictor of shoulder/elbow injury in professional female tennis players. Clin J Sport Med. 2015;25(2):180.
86. Rose MB, Noonan T. Glenohumeral internal rotation deficit in throwing athletes: current perspectives. Open Access J Sports Med. 2018;9:69-78.
87. Laor T, Jaramillo D. MR imaging insights into skeletal maturation: what is normal? Radiology. 2009;250(1):28-38.
88. Delgado J, Jaramillo D, Chauvin NA. Imaging the Injured Pediatric Athlete: Upper Extremity. Radiographics. 2016;36(6):1672-87.

89. Carter DR. Mechanical loading history and skeletal biology. Journal of biomechanics. 1987;20(11-12):1095-109.
90. Greenberg EM, Fernandez-Fernandez A, Lawrence JT, McClure P. The Development of Humeral Retrotorsion and Its Relationship to Throwing Sports. Sports Health. 2015;7(6):489-96.
91. Sabick MB, Kim Y-K, Torry MR, Keirns MA, Hawkins RJ. Biomechanics of the shoulder in youth baseball pitchers: implications for the development of proximal humeral epiphysiolysis and humeral retrotorsion. The American journal of sports medicine. 2005;33(11):1716-22.
92. Leonard J, Hutchinson MR. Shoulder injuries in skeletally immature throwers: review and current thoughts. British journal of sports medicine. 2010;44(5):306-10.
93. Cools AM, Palmans T, Johansson FR. Age-related, sport-specific adaptions of the shoulder girdle in elite adolescent tennis players. J Athl Train. 2014;49(5):647-53.
94. Hibberd EE, Oyama S, Myers JB. Increase in humeral retrotorsion accounts for age-related increase in glenohumeral internal rotation deficit in youth and adolescent baseball players. Am J Sports Med. 2014;42(4):851-8.
95. Ray TR. Youth baseball injuries: recognition, treatment, and prevention. Curr Sports Med Rep. 2010;9(5):294-8.
96. Lee H-M, Liau J-J, Cheng C-K, Tan C-M, Shih J-T. Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue. Clinical biomechanics. 2003;18(9):843-7.
97. Warner JJ, Micheli LJ, Arslanian LE, Kennedy J, Kennedy R. Patterns of flexibility, laxity, and strength in normal shoulders and shoulders with instability and impingement. The American journal of sports medicine. 1990;18(4):366-75.
98. Declève P, Van Cant J, Attar T, Urbain E, Marcel M, Borms D, et al. The shoulder endurance test (SET): A reliability and validity and comparison study on healthy overhead athletes and sedentary adults. Phys Ther Sport. 2021;47:201-7.
99. Evans NA, Dressler E, Uhl T. An electromyography study of muscular endurance during the posterior shoulder endurance test. J Electromyogr Kinesiol. 2018;41:132-8.
100. Chandler TJ, Kibler WB, Stracener EC, Ziegler AK, Pace B. Shoulder strength, power, and endurance in college tennis players. Am J Sports Med. 1992;20(4):455-8.
101. Harput G, Guney H, Toprak U, Kaya T, Colakoglu FF, Baltaci G. Shoulder-Rotator Strength, Range of Motion, and Acromiohumeral Distance in Asymptomatic Adolescent Volleyball Attackers. J Athl Train. 2016;51(9):733-8.
102. Cools AM, Witvrouw EE, De Clercq GA, Danneels LA, Willems TM, Cambier DC, et al. Scapular muscle recruitment pattern: electromyographic response of the trapezius muscle to sudden shoulder movement before and after a fatiguing exercise. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2002;32(5):221-9.
103. Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Scapulothoracic and glenohumeral kinematics following an external rotation fatigue protocol. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2006;36(8):557-71.
104. Joshi M, Thigpen CA, Bunn K, Karas SG, Padua DA. Shoulder external rotation fatigue and scapular muscle activation and kinematics in overhead athletes. National Athletic Trainers' Association, Inc; 2011. p. 349-57.
105. Gigliotti D, Xu MC, Davidson MJ, Macdonald PB, Leiter JRS, Anderson JE. Fibrosis, low vascularity, and fewer slow fibers after rotator-cuff injury. Muscle Nerve. 2017;55(5):715-26.

