

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI

YARI PROFESYONEL VOLEYBOLCULARDA FARKLI
DİKKAT ODAĞI TALİMATLARININ SIÇRAMA SONRASI İNİŞ
TEKNİĞİ VE EKLEM POZİSYON HİSSİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
CİNSİYETE ÖZGÜ İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OKTAY ŞENOZAN

İSTANBUL 2025

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI

YARI PROFESYONEL VOLEYBOLCULARDA FARKLI
DİKKAT ODAĞI TALİMATLARININ SIÇRAMA SONRASI İNİŞ
TEKNIĞI VE EKLEM POZİSYON HİSSİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
CİNSİYETE ÖZGÜ İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OKTAY ŞENOZAN

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ PELİN PIŞIRICI

İSTANBUL 2025



**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

10/01/2025

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Program Adı:	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
Öğrencinin Adı Soyadı:	Oktay Şenozan
Tezin Adı:	Yarı Profesyonel Voleybolcularda Farklı Dikkat Odağı Talimatlarının Sıçrama Sonrası İniş Tekniği ve Eklem Pozisyon Hissi Üzerine Etkisinin Cinsiyete Özgü İncelenmesi
Tez Savunma Tarihi:	10.01.2025

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Yücel Batu SALMAN
Enstitü Müdürü

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmza
Tez Danışmanı:	Dr. Öğr. Üyesi Pelin PİŞİRİCİ	Bahçeşehir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi	
2. Üye (Kurum İçi):	Prof. Dr. Hasan Kerem ALPTEKİN	Bahçeşehir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi	
3. Üye (Kurum Dışı):	Dr. Öğr. Üyesi Gamze KILIÇ	İstanbul Nişantaşı Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi	

Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.

Ad, Soyad: Oktay ŞENOZAN

İmza:

ÖZET

YARI PROFESYONEL VOLEYBOLCULARDA FARKLI DİKKAT ODAĞI TALIMATLARININ SİÇRAMA SONRASI İNİŞ TEKNİĞİ VE EKLEM POZİSYON HİSSİ ÜZERİNE ETKİSİNİN CİNSİYETE ÖZGÜ İNCELENMESİ

ŞENOZAN, Oktay

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Pelin PİŞİRİCİ

Ocak 2025, 52 sayfa

Bu çalışmanın amacı dinamik diz valgusu (DDV) olan yarı profesyonel kadın ve erkek voleybolcularda, kombine dikkat odağı talimatlarının ve video temelli geri bildirim sığrama sonrası iniş hatası (LESS), diz eklemi propriosepsiyon hissi (DEPH) ve frontal plan projeksiyon açısı (FPPA) üzerine etkisini cinsiyete özgü araştırmaktır. Çalışmaya 18-24 yaş arası 48 yarı profesyonel kadın ve erkek voleybolcu dahil edildi. Katılımcılar cinsiyetler eşit olacak şekilde randomize edilerek, kombine sözel eğitim (KSE) ve video geri bildirim eğitim (VGE) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Çalışmaya başlamadan katılımcıların LESS, DEPH ve FPPA ölçümleri alındı. Daha sonra katılımcılar gruplarına özel talimatları içeren iki adet eğitim paketi (EP) gerçekleştirdi. EP ardından başlangıçta alınan ölçümler tekrarlanarak son test ölçümleri gerçekleştirildi. Bir hafta sonra kalıcılığı tespit etmek için takip testi yapıldı. Bulgulara göre; LESS ölçümünde, VGE grubundaki erkek katılımcılar KSE alan erkeklere göre son test ölçümünde anlamlı farklılık bulundu ($p=0.001$; $p<0.05$). DEPH ve FPPA ölçümlerinde erkeklerde anlamlı fark bulunamamıştır (sırasıyla $p=0.27$, $p=0.24$; $p>0,05$). Kadınlar arasında ise LESS, DEPH ve FPPA ölçümlerinde anlamlı farklılık gözlemlenmedi (sırasıyla $p=0.69$, $p=0.51$ ve 0.61 ; $p>0,05$). Cinsiyetler arası farklılık FPPA takip ölçümünde; KSE alan kadın katılımcılar, VGE alan erkeklere göre anlamlı farklılık yarattı ($p=0.018$; $p<0.05$). Sonuç olarak, erkek cinsiyetin sığrama sonrası iniş tekniği geliştirmede VGE tekniğinin, kadın cinsiyetin dinamik diz valgusunu iyileştirmede KSE'nin yaralanma önleyici programlara eklenmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Anahtar kelimeler: Motor öğrenme, Propriosepsiyon, Geri bildirim, Voleybol

ABSTRACT

GENDER-SPECIFIC EFFECTS OF DIFFERENT FOCUS OF ATTENTION INSTRUCTIONS ON LANDING TECHNIQUE, ALIGNMENT, AND JOINT POSITION SENSE IN SEMI-PROFESSIONAL VOLLEYBALL PLAYERS

ŞENOZAN, Oktay

Physiotherapy and Rehabilitation Master's Program

Thesis Advisor: Assistant Prof. Pelin PİŞİRİCİ

January 2025, 52 pages

This study aimed to investigate the gender-specific effects of combined focus of attention instructions and video-based feedback on landing error scoring system, knee joint proprioception sensation (KJPS), and dynamic knee valgus (DKV) in male and female semi-professional volleyball players with DKV. The study included 48 semi-professional male and female volleyball players aged 18-24 years. Participants were randomized to be of equal gender and divided into two groups: combined verbal training (CVT) and video feedback training (VFT). Before starting the study, LESS, FPPA, and DEPH measurements were taken. Participants then completed two education packages (EP) containing instructions specific to their group. After the EP, the measurements taken at the beginning were repeated and post-test measurements were performed. One week later, a follow-up test was performed to determine retention. According to the findings; in the LESS measurement, male participants in the VFT group made a significant difference in the post-test measurement compared to the men who received CVT ($p=0.001$; $p<0.05$). No significant difference was found in KJPS and FPPA measurements in men ($p=0.27$, $p=0.24$; $p>0.05$). Among women, no significant difference was observed in LESS, KJPS, and FPPA measurements ($p=0.69$, $p=0.51$ ve 0.61 ; $p>0,05$). The difference between genders was significant in the FPPA follow-up measurement; female participants who received CVT were significantly different from male participants who received VFT ($p=0.018$; $p<0.05$). In conclusion, we suggest that VFT should be added to injury prevention programs to improve landing technique in the male gender and CVT to improve dynamic knee valgus in the female gender.

Keywords: Motor Learning, Proprioception, Feedback, Volleyball



Anneme, Babama ve Anneanneme ...

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince her zaman desteğini hissettiğim ve üzerimde çok emeği olan, her zaman örnek aldığım ve ileride nice çalışmalara birlikte imza atacağımıza emin olduğum danışmanım; Bahçeşehir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekan Yardımcısı, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Pelin PİŞİRİCİ'ye,

Eğitimim boyunca; özveriyle bana kattıkları bilgilerle, mesleğime olan sevgimi pekiştiren, lisans dönemimde öğrenci konseyindeki görevimde birlikte nice başarılı akademik etkinlikler ortaya koyduğumuz saygı değer hocalarım, başta Bahçeşehir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölüm Başkanı, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hazal GENÇ olmak üzere tüm Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümü hocalarıma,

Öğrencilik dönemimde her konuda yardımlaştığımız, meslekte birlikte daha da başarılı işler ortaya çıkaracağımıza emin olduğum, melektaşlarım Fzt. Yusuf AKGÖL'e ve Fzt. Erim ENGİN'e, ayrıca çalışmamda değerlendirmeci olarak çok emeği bulunan Uz. Fzt. Büşra TAMGÜÇ'e,

Tez sürecimde bana çok yardım eden, elindeki tüm imkanları bana sağlayan kıymetli antrenörüm Osman AVCILAR'a ve tüm ekibine,

Bana duydukları güvenle birlikte desteklerini tüm yaşamım boyunca arkamda hissettiğim, her duygumu benimle paylaşan ve, bugünlere gelmemin mimarı olan sevgili AİLEME sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İTHAF.....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİL/RESİM/ŞEMA LİSTESİ.....	xii
SEMBOLLER/KISALTMALAR LİSTESİ	xiii
Bölüm 1: Giriş.....	1
Bölüm 2: Genel Bilgiler.....	5
2.1 Voleybol Sporu.....	5
2.2 Voleybolda Yaralanmalar.....	5
2.3 Cinsiyet ve Hormonlara Bağlı Yaralanma Riski	6
2.4 Genç Sporcularda Yaralanmalar ve Yaralanmaların Önlenmesi	7
2.5 Diz Biyomekaniği	8
2.5.1 Tibiofemoral Eklem Artrokinematığı.....	10
2.5.1.1 Diz Ekstansiyonu Sırasında Rölatif Eklem Kinematığı 10	
2.5.1.2 Dizde Vida-Yuva Mekanizması	10
2.5.1.3 Dizin Fleksiyonu Sırasında Rölatif Eklem Kinematığı.12	
2.5.1.4 Dizin İnternal ve Eksternal Rotasyonu Sırasında Rölatif Eklem Kinematığı.....	12
2.5.2 Dizin Hatalı Hareket Paternleri	12
2.5.2.1 Dinamik Diz Valgusu	12
2.5.2.1.1 Dinamik Diz Valgusuna Etki Eden Faktörler..13	
2.6 Sıçrama Sonrası İniş Fazı- Hatalı İniş	16
2.4 Cinsiyet ve Hormonlara Bağlı Yaralanma Riski	7
2.5 Genç Sporcularda Yaralanmalar ve Yaralanmaların Önlenmesi	8
2.6 Sıçrama Sonrası İniş Tekniği Hataları	9
2.7 Propriyosepsiyon.....	17
2.8 Yaralanma Önleyici Programlar	18
2.9 Motor Öğrenme.....	21

2.9.1 Motor öğrenme evreleri	21
2.9.1.1 Bilişsel (birinci) Aşama.....	21
2.9.1.2 Çağrışımsal (ikinci) Aşama.....	21
2.9.1.3 Otomasyon (üçüncü) Aşaması.....	22
2.9.2 Dikkat odağı talimatları	22
2.9.2.1 İnternal Dikkat Odağı.....	22
2.9.2.2 Eksternal Dikkat Odağı	23
2.9.2.3 Dikkat Odağı Talimatlarının Etkinliği	23
2.10 Geri Bildirim	24
2.10.1 Video geri bildirim	25
Bölüm 3: Materyal Metod.....	26
3.1 Çalışma Tasarımı	26
3.2 Çalışmaya Dahil Etme ve Dışlama Kriterleri	28
3.2.1 Dahil etme kriterleri	28
3.2.2 Dışlama Kriterleri.....	28
3.3 Örneklem Büyüklüğü Belirleme	28
3.4 Değerlendirmeler	28
3.4.1 Demografik veriler	28
3.4.2 Dinamik diz valgusunun değerlendirilmesi	29
3.4.3 İniş biyomekaniğinin değerlendirilmesi	31
3.4.3.1 Dikey sıçramalı iniş (DSİ) görevi.....	32
3.4.4 Diz eklem pozisyon hatası değerlendirmesi	33
3.5 Girişimler.....	34
3.5.1 Kombine sözel dikkat odağı talimatlı eğitim grubu (KSE Grubu).....	35
3.5.2 Video görsel eğitim grubu (VGE Grubu)	36
3.6 İstatistiksel Analizler	37
Bölüm 4: Bulgular	38
4.1 Pilot Çalışma.....	38
4.1.1 Katılımcıların demografik özellikleri	38
4.1.2 Sınıf içi korelasyon analizi.....	38
4.2 Çalışma Bulguları	39
4.2.1 Katılımcıların demografik özellikleri	39
4.2.1.1 Erkek Katılımcılar.....	39

4.2.1.2 Kadın Katılımcılar	40
4.2.2 Erkek grubu için çalışma bulguları	41
4.2.3 Kadın grubu için çalışma bulguları	42
4.2.4 Değişkenlerin cinsiyetlere göre gruplar arasında karşılaştırılması	43
Bölüm 5: Tartışma.....	45
5.1 Sıçrama Sonrası İniş Hatası Değerlendirmesi	45
5.2 Diz Eklem Pozisyon Hissi Sonuçları	47
5.3 Frontal Plan Projeksiyon Açısı	49
Bölüm 6: Sonuç	52
KAYNAKÇA.....	53
EKLER	75
EK A Etik Kurul Onayı.....	76
EK B Katılımcı Ön Değerlendirme Formu	77
EK C İniş Hatası Puanlama Sistemi Formu	78
EK D Veri Kayıt Formu	80
EK E Gönüllü Bilgilendirme ve Onam Formu	81

TABLÖLAR LİSTESİ

TABLÖLAR

Tablo 1 Pilot Çalışma Katılımcılarının Demografik Özellikleri.....	38
Tablo 2 FPPA'nın Sınıf İçi Korelasyon Analizi.....	39
Tablo 3 LESS'in Sınıf İçi Korelasyon Analizi.....	39
Tablo 4 DEPH'nin Sınıf İçi Korelasyon Analizi.....	39
Tablo 5 Erkek Katılımcıların Demografik Özellikleri.....	40
Tablo 6 Kadın Katılımcıların Demografik Özellikleri.....	41
Tablo 7 Erkek Katılımcıların Gruplar Arasında LESS, DEPH ve FPPA'nın Tekrarlı Ölçümlerinin Karşılaştırılması.....	42
Tablo 8 Kadın Katılımcıların Gruplar Arasında LESS, DEPH ve FPPA'nın Tekrarlı Ölçümlerinin Karşılaştırılması.....	43
Tablo 9 Değişkenlerinin Cinsiyetlere Göre Gruplar Arasında Karşılaştırılması.....	44
Tablo 10 FPPA Takip Değişkeni için Tukey Post Hoc Analizi	44

ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİLLER

Şekil 1 Diz Kemiklerini ve ilişkili Artikülasyonları Gösteren Radyografi.....	9
Şekil 2 Diz Ekstansiyon Kinematığı.....	10
Şekil 3 Vida-Yuva Mekanizması.....	11
Şekil 4 Dinamik Diz Valgusu.....	13
Şekil 5 DDV'a Etki Eden Faktörler.....	14
Şekil 6 Consort Çalışma Akış Diyagramı.....	27
Şekil 7 Frontal Plan Projeksiyon Açısı Ölçümü.....	30
Şekil 8. Dikey Sıçramalı İniş Görevi.....	33



KISALTMALAR LİSTESİ

DDV	Dinamik Diz Valgusu
DEPH	Diz Eklemi Propriosepsiyon Hissi
DSİ	Dikey Sıçramalı İniş
EP	Eğitim Paketi
EP1	Eğitim Paketi 1
EP2	Eğitim Paketi 2
EDO	Eksternal Dikkat Odağı
FPPA	Frontal Plan Projeksiyon Açısı
GB	Geri Bildirim
GE	Görsel Eğitim
İDO	İnternal Dikkat Odağı
KSE	Kombine Sözel Eğitim
LESS	İniş Hatası Skorlama Sistemi
ÖÇB	Ön Çapraz Bağ
SE	Sözel Eğitim
SİAS	Spina İliaca Anterior Superior
TBÜÇT	Tek Bacak Üstüne Çömelme Testi
VGB	Video Geri Bildirim
VGE	Video Görsel Eğitim

Bölüm 1

Giriş

Sporda diz yaralanmalarının önlenmesi hem sporcunun sağlığı hem de takımın başarısı açısından önemlidir. Voleybol yaralanmaları, diz bölgesinde %23,66 oranı ile görülmektedir (Şensoy, Şenel ve Akarçeşme 2021). Sporcuların sık karşılaştığı yaralanma türleri arasında ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmalarının %70'i temassız gerçekleşir (Zhang ve diğerleri 2023, Griffin 2002). Yetişkinlerde temassız ÖÇB yaralanmalarının genel insidansı 1000 oyuncu-saat başına 0.07 ve 1000 oyuncu-maruziyet başına 0.08 seviyesindeyken, adolesanlarda ise insidans 1000 oyuncu-saat başına 0.19 ve 1000 oyuncu-maruziyet başına 0.02'dir (Chia ve diğerleri, 2022).

Genç sporcuların anatomik ve fizyolojik farklılıkları, bu yaralanmalara daha yatkın olmalarına neden olmaktadır. Anatomik varyasyonlar, hormonal etkiler ve nöromüsküler kontrol sorunları, bu yaralanmaların ortaya çıkma olasılığını artıran unsurlar arasında yer almaktadır (Wojtys ve Brower, 2010).

Erkek sporcular, ergenlik döneminde meydana gelen hormonal değişimler nedeniyle ÖÇB yaralanmalarına yatkın olarak değerlendirilmektedir. Testosteron, bağ dokusunun dayanıklılığını ve esnekliğini destekleyen önemli bir hormon olarak tanımlansa da bu koruyucu etkinin puberte dönemindeki hormonal dalgalanmalar nedeniyle zayıflayabileceği öne sürülmektedir. Bu nedenle, erkek sporcularda ÖÇB yaralanma oranı %0.5 ile %3.0 arasında değişmekte olup, bu risk ergen sporcularda daha belirgin hale gelmektedir. Ayrıca, voleybol gibi sporlarda erkeklerin ayak bileği ve diz yaralanmalarına daha sık maruz kaldığı rapor edilmiştir (Chia ve diğerleri, 2022; Stijak ve diğerleri, 2015; Moriceau ve diğerleri, 2022; Parlaz, Tekgül, Karademirci ve Öngel, 2012; Lauersen, Bertelsen ve Andersen, 2014; Kilic, Maas, Verhagen, Zwerver ve Gouttebarge, 2017).