106. Wilk KE, Meister K, Andrews JR. Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. The American journal of sports medicine. 2002;30(1):136-51.
107. Kibler WB, Ludewig PM, McClure PW, Michener LA, Bak K, Sciascia AD. Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the 'Scapular Summit'. Br J Sports Med. 2013;47(14):877-85.
108. Ellenbecker TS, Cools A. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. British journal of sports medicine. 2010;44(5):319-27.
109. Bigliani LU, Codd TP, Connor PM, Levine WN, Littlefield MA, Hershon SJ. Shoulder motion and laxity in the professional baseball player. The American journal of sports medicine. 1997;25(5):609-13.
110. Lee JH, Park JS, Park HJ, Ryoo HJ, Jeong WK. Are Rotator Muscle Performance and Posterior Shoulder Capsule Tightness Related to Glenohumeral Internal Rotation Deficit in Male College Baseball Players? Clin Orthop Surg. 2022;14(4):576-84.
111. Guney H, Karabicak GO, Pekyavas NO, Teker B, Gunaydin O, Balci P, et al. Which stretching technique is effective in decreasing glenohumeral internal rotation deficit. Med Sport. 2015;68(2):291-302.
112. Evans NA, Simon JE, Konz SM, Nitz AJ, Uhl TL. Reliability of isokinetic decay slope is superior to using fatigue indices for shoulder horizontal abduction. J Bodyw Mov Ther. 2024;37:372-8.
113. Santospagnuolo A, Bruno AA, Pagnoni A, Martello F, Santoboni F, Perroni F, et al. Validity and reliability of the GYKO inertial sensor system for the assessment of the elbow range of motion. J Sports Med Phys Fitness. 2019;59(9):1466-71.
114. Evans NA, Konz S, Nitz A, Uhl TL. Reproducibility and discriminant validity of the Posterior Shoulder Endurance Test in healthy and painful populations. Phys Ther Sport. 2021;47:66-71.
115. Kolber MJ, Hanney WJ. The reliability and concurrent validity of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer and goniometer: a technical report. International journal of sports physical therapy. 2012;7(3):306.
116. Bicici Ulusahin S, Duzgun I, Ugurlu M, Ozcakar L. Effects of the stretching program in male volleyball players with posterior shoulder tightness. Musculoskelet Sci Pract. 2024;73:103148.
117. Goldbeck TG, Davies GJ. Test-retest reliability of the closed kinetic chain upper extremity stability test: a clinical field test. Journal of Sport Rehabilitation. 2000;9(1):35-45.
118. Barbosa GM, Calixtre LB, Fialho HRF, Locks F, Kamonseki DH. Measurement properties of upper extremity physical performance tests in athletes: a systematic review. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2024;28(1):100575.
119. Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM. Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. The American journal of sports medicine. 2006;34(3):385-91.
120. Saccol MF, Almeida GP, de Souza VL. Anatomical glenohumeral internal rotation deficit and symmetric rotational strength in male and female young beach volleyball players. J Electromyogr Kinesiol. 2016;29:121-5.