Kadın sporcular ergenlik dönemi değişiklikleri ve spor yaralanmaları açısından değerlendirildiğinde, hormonal dalgalanmaların bağ dokusunun yapısını ve dayanıklılığını etkileyerek yaralanma riskini artırabileceği görülmüştür. Menstrual döngü sırasında çeşitli hormonlarda meydana gelen değişimlerin, bağların daha gevşek hale gelmesine neden olduğu ifade edilmiştir. Bu durum, fiziksel aktiviteler sırasında yaralanma riskini artıran bir etken olarak dikkat çekmektedir (Zahradnik, Jandacka, Uchytıl, Farana ve Hamill, 2015; Tarantino, 2022, Hewett ve diğerleri, 2005; Chia ve diğerleri, 2022; Kilic ve diğerleri, 2017; Bere, Kruczynski, Veintimilla, Hamu ve Bahr, 2015).

Nöromusküler antrenman programları, motor kontrol, kuvvet, denge, koordinasyon ve propriosepsiyon gibi becerileri geliştirmeyi hedefleyen egzersiz yaklaşımlarıdır. Bu programlar, özellikle alt ekstremitelerdeki denge ve stabiliteyi güçlendirerek sporcuların ani yön değişiklikleri, sıçrama ve yere iniş gibi hareketleri daha güvenli bir şekilde gerçekleştirmelerine olanak tanır (Gagnier, Morgenstern ve Chess, 2013). Araştırmalar, nöromusküler antrenmanların ÖÇB yaralanmalarını %50-70 oranında önleyebileceğini ortaya koymaktadır (Donnell-Fink ve diğerleri, 2015, Mandelbaum ve diğerleri, 2005). Yaralanma önleyici programların, sadece antrenman programına uyumluluğu yüksek sporcularda başarılı olduğu ve hala yaralanma yüzdesini tam anlamı ile azaltamadığı görülmektedir (Sugimoto, Myer, McKeon ve Hewett, 2012; Benjaminse, Otten, Gokeler, Diercks ve Lemmink, 2017). Bu sebeple ÖÇB yaralanmalarını önlemek adına farklı stratejilere ve bunların etkinliklerinin araştırılmasına ihtiyaç var gibi görünmektedir.

Yaralanmaların önüne geçilmesinde, motor öğrenme prensipleri güncel bir konu olarak benimsenmektedir (Benjaminse ve diğerleri, 2017, Benjaminse ve diğerleri, 2015, Benjaminse ve Otten, 2011). Geri bildirim talimatlarının yaralanma programlarına eklenmesi güncel literatürde sıklıkla yer almaktadır ve çalışmaların bulunduğu ortak payda, istenen iniş pozisyonuna dair açık direktiflerin ve spesifik talimatlarının kullanılmasıdır (Benjaminse ve diğerleri, 2017; Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme ve Bahr, 2005).

Dikkat odağı talimatları, internal dikkat odağı (İDO) ve eksternal dikkat odağı (EDO) şeklinde sınıflandırılabilir. İnternal dikkat odağında hareketin kendisine odaklanılırken (örnek: iniş yaparken dizlerini bük.), eksternal dikkat odağı çalışmalarında bu hareketin etkisine odaklanılır (örnek: hareketin iniş esnasında hedefe dokun.) (Benjaminse ve diğerleri, 2017; Wulf, Shea ve Lewthwaite, 2010). Birbiriyle karşılaştırıldıklarında, internal dikkat odağı talimatlarının spora aktarımının, eksternal talimatlara kıyasla daha az başarılı olması ve sporun gereksinimlerinden olan karmaşık motor becerilerinin öğrenilmesinde daha az etkin olması sebebi ile eksternal dikkat odağı talimatları daha iyi bir seçenek gibi gözükmektedir. (Benjaminse ve diğerleri, 2017; Wulf ve diğerleri, 2010; Benjaminse, Welling, Otten ve Gokeler, 2015). Bununla birlikte internal dikkat odağı talimatlarının, çeşitli branşlarda motor öğrenme odaklı bakıldığında eksternal dikkat odağına göre daha üstün geldiğini gösteren çalışmalar vardır (Herrebrøden, 2023; Chua, Jimenez-Diaz, Lewthwaite, Kim ve Wulf, 2021). Güncel literatürde ise dikkat odağı türlerinin birbirine üstünlükleri ve

etkinlikleri halen tartışılmaktadır ve iki odak türünün birlikte kullanılabilceğini öne süren çalışmalar da mevcuttur. (Werner, Peer-Kratzer, Mohr, van-Andel ve Federolf, 2022; Gottwald, Owen, Lawrence ve McNevin, 2020).

Video geri bildirim ile yapılan hareketi ya da gösterilen bir videoyu izlemek, motor beceri edinimi anlamında etkili bir yöntemdir (Benjaminse ve diğerleri, 2015). Video geri bildirim yöntemi ile izletilen hareketi gözlemledikten sonra kişinin, hareketi kopyalaması taklit olarak isimlendirilir (Brass ve Heyes, 2005). Taklit ile video geri bildirim eğitimi, öğrenileni otomatik olarak motor programa eşleyebilir (Buccino, Binkofski ve Riggio, 2004); Iacoboni, 2005; Molenberghs, Cunnington ve Mattingley, 2009). Bu geri bildirim yöntemi eğitimi, sıçrama sonrası iniş esnasında alt ekstremite sağlığı açısından olumlu sonuçlar vermiştir (Benjaminse ve diğerleri, 2015, (Oñate ve diğerleri, 2005; Parsons ve Alexander, 2012).

Hatalı iniş tekniği yaralanmalara sebebiyet vermektedir. Örnek olarak ÖÇB yaralanmaları genellikle hatalı iniş teknikleri, ani yön değiştirmeler ve duruş sırasında dizin uygunsuz pozisyonlarda zorlanması sonucu meydana gelir. Bu temassız yaralanma mekanizmaları, hatalı iniş teknikleri gibi durumlarla ilişkilendirilmiştir (Dischiavi, Wright, Hegedus, Bleakley 2019). EDO, İDO, ve video geri bildirim içeren çalışmaların başarısına ilişkin birbirlerine üstünlükleri tartışan az sayıda çalışmalar vardır (Benjaminse, Otten, Gokeler, Diercks ve Lemmink, 2017; Vidal, Wu, Nakajima ve Becker, 2018). Bildiğimiz kadarı ile literatürde İDO ve EDO talimatlarını kombine şekilde uygulanmasının iniş tekniğine etkisini araştıran çalışmalara rastlanmamıştır. Ayrıca video görsel eğitim (VGE) verilen kişilerin, kombine sözel eğitim alan bir gruba karşı başarısı, iki tekniğin kıyaslanması sonucunda ortaya çıkacak olan bulgulara karşı merak uyandırmaktadır.

Eklem pozisyonu hissi, uzaydaki vücut segmenti pozisyonunu algılayabilme yeteneğidir ve genellikle propriyoseptif performansını temsil etmek için kullanılır (Tsai, Y., Tsai, T., Chung, Hsiao ve Tu, 2024). Ayrıca propriyosepsiyon, spor yaralanmalarıyla doğrudan bağlantılıdır (Romero-Franco, Montaña-Munuera ve Jiménez-Reyes, 2017). Literatürde farklı dikkat odağı talimatlarının diz eklem pozisyon hissi üzerine başarısını araştıran çalışmalar limitlidir. (Kaya, Güney-Deniz, Sayaca, Çalık ve Doral, 2019; Gahderi, Letafatkar, Thomas ve Keyhani, 2021). Yapılan çalışmalarda EDO talimatlı eğitimlerin eklem pozisyon hissini iyileştirmede etkili olduğu bilirse de (Ghaderi ve diğerleri, 2019) dikkat odağı talimatlarının eklem pozisyon hissini düzetmedeki etkisini inceleyen çalışmalarda ÖÇB rekonstrüksiyonu

sonrasındaki etkinliği incelenmiştir (Gahderi ve diğerleri 2021; Kaya ve diğerleri, 2019). Önleyici programlarda etkinliğinin, ameliyat sonrası yapılan çalışmaların sonuçlarıyla mukayese edilmesi doğru olmayacağı için dikkat odağı talimatlarının eklem pozisyon hissini düzeltmede önleyici programlarda başarısı bilinmemektedir.

Çalışmamızın temel amacı, dinamik diz valgusu bulunan yarı profesyonel kadın ve erkek voleybolcularda, kombine uygulanan internal ve eksternal dikkat odağı talimatlarının ve video temelli geri bildirimlerin cinsiyet temelli etkinliğini araştırmaktır. Çalışmamız bu yönü ile özgün olup literatüre katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

Çalışmamızın hipotezleri;

H1¹ : DDV olan asemptomatik sporcularda sıçrama sonrası iniş biyomekaniği iyileştirmede video eğitim grubu, her iki cinsiyette de kombine sözel grubuna göre daha etkilidir.

H0¹: DDV olan asemptomatik sporcularda sıçrama sonrası iniş biyomekaniği iyileştirmede gruplar arasında fark yoktur.

H1² : DDV olan asemptomatik sporcularda diz eklem pozisyon hatası iyileştirmede video eğitim grubu, kadın cinsiyette kombine sözel grubuna göre daha etkilidir.

H0²: DDV olan asemptomatik sporcularda diz eklem pozisyon hatası iyileştirmede gruplar arasında fark yoktur.

H1³ : DDV olan asemptomatik sporcularda diz valgusunu iyileştirmede kombine sözel grubu, her iki cinsiyette de video eğitim grubuna göre daha etkilidir.

H0³: DDV olan asemptomatik sporcularda diz valgusunu iyileştirmede gruplar arasında fark yoktur.

Bölüm 2

Genel Bilgiler

2.1 Voleybol Sportu

Uluslararası Voleybol Federasyonu (Fransızca: Fédération international de volley-ball, FIVB) 500 milyon kişinin dünya genelinde voleybol oynadığını tahmin etmektedir. Voleybol branşının en çok büyüme gösterdiği alt dalları ise salon voleybolunun yanı sıra kum üzerinde oynanan plaj voleyboludur. Her iki türü de olimpiyat sporlarındadır ve dünya genelinde çokça kişi tarafından takip edilmektedir (Erkes, 2012).

Voleybol, file ile eşit şekilde ikiye bölünmüş sahada oynanan ve genellikle ön tarafta (fileye yakın) üç, arka tarafta üç oyuncu bulunur. Ön taraftaki oyuncuların file üzerinde sıçrayarak hücum ve savunma için mücadele edebilirler. File ile ayrılan alanlarda oynandığı için temaslı bir spor olarak kabul görmez ve rakip takımla doğrudan temas olmadığı düşünülerek yaralanma oranlarının düşük olduğu düşünülse de her yönde hızlı ve maksimum güç ile tam vücut hareketinin gereksinimi nedeniyle yaralanmalar kaçınılmaz olmaktadır. Yaralanmaların çoğu ise çokça sıçrama ve inişin yapıldığı ön tarafta bulunan üç sporcuda meydana gelir. Bu yaralanmalar voleybolun hareket paternlerinden olan; smaç (hücum) için sıçrama ve iniş, bloklama, pas atma sırasında meydana gelir (Tarantino, 2022).

2.2 Voleybolda Yaralanmalar

Ulusal liglerde, iki sezonu kapsayan Norveç ve Hollanda'da yapılan bir çalışmada maç esnasında 1000 saat başına 3-4, antrenman esnasında da 1000 saat başına 1-2 yaralanma görülme oranı raporlanmıştır (Bere ve diğerleri, 2015). 17'den fazla spor branşını inceleyen bir çalışmada toplam diz yaralanmalarında yaklaşık %24, ayak ve ayak bileği yaralanmalarında ise yaklaşık %17 ile futbol branşından sonra en sık görülen spor dalı olduğu saptanmıştır.

Voleybol gibi takım sporlarında ayak bileği ve diz yaralanmaları sıklıkla görülür (Brunner ve diğerleri, 2019). Voleybolun kendi içindeki yaralanma bölgelerinin sıralamasına bakıldığında ise %30 ile birinci sırada diz bölgesi, %26 ile ikinci sırada ayak ve ayak bileği yaralanmaları görülmektedir (Webster, Nagelli, Hewett ve Feller, 2018; Young, Briner ve Dines, 2023; Şensoy ve diğerleri, 2021). Ayrıca voleybol sporcularının yaşadığı yaralanmalara bağlı spora geri dönüş süresine

bakıldığında %30'unun 21 günden uzun, %20'sinin 8-21 gün arasında olduğu görülmüştür (Webster ve diğerleri, 2018; Şensoy ve diğerleri, 2021).

Sporda diz yaralanmalarının önlenmesi, özellikle temas içeren sporlarda hem sporcunun sağlığı hem de takımın başarısı açısından önem taşır (Şensoy ve diğerleri, 2021). Voleybol özelinde yaşanabilecek hatalı hareket durumlarına örnek olarak, file önünde hücum smacını sıçrayıp bloklarken; başarılı blok ve başarısız blok olarak iki iniş durumu oluşur. Başarılı blokta, top rakip tarafın zeminine düşer. Bu durum, sporcudaki zaman stresini ortadan kaldırır. Zaman stresinin ortadan kalktığı durumlarda sporcu, iniş sırasında mekaniklerini değiştirme fırsatına sahip olurlar. Başarısız bir blokta ise (topun, blok yapan oyuncunun olduğu bölgeye hareket etmesi durumunda) sporcu, bir sonraki hücum hareketi için çok hızlı biçimde tepki vermek zorundadır çünkü hücum için fileden uzaklaşarak hazırda beklemesi gerekmektedir. Bu sebepten ötürü başarısız blokta sporcu güvenli bir şekilde yere inmek için yeteri kadar vakit bulamayabilir (Zahradnik ve diğerleri, 2015).

2.3 Cinsiyet ve Hormonlara Bağlı Yaralanma Riski

Voleybolda yaralanma şekline bakıldığında, yayınlanan verilerde kadınlar ve erkeklerin yaralanma şekli birbirleriyle benzerlik göstermektedir ve cinsiyetler arası yaralanma riski aynıdır (Reeser, Verhagen, Briner, Askeland ve Bahr, 2006; Bere ve diğerleri, 2015).

Hormonlar ve hormonal değişikliklerin etkilerinin incelendiği araştırmalarda; erkeklerde testosteronun, kuvvetini ve bağların esnekliğini korumada etkin rol oynadığı belirtilmekle beraber yüksek testosteron seviyesinin daha güçlü bağ dokusu ile ilişkilendirildiği de görülmektedir. Ancak her ne kadar yüksek testosteronun ÖÇB rüptür riskini azaltacağı yönünde çıkarımlar yapılsa da puberte dönemindeki hormonal dalgalanmalar göz önünde bulundurulduğunda, erkekler için de ÖÇB yaralanması risk teşkil etmektedir (Stijak ve diğerleri, 2015; Moriceau ve diğerleri, 2022; Parlaz ve diğerleri, 2012; Lauersen ve diğerleri; 2014). Ayrıca, bir meta-analiz çalışması, erkeklerde ÖÇB yaralanma insidansını %0.5 ile %3.0 arasında göstermektedir. Bu oran, özellikle ergenlik dönemindeki genç sporcularda daha fazla artmaktadır ve araştırmalar voleybol özelinde erkeklerin ayak bileği ve diz yaralanmaları riskinin daha yüksek olduğunu da göstermektedir (Chia ve diğerleri, 2022; Kilic ve diğerleri, 2017).

Kadın sporcularda hormonların etkisine bakıldığında; hormon konsantrasyonlarındaki değişimin yanında hormonal farklılıkların ve dalgalanmaların aynı şekilde risk faktörü olabileceği öne sürülmektedir. Kadınlar üzerine yapılan bir çalışmada; menstrual döngü sırasında östrojen, progesteron ve relaksin gibi hormonların seviyelerinde önemli dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Östrojen seviyelerinin yüksek olduğu foliküler fazda diz bağlarının daha esnek ve gevşek olduğu bulunmuştur. Hormon seviyelerindeki dalgalanmalar, özellikle yoğun fiziksel aktivite sırasında, ÖÇB bağ performansını etkileyebileceği ve yaralanma riskini artırabileceği de çalışmalarda dikkat çeken konular arasındadır (Zahradnik ve diğerleri, 2015; Tarantino, 2022; Hewett ve diğerleri, 2005).

Yapılan çalışmalarda da voleybol branşında erkekler ve kadınlar arasında yaralanma riski açısından bir fark bulunmadığı gösterilmiş olsa da (Bere ve diğerleri, 2015) hormonal faktörlerin spor yaralanmaları üzerindeki etkisinin hala tam olarak bilinmediğini, bu alanda cinsiyet spesifik çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulduğunu belirten çalışmalar mevcuttur (Martínez-Fortuny, Alonso-Calvete, Da Cuña-Carrera ve Abalo-Núñez, 2023).

2.4 Genç Sporcularda Yaralanmalar ve Yaralanmaların Önlenmesi

Genç sporculardaki spor yaralanmalarının sayısı son 10-15 yılda epidemik seviyelere ulaşmıştır (Redler ve diğerleri, 2016). Avrupa Birliği ülkelerine bakıldığında sporla bağlantılı yaralanmaların 1000 kişide 26 yaralanma ile hesaplanmış olup, 15 ile 19 yaş grubu aralığında en yüksek oran görülmektedir (EuroSafe, 2016; Brunner ve diğerleri, 2019).

Yaralanmaları etkin bir şekilde önlemek için, önleyici tedbirlerin yanı sıra öncelikle yaralanmaların gelecekteki risk faktörleri analiz edilip belirlenmelidir (Padua ve diğerleri, 2015). Risk faktörlerinde teorize edilen (cinsiyet, hormonlar vb.) kısmın büyük bir çoğunluğu genellikle değiştirilemez. Ancak normalin dışında seyreden alt ekstremitte biyomekanikleri değiştirilebilir ve kritik öneme sahiptir (Padua ve diğerleri, 2015).