121. Shanley E, Rauh MJ, Michener LA, Ellenbecker TS, Garrison JC, Thigpen CA. Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. Am J Sports Med. 2011;39(9):1997-2006.
122. Yamaura K, Mifune Y, Inui A, Nishimoto H, Kurosawa T, Mukohara S, et al. Relationship between glenohumeral internal rotation deficit and shoulder conditions in professional baseball pitchers. Journal of Shoulder and Elbow Surgery. 2021;30(9):2073-81.
123. Moore SD, Uhl TL, Kibler WB. Improvements in shoulder endurance following a baseball-specific strengthening program in high school baseball players. Sports Health. 2013;5(3):233-8.
124. McHugh MP. Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. Scand J Med Sci Sports. 2003;13(2):88-97.
125. Güney H, Harput G, Çolakoğlu F, Baltacı G. Functional strength ratio in athletes with and without glenohumeral internal rotation deficit (GIRD). Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2014;2(11_suppl3):2325967114S00280.
126. Zajac JM, Tokish JM. Glenohumeral Internal Rotation Deficit: Prime Suspect or Innocent Bystander? Curr Rev Musculoskelet Med. 2020;13(1):86-95.
127. Zeisberg M, Kalluri R. Cellular mechanisms of tissue fibrosis. 1. Common and organ-specific mechanisms associated with tissue fibrosis. Am J Physiol Cell Physiol. 2013;304(3):C216-25.
128. Olsen SJ, 2nd, Fleisig GS, Dun S, Loftice J, Andrews JR. Risk factors for shoulder and elbow injuries in adolescent baseball pitchers. Am J Sports Med. 2006;34(6):905-12.
129. Huang T-F, Wei S-H, Jung-Chi C, Hsu M-J, Chang H-Y. Isokinetic evaluation of shoulder internal and external rotators concentric strength and endurance in baseball players: Variations from pre-pubescence to adulthood. Isokinetics and exercise science. 2005;13(4):237-41.
130. Trakis JE, McHugh MP, Caracciolo PA, Busciacco L, Mullaney M, Nicholas SJ. Muscle strength and range of motion in adolescent pitchers with throwing-related pain: implications for injury prevention. Am J Sports Med. 2008;36(11):2173-8.
131. Mulligan IJ, Biddington WB, Barnhart BD, Ellenbecker TS. Isokinetic profile of shoulder internal and external rotators of high school aged baseball pitchers. J Strength Cond Res. 2004;18(4):861-6.
132. Harshbarger ND, Eppelheimer BL, Valovich McLeod TC, Welch McCarty C. The effectiveness of shoulder stretching and joint mobilizations on posterior shoulder tightness. J Sport Rehabil. 2013;22(4):313-9.
133. Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, Notebaert D, Roets A, Soetens B, et al. Rehabilitation of scapular muscle balance: which exercises to prescribe? Am J Sports Med. 2007;35(10):1744-51.
134. Reinold MM, Wilk KE, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Chmielewski T, et al. Electromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation exercises. J Orthop Sports Phys Ther. 2004;34(7):385-94.
135. Moseley JB, Jr., Jobe FW, Pink M, Perry J, Tibone J. EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. Am J Sports Med. 1992;20(2):128-34.

136. Oyama S, Myers JB, Wassinger CA, Lephart SM. Three-dimensional scapular and clavicular kinematics and scapular muscle activity during retraction exercises. J Orthop Sports Phys Ther. 2010;40(3):169-79.
137. Borms D, Cools A. Upper-Extremity Functional Performance Tests: Reference Values for Overhead Athletes. Int J Sports Med. 2018;39(6):433-41.
138. Lee DR, Kim LJ. Reliability and validity of the closed kinetic chain upper extremity stability test. J Phys Ther Sci. 2015;27(4):1071-3.
139. Lepinet U, Tanniou J, Communier EC, Créach V, Beaumont M. Impact of anthropometric data and physical activity level on the closed kinetic chain upper extremity stability test (CKCUEST) score: A cross-sectional study. Phys Ther Sport. 2023;64:91-6.
140. de Oliveira VM, Pitangui AC, Nascimento VY, da Silva HA, Dos Passos MH, de Araújo RC. TEST-RETEST RELIABILITY OF THE CLOSED KINETIC CHAIN UPPER EXTREMITY STABILITY TEST (CKCUEST) IN ADOLESCENTS: RELIABILITY OF CKCUEST IN ADOLESCENTS. Int J Sports Phys Ther. 2017;12(1):125-32.
141. Rogowski I, Degot M, Capel O, Vigne G, Loursac R, Hager JP, et al. The progression of shoulder functional profile in male rugby union players from the academy to the professional level. Phys Ther Sport. 2025;76:83-92.
142. Schmalzl J, Walter H, Rothfischer W, Blaich S, Gerhardt C, Lehmann LJ. GIRD syndrome in male handball and volleyball players: Is the decrease of total range of motion the turning point to pathology? J Back Musculoskelet Rehabil. 2022;35(4):755-62.
143. Minhaj S, Afridi ZK, Rubab S, Qazi Z, Siddiqui M. Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Risk of Upper Extremity Injury in Overhead Athletes: Systematic Review. Arch Phys Med Rehabil. 2025;106(1):91-7.

8.2.Ek 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

	SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ **GÜLHANE BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR** **ETİK KURULU** **BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU**	FORM 04

ADÖLESAN İÇİN:

Sevgili…….

Benim adım Dr. Öğr. Üyesi Seda ULUŞAHİN. Voleybolcularda omuz sağlığı konusunda bir araştırma yapıyoruz. Amacımız, senin gibi voleybolcu olan çocukların omuz sağlığını değerlendirmek ve risk faktörlerini yöneterek performansınızın gelişmesine katkı sağlamaktır. Bu amaçla, çeşitli değerlendirme ve testler yaparak omuz sağlığınızı ve fonksiyonel durumunu incelemeyi planlıyoruz.

Araştırmaya ben ve bazı başka araştırmacılar da katılacaktır. Eğer sen de bu araştırmaya katılmayı istersen, sana çeşitli değerlendirme testleri uygulanacaktır.

Bu araştırma hakkında anne ve babana bilgi vereceğiz ve senin de bu çalışmaya katılıp katılmaman için onlardan izin alacağız. Sen de bu konuyu annen ve/veya baban ile konuşabilirsin.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek soruları sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim aşağıda yazıyor.

Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan lütfen aşağıya adını ve soyadını yazarak imzanı at. Daha sonra bu formun bir kopyası sana ve ailene verilecektir.

Adölesanın adı-soyadı:

Adölesanın imzası:

Tarih:

Velisinin adı-soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştırmacının adı-soyadı, ünvanı:

Tel:

İmza:

	SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ **GÜLHANE BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU** **BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU**	FORM 04

EBEVEYN İÇİN:

Bir bilimsel araştırma ve tez çalışması davet edilmektesiniz. Çocuğunuzun, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesi Uygulama Laboratuvarlarında yapılması planlanan **"Adölesan Erkek Voleybolcularda Glenohumeral İnternal Rotasyon Defisitinin Posterior Omuz Enduransı ve Üst Ekstremite Stabilitesine Etkisi"** isimli çalışmada yer alabilmesi için sizden izin istiyoruz. Çocuğunuzun bu çalışmaya davet edilmesinin nedeni 14-18 yaş arasında sporcu olmasıdır. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Bu araştırma kapsamında çocuğunuza herhangi bir girişim yapılmayacaktır ancak; ona ait bazı bilgiler elde etmek istediğimiz için izninizi almak amacı ile bu form hazırlanmıştır. Çocuğunuza ait bu bilgilerin, kimliği açıklanmamak kaydı ile bilimsel amaçla kullanımını onaylar iseniz bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma hakkında çocuğunuza da bilgi vereceğiz ve ondan da bu çalışmaya katılması için izin alacağız.

Araştırmaya katılmaya karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını anlamanız çok önemlidir.

Araştırmaya katılım tamamen gönüllülük ilkesine bağlıdır. Aynı şekilde araştırmaya katılmayı kabul ettikten sonra da araştırmanın herhangi bir yerinde hiçbir neden göstermeksizin herhangi bir zarar ya da elde edilmesi beklenen bir yarar kaybına yol açmadan araştırmadan çekilebilirsiniz.

Araştırma kapsamında yapılan işlemlerin mali giderleri araştırmacılar tarafından karşılanacak olup size ya da sosyal güvenlik kurumunuza hiçbir mali yük getirmeyecektir.

- **Araştırmanın Bilimsel Adı:** Adölesan Erkek Voleybolcularda Glenohumeral İnternal Rotasyon Defisitinin Posterior Omuz Enduransı ve Üst Ekstremite Stabilitesine Etkisi
- **Araştırmanın Anlaşılabilir Basit Adı:** Adölesan Erkek Voleybolcularda Omuz İç Rotasyon Eksikliğinin Arka Omuz Kaslarının Dayanıklılığına ve Üst Ekstremite Stabilitesine Olan Ekisi
- **Sorumlu Araştırmacının Adı ve Görev Yeri:** Dr. Öğr. Üyesi Seda ULUŞAHİN/ Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesi
- **Diğer Araştırmacıların Adı**: Nur Barlas Yalçın/ Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesi

"Adölesan Erkek Voleybolcularda Glenohumeral İnternal Rotasyon Defisitinin Posterior Omuz Enduransı ve Üst Ekstremite Stabilitesine Etkisi" olan bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir.