Genç sporcuları rekabetçi programlara adapte etmenin de yaralanma riskini artırabileceğinden ötürü, Amerikan Pediatri Akademisi Spor Hekimliği ve Fitness Komitesi, ergenlik öncesinde tek bir spor branşında uzmanlaşma yolunu önermemektedir (Reeser ve Bahr, 2011). Carder ve diğerleri (2020) tarafından yapılan sistematik incelemede, genç sporcuların %43'ünün yalnızca tek bir spor dalına

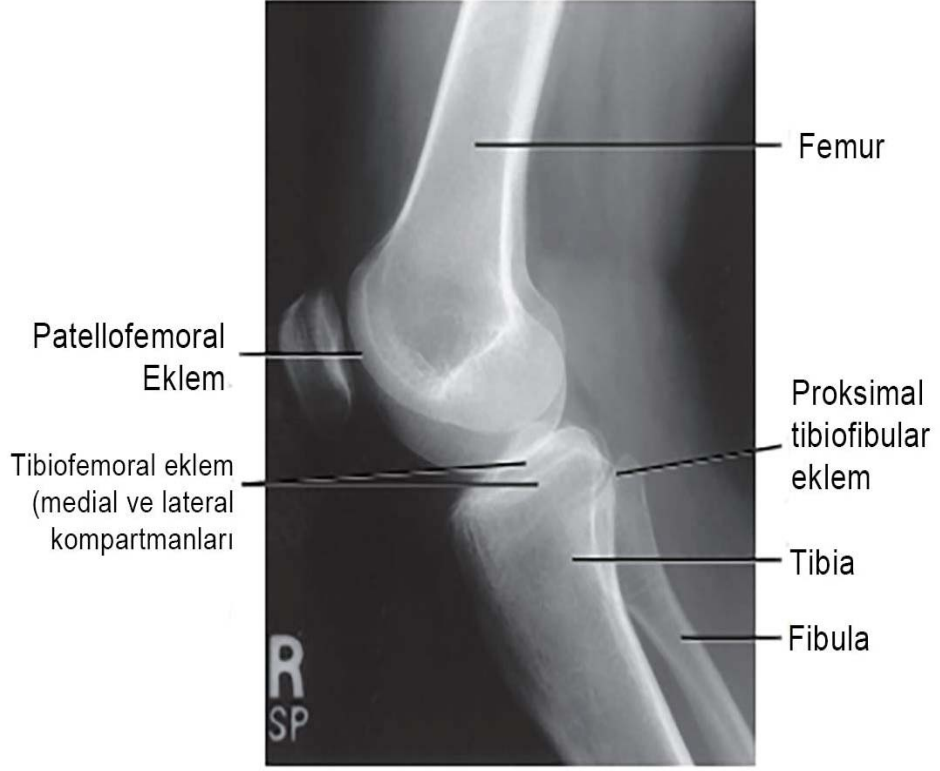
yoğunlaştığını gösterilmiştir. Bu sporcuların farklı spor dallarını deneyimleyen yaşlılarına göre yaralanma riskinin daha yüksek olduğu sonucuna varmış olmaları da buna kanıt niteliğindedir (Stephenson ve diğerleri, 2021). Ayrıca aşırı kullanıma bağlı yaralanma riskini azaltmak için büyümekte olan puberte dönemindeki sporcularda; antrenman sıklığı ve yoğunluğunun sınırlandırılarak kontrol edilmesi mantıklı görünmektedir. Buna karşın genç voleybol oyuncularını için doğru antrenman yükünün ne olduğunu belirlemeye yönelik bir çalışma yapılmamıştır ve bu yaş grubundaki sporcuların dizlik gibi koruyucu ekipman kullanımının etkinliği de kesin değildir (Reeser ve Bahr, 2011; Stephenson ve diğerleri, 2021).

Sporcuların, yaralanma riskini azaltmak için katılmaları tavsiye edilen egzersiz programlarından nasıl azami fayda sağlayabileceğini belirlemek amacıyla, ÖÇB yaralanmaları açısından risk altında olabilecek belirli sporcuları tespit etmek için çeşitli biyomekanik çalışmalar yapılmıştır (Redler ve diğerleri, 2016). 3 boyutlu hareket analizi, dikey sıçramalı iniş testiyle potansiyel riski saptamak için altın standart olarak belirlenmiştir ve 2 boyutlu video analizlerinin de dinamik diz valgusunu saptama konusunda 3 boyutlu hareket analizindeki sonuçlar ile ilişkili olduğu görülmüştür (Redler ve diğerleri, 2016), (Hewett ve diğerleri, 2005; McLean ve diğerleri, 2005).

2.5 Diz Biyomekaniği

Diz, patellofemoral eklemden ve tibiofemoral eklemin medial ve lateral kompartmanlarından meydana gelir. Dizi meydana getiren ögeler örnek Şekil 1’de gösterilmiştir. Diz eklemi hareketi iki düzlemde meydana gelir. Diz eklemi fleksiyon ve ekstansiyon ile birlikte internal ve eksternal rotasyona izin verir (Neumann, 2010). Fonksiyonel açıdan, bu hareketler bazen alt ekstremitedeki diğer eklemlerde meydana gelen hareketlerden bağımsız olarak gerçekleşebilir (Neumann, 2010).

Alt ekstremitte eklemleri arasındaki güçlü fonksiyonel ilişki, dizden geçen kasların yaklaşık %66’sının kalça ya da ayak bileğinden de geçmesiyle bağdaşmaktadır (Neumann, 2010).



Şekil 1. Diz kemiklerini ve ilişkili artikülasyonları gösteren radyografi (Neuman, 2010).

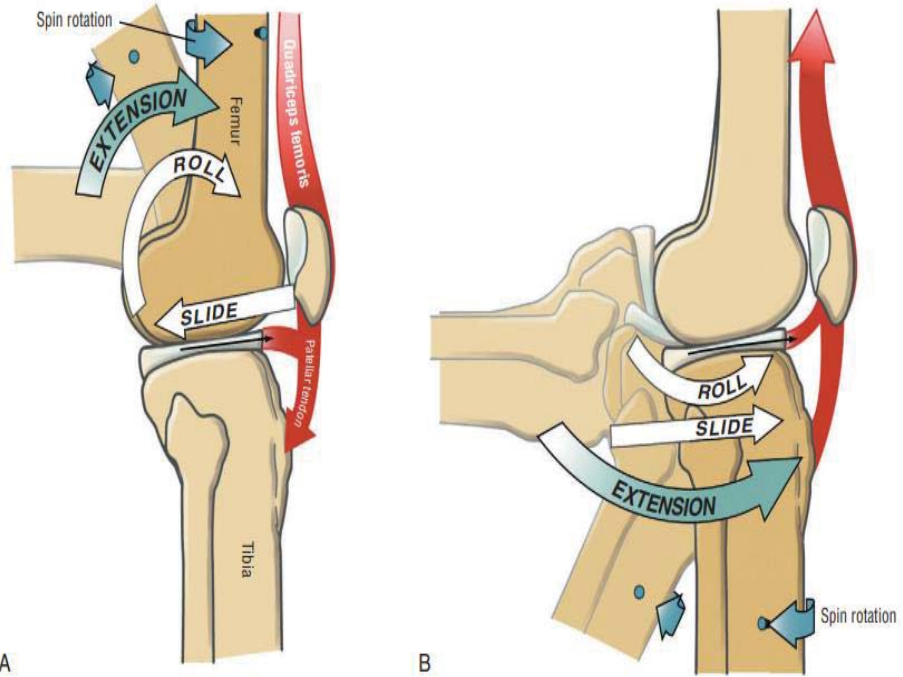
Diz, önemli biyomekanik fonksiyonlara sahiptir. Yürüme ve koşma sırasında bu fonksiyonlar açığa çıkar (Neumann, 2010). Yürümenin salınım fazı sırasında diz, alt ekstremitenin fonksiyonel uzunluğunu kısaltmak için fleksiyona gider; aksi takdirde ayak yerden kolayca kalkamaz. Duruş fazı sırasında ise diz hafifçe bükülü kalarak şok emilimine, enerjinin korunmasına ve kuvvetlerin iletilmesine olanak tanır. Koşu, dizin özellikle sagittal düzlemde yürümeye göre daha geniş bir eklem aralığında hareket etmesini gerektirir. Bunun yanında, yürüme veya koşma sırasında hızla yön değiştirmek dizin yeteri miktarda eksternal ve internal rotasyonunu gerektirir (Neumann, 2010).

Dizin stabilitesi, kemik konfigurasyonundan ziyade öncelikle yumuşak doku kısıtlamalarına dayanır. Büyük femoral kondiller, tibianın neredeyse düz olan proksimal eklem yüzeyleriyle eklemleşir ve bağlar, eklem kapsülü, menisküsler ve büyük kaslar tarafından stabilize edilir. Ayak yerle temas halindeyken, bu yumuşak dokular genellikle hem kaslardan hem de dış kaynaklardan gelen büyük kuvvetlerle karşılaşır. Bağ, menisküs ve eklem kıkırdağı yaralanmaları ne yazık ki dize yüklenen büyük fonksiyonel taleplerin yaygın sonuçlarıdır (Neumann, 2010).