- **Araştırmanın Amacı:** Bu çalışmanın amacı adölesan erkek voleybolcularda omuz iç rotasyon eksikliğinin arka omuz kaslarının dayanıklılığına ve üst ekstremite stabilitesine olan etkisini incelemektir.
- **Araştırmanın Niteliği:** Bilimsel araştırma ve tez çalışması
- **Araştırmanın Başlama Tarihi ve Öngörülen Süresi:** Araştırmanın ön görülen toplam süresi 7ay'dır. Hastaya ait biyolojik bir materyal ya da görüntü materyali üzerinde çalışılmayacaktır
- **Çalışmaya kaç kişinin alınmasının planlandığı (tek ya da çok merkezli ise belirtilmesi):** Yapılan power analizi sonucu 46 adölesana ulaşılması hedeflenmektedir. Çalışma tek merkezli olarak katılımcılar Gülhane Sağlık Bilimleri Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesi Uygulama Laboratuvarlarında değerlendirilecektir.
- **Katılımcının Araştırmaya Dahil Edilme Nedeni:** 14-18 yaş arasında, voleybolcu olan, son 6 ayda omuz yaralanması hikayesine sahip olmayan, omuz cerrahisi geçirmeyen, omuz ağrısına sahip olmayan ve çalışmaya katılmaya gönüllü olan adölesanlar dahil edilecektir.
- **Bu çalışmaya katılmalı mıyım?:** Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalasanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta

özgürsünüz. Eğer katılmak istemez iseniz veya çalışmadan ayrılabilirsiniz.

- **Bu çalışmaya katılırsam beni ne bekliyor?:** Bu çalışmanın amacı adölesan erkek voleybolcularda omuz iç rotasyon eksikliğinin arka omuz kaslarının dayanıklılığına ve üst ekstremite stabilitesine olan etkisini incelemek amacıyla tasarlanmıştır. Çalışma kapsamında yaş, spor yaşı, antrenman gün ve süreleri sorgulanacak ve kaydedilecektir. Pasif omuz eklem hareket açıklığı, arka omuz kaslarının dayanıklılığı ve üst esktremite stabilitesi değerlendirilecektir. Değerlendirmelerin toplamda 15 dakika sürmesi öngörülmektedir.
- **Çalışmada yer almamın yararları nelerdir?:** Çalışma sonrasında elde edilecek sonuçlar ile bilime katkıda bulunacaksınız. Ayrıca çalışma kapsamında omuz eklem hareket açıklığınız, kassal omuz dayanıklılığınız değerlendirilecek. Yapılacak olan omuz stabilite test sonuçlarınız sizinle paylaşılacak, ihtiyaç ve talep etmeniz halinde araştırmacılarımız tarafından danışmanlık sağlanabilecektir.
- **Risklere Karşı Alınan Önlemler:** Yapılacak değerlendirmeler girişimsel yaklaşımları içermemektedir ve bu araştırmanın sizin için bilinen bir riski yoktur; ancak araştırma süresince herhangi bir medikal rahatsızlığınızda araştırmacılara danışabilirsiniz.
- **Araştırmaya Bağlı Olarak Bir Zarar Oluştuğunda Verilecek Tazminat ve Sağlanacak Tedaviler:** Araştırmamız girişimsel bir yaklaşım içermemektedir. Herhangi bir zararı bulunmamaktadır.
- **Bu çalışmaya katılmamın maliyeti nedir?** Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.
- **Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?** Çalışmada araştırmacı demografik (yaş, spor yaşı vb.) bilgilerinizi, araştırmayı ve istatiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır. Yalnızca gereği halinde, sizinle ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilir. Çalışmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.
- **Gönüllünün Araştırmaya Katılımının Sona Erdirilmesini Gerektirecek Durumlar veya Nedenler:** Değerlendirmeleri tamamlayamaması veya araştırmadan çekilmek istemesi
- **Araştırma Sonunda Gönüllülere Bilgi Verilecek Mi?:** Gönüllüler istedikleri takdirde verilecektir.
- **Daha fazla bilgi için kime başvurabilirim?:** Çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz: Seda ULUŞAHİN – [redacted] Nur Barlas Yalçın- [redacted] (Katılımcının/Hastanın Beyanı) Sağlık Bilimleri Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesi Uygulama Laboratuvarlarında, Dr. Öğr. Üyesi Seda ULUŞAHİN ve Nur Barlas Yalçın tarafından bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" olarak davet edildim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı

reddedersem, bu durumun tıbbi bakımıma ve hekim ile olan ilişkime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum. Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim). Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Seda ULUŞAHİN – [ ] Şennur Barlas Yalçın- [ ] numarası ile Gülhane Külliyesi, Gülhane Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesi'nden arayabileceğimi biliyorum. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum. İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

- ***Gönüllünün; (El yazısı ile)***

  Adı- Soyadı:

  İmzası:

  Adresi (varsa telefon ve/veya faks numarası):

  Tarih

- ***Vasinin; (El yazısı ile)***

  Adı- Soyadı:

  İmzası:

  Adresi (varsa telefon ve/veya faks numarası):

  Tarih

- ***Açıklamaları yapan araştırmacının***

  Unvanı, Adı- Soyadı: (El yazısı ile)

  Görev yaptığı bölüm ve (telefon numarası):

  İmzası:

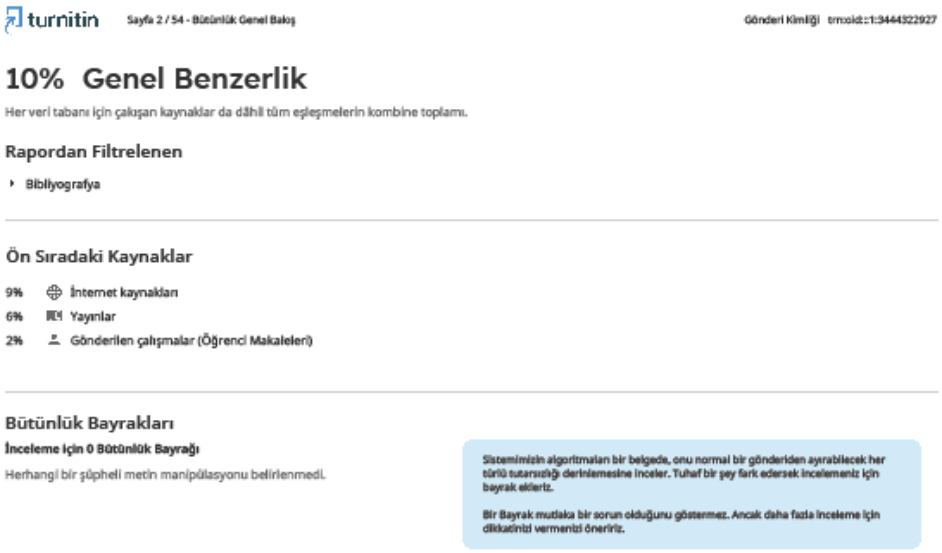
  Tarih:

8.3.Ek 3: Değerlendirme Formu

<table>
<tr><td>Doğum Tarihi:
Yaş:</td><td colspan="5">Spor Yaşı:</td></tr>
<tr><td>Boy:</td><td colspan="5">Kilo:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Oynadığı Kulüp:</td><td colspan="5">Oynadığı Pozisyon</td></tr>
<tr><td>Pasör</td><td>Pasör Çaprazı</td><td>Smaçör</td><td>Orta Oyuncu</td><td>Libero</td></tr>
<tr><td>Top Antrenman Sıklığı ve Süresi: (gün/sa)</td><td colspan="5">Ağırlık Antrenman Sıklığı ve Süresi: (gün/sa)</td></tr>
<tr><td>Son 6 Ay İçinde Omuz Ağrısı var mı?:</td><td colspan="5">Dominant Kol:</td></tr>
<tr><td>Omuz Ağrı Testleri
Dominant
Neers Test:
Hawkins-Kennedy:
Empty Can Test:</td><td colspan="5">Omuz Ağrı Testleri NONDominant
Neers Test:
Hawkins-Kennedy:
Empty Can Test:</td></tr>
<tr><td>Omuz Yaralanması Geçmişi:</td><td colspan="5">Omuz Endurans Testi (sn)
Dominant:
Nondominant:</td></tr>
<tr><td>Pasif ROM İR
Dominant:1.
2.
Nondominant:2.</td><td colspan="5">Pasif ROM ER
Dominant:1.
2.
Nondominant:1.</td></tr>
</table>

2.	2.
Posterior Omuz Endurans Testi (sn) *Kol uzunluğu(m) x vücut ağırlığı x 0,05 x 9,8* *N-m to kg-m (dış yük)* Dominant: Nondominant:	Kol Uzunluğu (akromiyonun lateral kenarı- radiusun distal stiloid prosesi) Dominant: Nondominant:
KKZ Üst Ekstremite Stabilite Testi Akromiyonlar arası mesafe:	KKZ Üst Ekstremite Stabilite Testi Dominant:1. 2. 3. Nondominant:1. 2. 3.

8.4.Ek 4: Orijinallik Raporu



turnitin Sayfa 2 / 54 - Bütünlük Genel Bakış Gönderi Kimliği trnoid::1:3444322927