2.5.1 Tibiofemoral eklem artrokinematığı.

2.5.1.1 Diz ekstansiyonu sırasında rölatif eklem kinematığı.

Kuadriseps kası tarafından, menisküslerin öne doğru çekildiği Şekil 2-A'da gösterilmiştir. Tibianın femur üzerindeki ekstansiyonu esnasında, tibianın eklem yüzeyi yuvarlanır ve femoral kondiller üzerinde öne doğru kayar. Diz ekstansiyonunun son 90°'si Şekil 2-A'da gösterilmiştir. Femurun tibia üzerindeki rölatif ekstansiyonu sırasında, derin çömelme pozisyonundan ayağa kalkarken olduğu gibi, femoral kondiller aynı anda tibianın eklem yüzeyi üzerinde anteriora yuvarlanır ve posteriora kayar (Şekil 2-B). Bu “dengeleyici” artrokinematikler, femurun tibia üzerindeki anterior translasyonunun büyüklüğünü sınırlar. Kuadriseps kası femur kondillerinin yuvarlanmasını yönlendirir ve kayan femurun neden olduğu horizontal translasyona karşı menisküsleri stabilize eder (Neumann, 2010).

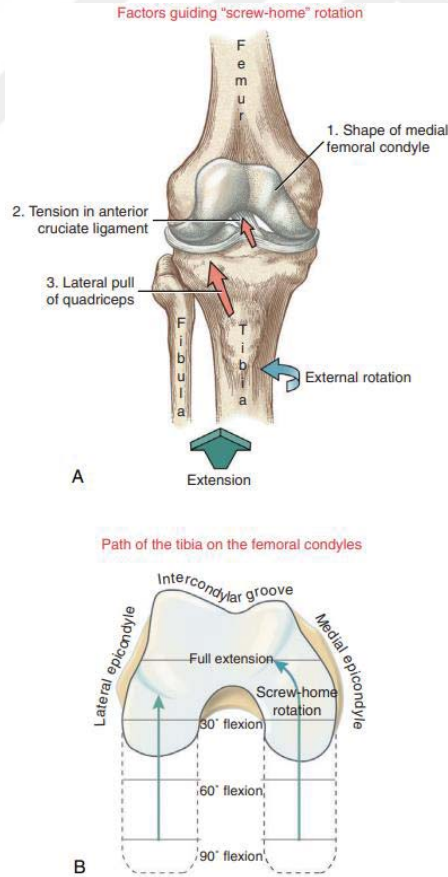


Şekil 2. Diz ekstansiyon kinematığı (Neuman D.A., 2010).

2.5.1.2 Dizde vida-yuva mekanizması. Diz eklemine tam ekstansiyonda kilitlemek, yaklaşık 10 derecelik eksternal rotasyon gerektirir (Ishii, Terajima, Terashima ve Koga, 1997). Bu rotasyonel kilitleme hareketi, dizin ekstansiyonunun son 30 derecesindeki gözlemlenebilir dönme hareketine dayanarak tarihsel olarak “vida-yuva” rotasyonu olarak adlandırılmıştır. Vida-yuva (dış) rotasyonu, fleksiyon ve

ekstansiyon kinematiğine mekanik olarak bağlı olduğu ve bağımsız olarak gerçekleştirilemeyeceği gerçeğini vurgulayarak konjonktürel rotasyon olarak tanımlanmıştır (Powers, 2000; Neumann, 2010).

Vida-yuva rotasyon mekanizması en az üç faktör tarafından yönlendirilir: medial femoral kondilin şekli (1), ÖÇB'deki pasif gerginlik (2) ve kuadriseps kasının hafif lateral çekim vektörü (3) (Şekil 3). Bu faktörler arasında en önemli olanı medial femoral kondilin şeklidir. Şekil 3-B'de gösterildiği gibi, medial femoral kondilin eklem yüzeyi interkondiler oluğa yaklaştıkça yaklaşık 30° laterale doğru eğim yapar. Medial kondilin eklem yüzeyi lateral kondilden daha anteriora kadar uzandığı için tibia, tibianın femur üzerinde ekstansiyon hareketi sırasında bu lateral eğimli yolu "takip etmek" zorundadır. Femurun tibia üzerindeki ekstansiyon sırasında ise femur tibia üzerinde mediale eğimli bir yolu takip eder. Her iki durumda da sonuç, tam ekstansiyon durumunda dizin eksternal rotasyona uğramasıdır (Neumann, 2010).



Şekil 3. Vida-yuva mekanizması (A: Etki eden faktörler, B: Femoral kondiller üzerinde tibianın izlediği yol) (Neuman D.A., 2010).

2.5.1.3 Dizin fleksiyonu sırasında rölatif eklem kinematığı. Diz fleksiyonunun gerçekleşebilmesi için vida yuva mekanizmasının ters bir şekilde gerçekleşmesi gerekir (Şekil 2). Tamamen ekstansiyondaki dizin kilidinin açılabilmesi için eklem hafifçe internal rotasyon yapması gerekir (Patel ve diğerleri, 2004; Neumann, 2010). Bu eylem, popliteus kası tarafından yönlendirilmektedir. Kas, femurun tibia üzerindeki fleksiyonunu başlatmak için femuru eksternal rotasyona doğru döndürebilir veya tibianın femur üzerindeki fleksiyonunu başlatmak için tibiayı internale doğru döndürebilir.

2.5.1.4 Dizin İnternal ve Eksternal Rotasyonu Sırasında Rölatif Eklem Kinematığı. Tibia ve femur arasındaki bağımsız aksiyal rotasyonu maksimize etmek için diz fleksiyonu gereklidir. Diz fleksiyon giderkenbüküldüğünde, iç ve dış rotasyonun artrokinematığı önce menisküsler ile tibia ve femurun eklem yüzeyleri arasında bir dönüşü içerir (Neumann, 2010). Femurun tibia üzerinde aksiyel rotasyonu, rotasyona giden femoral kondiller arasında sıkıştıkları için menisküslerin bir miktar deforme olmasına neden olur. Menisküsler, popliteus ve semimembranosus gibi aktif katkı sağlayan kaslardan gelen bağlantılarla stabilize edilir (Neumann, 2010).

2.5.2 Dizin Hatalı Hareket Paternleri.

2.5.2.1 Dinamik diz valgusu. ÖÇB yaralanmaları için çeşitli risk faktörler bulunmakla birlikte, geniş çapta kabul edilen risk faktörü, sıçrama sonrası sert iniş ve ani dönme hareketi esnasındaki dinamik diz valgusu (DDV)'nin yarattığı bağda yaşanan gerilmedir (Pfeifer ve diğerleri, 2018; Larwa, Stoy, Chafetz, Boniello ve Franklin, 2021; Krosshaug ve diğerleri, 2016). DDV bir alt ekstremite dizilim bozukluğudur ve potansiyel olarak ayak bileğinde eversiyon, tibiada anterior translasyon ve eksternal rotasyon, dizde abduksiyon, femurda adduksiyon ve internal rotasyona eşlik eden karşı taraf pelvisin düşmesini içeren bir kombinasyonla meydana gelmektedir (Hewett ve diğerleri, 2005; Wilczyński, Zorena ve Ślęzak, 2020). Ağırlık taşımayan şartlarda yapılan kadavra çalışmasında, iliotibial bant üstündeki yükün artmasıyla, anterior tibial translasyonun ve tibial valgus rotasyonunun arttığı sonucuna varılarak bu durumun DDV'nda etkisinin olabileceği kanıtlanmıştır (Wilczyński ve diğerleri, 2020; Gadikota ve diğerleri, 2013). Bu bilgiler doğrultusunda, DDV olan

kişilerin ÖÇB yaralanmasına karşı riskli grupta olduğu anlaşılmaktadır (Pfeifer ve diğerleri, 2018).

DDV varlığının tespit edilmesinde sıkça kullanılan yöntemlerden biri olan frontal plan projeksiyon açısı (FPPA) derecesi; dizin medialinden ölçülen femur ve tibia segmentleri arasında ölçülen açının, 360°'den çıkarılmasıyla hesaplanır. Açının 195° ve üzerinde olması patolojik olarak kabul edilir (Pişirici, P. 2020). FPPA açısı 10°'nin üstünde değerlere sahip kişilerde DDV'ye sahiptir (Richardson ve diğerleri, 2020) ve bu kişiler, ÖÇB yaralanmasına karşı risk altında kabul edilebilir (Richardson ve diğerleri, 2020; Ghanati ve diğerleri, 2022). DDV ile ilgili bir görsel Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Dinamik diz valgusu (Powers, 2010).

2.5.2.1.1 Dinamik diz valgusuna etki eden faktörler. Dinamik diz valgusu (DDV) üzerine etkili olan unsurlar değerlendirilirken, kalça, diz ve ayak bileği bölgelerini içerecek şekilde hareket analizi yapılması gereklidir. Bu analiz sırasında alt ekstremité hizalanması, cinsiyet farklılıkları, esneklikle ilişkili değişkenler, bireysel

anatomik özellikler ve özellikle kalça kaslarının eksantrik kuvvet üretme kapasiteleri dikkate alınmalıdır. DDV'yi etkileyen bu faktörlerin bir özeti Şekil 5'de sunulmaktadır.

Dinamik diz valgusuna etki eden faktörlerden alt ekstremité dizilim problemleri konusunda ise; artan kalça adduksiyonu, dinamik diz valgusuna en fazla katkı sağlayan etkenlerden biridir. Kalça adduksiyonu ve femoral internal rotasyondaki artış, dizin merkezinin ayağa göre mediale kaymasına yol açar. Bu yer değiştirme, dinamik diz valgusunu sınırlandıran medial kollateral bağ, medial patellofemoral bağ ve ÖÇB gibi yumuşak dokularda zorlanmalara neden olur. Ayrıca, yük taşıma sırasında dinamik Q açısını ve lateral patellar temas basıncını artırır (Pisirici ve Sakul, 2024).

Ana faktörler	Alt başlıklar
Proksimal kas kuvveti	Kalça ekstansör, eksternal rotator ve abduktör kaslarının kuvvet üretiminde azalma
Cinsiyet	Kadın olmak
Bireysel anatomik varyasyonlar	Femoral inklinasyon açısının değişmesi Femoral anteversiyon açısının değişmesi
Alt ekstremité dizilim problemleri	Kalça adduksiyon artışı Femoral internal rotasyon artışı Q açısı artışı Tibial internal rotasyon artışı Eksternal tibial torsiyon artışı Subtalar eklem pronasyonunda artış Medial longitudinal ark mobilitesinde artış Ayak dorsifleksiyon limitasyonu
Esneklik	Lateral retinakulum esnekliğinde azalma İliotibial bant esnekliğinde azalma Hamstring esnekliğinde azalma Gastrocnemius esnekliğinde azalma Kuadriseps esnekliğinde azalma
Postural stabilitede azalma	

Şekil 5. DDV'na etki eden faktörler.

Tensor fasciae latae ve gluteus maximus kaslarının bir uzantısı olan iliotal bant, diz eklemine frontal düzlemde stabilize etmeye yardımcı olur. Ancak tensor

fascia latae'daki gerginliğin artması tibial abdüksiyonu etkileyerek diz valgusuna neden olabilir (Winby, Lloyd, Besier ve Kirk, 2009; Wilczyński ve diğerleri, 2020). Bu bilgiye ek olarak ağırlık aktarılmayan şartlarda yapılan kadavra çalışmasında, iliotibial bant üstündeki yükün artmasıyla, anterior tibial translasyonun ve tibial valgus rotasyonunun arttığı sonucuna varılarak bu durumun DDV'nda etkisinin olabileceği kanıtlanmıştır (Wilczyński ve diğerleri, 2020; Gadikota ve diğerleri, 2013) Ağırlık aktarımı ile gerçekleştirilen kapalı kinetik hareketler sırasında artan femoral internal rotasyon ve kalça adduksiyonu, FPPA'yı artırır. Patellofemoral ağrı sendromu olan kadınlarda, ağırlık aktarımı sırasında femur, sabit patellanın altında internal rotasyon yapar ve bu durum patellanın laterale hareket etmesine neden olur (Pisirici ve Sakul, 2024).

Alt ekstremitenin normal hizalanması, patellayı laterale çeken kuvvetlere karşı duyarlı bir pozisyona sokar. Bunun nedeni, patella üzerine etki eden kuadriseps tendon ve patellar tendon kuvvetlerinin eşdoğrusal olmamasıdır. Bu doğrultuda, kuadriseps kasının kasılması, patella üzerinde lateral yönde bir kuvvet oluşturur. Q açısı ile bu lateral kuvvet arasında doğrudan bir ilişki bulunur. Q açısının artışı, lateral kuvvetin büyümesine ve dolayısıyla valgus oluşumuna yol açar. Femurun sabit patella altında internal rotasyonu, patellanın femura göre laterale kaymasına neden olur. Genu valgum, femoral anteversiyon, tibial tüberkülün laterale yer değiştirmesi, artan subtalar eklem pronasyonu ve artmış eksternal tibial torsiyon gibi faktörler de patellanın laterale kaymasının başlıca nedenlerindedir (Pisirici ve Sakul, 2024). Q açısı, tibianın femura göre hareketinden de etkilenebilir. Tibianın eksternal rotasyonu, tibial tüberkülü laterale kaydırarak Q açısının artmasına neden olur. Tibianın internal rotasyonu ise tibial tüberkülü mediale kaydırarak Q açısını küçültür. Normalde bu açı erkeklerde 10-14° ve kadınlarda 14,5-17° arasında değişir. Erkeklerde 15° üzeri, kadınlarda ise 20° üzeri olan değerler patolojik olarak kabul edilir (Pisirici ve Sakul, 2024).

Subtalar eklem pronasyonuna bağlı, artmış alt ekstremitte internal rotasyonu da DDV üzerine etkili olan faktörlerden biridir. Tibia rotasyonu ile subtalar eklem hareketi arasındaki ilişki, frontal düzlem ayak hareketini (kalkaneal eversiyon), transvers düzlem hareketi (talus ve alt ekstremitte internal rotasyonu) ile birleştiren, subtalar eklem eksen oryantasyonuyla açıklanabilir. Tibianın internal rotasyonuna, subtalar eklem pronasyonu, eksternal rotasyonuna ise subtalar eklem supinasyonu eşlik eder

(Pisirici ve Sakul, 2024). DDV üzerine etki eden bir diğ er faktör ise subtalar eklem pronasyonuna bağlı, artmış alt ekstremite internal rotasyonudur. Subtalar eklem hareketi ile tibianın rotasyonu arasındaki durum, frontal düzlem ayak hareketini (kalkaneal eversiyon), transvers düzlem hareketi (talus ve alt ekstremite internal rotasyonu) ile birleştiren, subtalar eklem eksen oryantasyonuyla açıklanabilir (Pisirici ve Sakul, 2024)

2.6 Sıçrama Sonrası İniş Fazı – Hatalı İniş

Voleybolun hareket paternlerinden olan blok sıçramasından inişte sporcularda farklılık gösterebilen kinetik ve kinematiklerden kaynaklı, ÖÇB yaralanmaları voleybolda da sık görülen yaralanmalardandır (Zahradnik ve diğ erleri, 2018). ÖÇB yaralanmaları çoğunlukla iniş fazındaki hatalar, dizin ani yön değişimi ve normalin dışında pozisyonlarda aşırı zorlanmasında kaynaklı meydana gelir. Sporcularda çeşitli risk faktörlerine sahip kişiler bu hareketler esnasında yüksek yaralanma riski taşır (Dischiavi ve diğ erleri, 2019). Yüksek yer reaksiyon kuvveti, hızlı yüklenme süresinin ve maç-antrenman sırasında tekrarlı gerçekleş en sıçrama ve iniş hareketlerinin kombine bir şekilde bulunması yaralanmalar için belirleyici olduğu düşünölmektedir (Zahradnik ve diğ erleri, 2015). Yapılan çalışmalar; tek bacakla iniş in, çift bacakla iniş hareketine kıyasla daha yüksek yer reaksiyon kuvveti açığ a çıkardığını ve ÖÇB yaralanma riskini artırdığını göstermiştir (Yeow, Lee ve Goh, 2011; Zahradnik ve diğ erleri, 2018). Ayrıca voleybol özelinde ÖÇB yaralanmalarının görülme sıklığı kadınlarda, erkeklerden daha fazla olduğu bildirilse de (Loës, Dahlstedt ve Thomée, 2000), erkeklerin daha büyük bir kısmı tek bacakla iniş hareketi sergilemektedir. Bu durum erkekler için ayrıca bir ÖÇB yaralanma ihtimali de doğ urmaktadır (Zahradnik ve diğ erleri, 2018).

Sıçramadan sonra iniş fazında, temas noktasına gelen büyük kuvvet, diğ er eklemlere de aktararak potansiyel olarak önemli alt ekstremite yaralanmaları riski taşır. Birbiriyle bağlantılı olan çeşitli biyomekanik faktörler, iniş yaralanmalarıyla ilişki içindedir (Mojaddarasil ve Sadigh, 2021). Yüksek yer reaksiyon kuvveti (Mojaddarasil ve Sadigh, 2021; Pappas, Hagins, Sheikhzadeh, Nordin ve Rose, 2007), azalmış kalça-diz fleksiyon yer değiştirmesi/açısı, yüksek diz valgus açısı/yer değiştirmesi ÖÇB riskini arttıran en yaygın iniş hatalarındandır (Mojaddarasil ve Sadigh, 2021). Başarılı bir iniş le kıyaslandığında; tibianın anterior translasyonu ve abdüksiyonu ya da anterior translasyonla birlikte eksternal rotasyonu gibi çeşitli

kombinasyonlarının ÖÇB’da gerginliğin artmasına neden olduğu tespit edilmiştir (Quatman ve diğerleri, 2011; Pfeifer, Beattie, Sacko ve Hand, 2018). Ayrıca Hewett ve arkadaşları, dikey sıçramalı iniş esnasında meydana gelen diz valgus momentinin ÖÇB yaralanmasında bir belirleyici olduğunu göstermiştir. İniş teması sırasında oluşan DDV’da ÖÇB gerilimini artırır (Hewett ve diğerleri, 2005). Prospektif çalışmalar, iniş sırasında artmış diz valgus açısı ve diz abdüksiyon momentinin kadın sporcularda temassız ÖÇB yaralanmalarının öngörücüsü olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmalar, dinamik diz valgusu ile iniş yapan sporcular için diz yaralanmasının önlenmesinin önemini ortaya koymuştur (Tamura ve diğerleri, 2017).

ÖÇB yaralanması geçiren sporcuların, yaralanma anının video analizi ve bu kişilerin ön taraması, yaralanmaya yatkınlık sağlayan biyomekanik farklılıkları anlamak için kritik öneme sahiptir (Larwa ve diğerleri, 2021). Hatalı biyomekaniyi anlamının yanında alt ekstremitte yaralanma risklerinin azaltılması ve atletik performansın artırılması için hedeflenen nöromüsküler antrenman programlarına da rehber olabilir (Larwa ve diğerleri, 2021).

2.7 Propriyosepsiyon

Vücudun kapsamlı motor kontrol sisteminin bir alt bileşeni olan sensorimotor sistem son derece karmaşıktır. Sensörimotor sistem terimi, bedensel hareketler sırasında fonksiyonel eklem stabilitesinin korunmasında rol oynayan duyuşal, motor ve merkezi entegrasyon ve işleme bileşenlerini tanımlamak için benimsenmiştir (Rieman ve Lephart, 2002) Vücutta çeşitli bölgelerin uzaydaki hareketinin ve pozisyonunun algısı propriyosepsiyon olarak tanımlanmaktadır (Suner-Keklik, Cobanoğlu-Seven, Kafa, Ugurlu ve Guzel, 2017). Eklem pozisyon hissi ise, genellikle propriyosepsiyonun performansını değerlendirmede temsil eder (Tsai, Y., Tsai, T., Chung, Hsiao ve Tu, 2024). Olası yaralanmaların önüne geçebilmenin gereksinimlerinden biri, sinir sisteminin tüm eklemlere etki eden kuvvetlerle ilgili anlık duyuşal bilgi edinmesi ve eklemi stabil hale getirmek için motor komutları sağlayarak eklemeye uygulanan kuvvete karşı koymaktan geçer (Bastian, 2006; Nagai, Schilaty, Strauss, Crowley ve Hewett, 2018).

Uygun biyomekanik, görsel, vestibüler ve somatosensoryel sistemlerden alınan yeterli ve uygun duyuşal bilgilerin entegrasyonunu gerektirir ve bu entegrasyon, etkili bir motor yanıt oluşturmak için temel teşkil eder. Her bir duyuşal modülün katkıları, bireysel faktörler, görevin özellikleri ve görevin gerçekleştirildiği çevresel koşullar

gibi sınırlamalar doğrultusunda içsel olarak düzenlenir ve etkilenir (Peterka, 2002; Wikstrom, Song, Pietrosimone, Blackburn ve Padua, 2017). Kas-iskelet sistemi motor yanıtları değiştirerek alt ekstremitte biyomekaniğinde bozulmalara yol açtığı görülmektedir. Örneğin, kronik ayak bileği instabilitesi olan bireyler, değişen görev sınırlamalarına duyuşal organizasyon stratejilerini adapte etme yeteneğinde azalma göstermektedir (McKeon, Booi, Branam, Johnson ve Mattacola, 2010; McKeon, Stein, Ingersoll ve Hertel, 2012; Wikstrom ve diğerleri, 2017). Ayrıca, bu bireyler, ağrısız kontrol grubuna kıyasla çeşitli postüral kontrol ve biyomekanik bozukluklar sergilemektedir (Hertel, 2008; Wikstrom ve diğerleri, 2017).

Yeterli nöromusküler yanıt alınmadığında, ÖÇB yırtığı gibi çeşitli alt ekstremitte yaralanmaları görülebilir (Nagai ve diğerleri, 2018). Yapılan çalışmalarda ÖÇB ameliyatı olan kişilerde; ameliyat sonrası propriyosepsiyonu iyileştirmede nöromusküler tedavi protokolüne ek olarak farklı dikkat odağı talimatlarının verilmesinin yararlı olduğu belirtilmiştir (Ghaderi ve diğerleri, 2021)

2.8 Yaralanma Önleyici Programlar

İlk temasın başladığı andan zirve diz fleksiyon açısına kadar olan faz, iniş fazı olarak tanımlanır. Hatalı iniş fazı sırasında vertikal ve posterior yer çekimi kuvvetlerinin; kalça eksternal rotasyonu ve abduksiyon momentlerini, diz fleksiyonu ve abduksiyon açılarını, kalça fleksiyonu ve ayak bileği dorsifleksiyonunu olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir (Ghanati ve ark. 2022). Sporcuların hatalı iniş paterni gerçekleştirmeleri yukarıda da bahsedildiği gibi ÖÇB yaralanmaları gibi bir takım kas iskelet sistemi yaralanmalarına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle sıçrama sonrası inişteki riskleri önleyici çalışmaların etkinliği güncel literatürde tartışılmaktadır (Dalvandpour ve diğerleri, 2023).

ÖÇB yaralanmalarının önlenmesi, sporda önemli bir gereklilik olarak karşımıza çıkmakta ve bu bağlamda nöromusküler antrenmanlar etkili bir çözüm sunmaktadır. Nöromusküler antrenmanlar, nöromusküler kontrol ve biyomekanik performansı geliştirerek, ÖÇB yaralanma riskini azaltmada umut vadeden bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Pangestuputra, 2024). Literatür, bu tür antrenman programlarının yaralanma riskini %65 oranında azaltabileceğini göstermektedir (Krosshaug ve diğerleri, 2016; Mancino ve diğerleri, 2024). Denge, kuvvet, pliometri, stabilite, çeviklik ve dayanıklılık gibi farklı egzersiz türlerini içeren bu programlar, kas

kuvvetini, eklem stabilitesini, hareket mekaniklerini ve nöromüsküler koordinasyonu iyileştirmeyi hedeflemektedir (Huang YL, 2020; Boden ve diğerleri, 2022).

Kadın sporculara yönelik çalışmalar, nöromüsküler ve propriyoseptif antrenman protokollerinin, sıçrama sonrası iniş sırasında dizin riskli pozisyonlardan kaçınmayı öğretmesi sayesinde yaralanma riskini 1,83 kat azaltabileceğini göstermiştir (Brophy ve diğerleri, 2010; Ramirez ve diğerleri, 2014; Petushek ve diğerleri, 2019). Ayrıca, bu antrenmanlar denge egzersizleri ve iniş teknikleri gibi yöntemlerle kas aktivasyonunu optimize ederek sporcuların biyomekanik eksikliklerini gidermeye yardımcı olmaktadır (Arundale ve diğerleri, 2022; Huang YL, 2020). Bu kapsamlı etkiler, nöromüsküler antrenmanların hem önleyici hem de rehabilitatif süreçlerde daha yaygın bir şekilde uygulanmasını gerekli kılmaktadır (Pangestuputra, 2024).

Yaralanma önleme programlarının; birçok komponenti bir arada bulundurmasının daha başarılı olduğu (Brunner ve diğerleri, 2019) ve tek bileşenli bir egzersiz olarak denge veya germe, diz bağ yaralanmalarını ya da alt ekstremitte yaralanmalarının görülme sıklığını azaltmada başarılı olamadığı görülmüştür (Brunner ve diğerleri, 2019; Hübscher ve diğerleri, 2010; Sugimoto, Myer, Foss ve Hewett, 2015; Lauersen, Bertelsen ve Andersen, 2014). Yapılan çalışmalarda; kuvvet ve propriyosepsiyon antrenmanlarının yaralanma riskini azaltmakta etkili olduğu sonucuna varılmaktadır (Lauersen, Andersen, T. E. ve Andersen, L. B., 2018; Lauersen ve diğerleri, 2014; Stephenson, Kocan, Vinod, Kluczynski ve Bisson, 2021). Sonuçların birbiriyle örtüştüğü farklı sistematik incelemelere ve çalışmalara göre, ısınma protokollerinin ve esneme hareketlerinin veya önleyici videoların yaralanmayı önlemede etkinliğine dair çok az sayıda kanıt bulunmuştur (Aaltonen, Karjalainen, Heinonen, Parkkari ve Kujala, 2007; Fradkin, Gabbe ve Cameron, 2006; Leppänen, Aaltonen, Parkkari, Heinonen ve Kujala, 2014; Stephenson ve diğerleri, 2021). Voleybola özgü olarak yaralanma önleyici stratejilerde açık-kapalı kinetik zincirde direnç programlarının, spor spesifik pliometrik egzersizlerin ve denetimli-kişiselleştirilmiş direnç eğitimlerinin, diz ve ayak bileği yaralanmalarının önlenmesinde iyi derecede etkiye sahip olduğu görülmüştür (Kilic ve diğerleri, 2017; Augustsson ve diğerleri, 2011; Cumps ve diğerleri, 2008); Verhagen, Tulder, Beek, Bouter ve Mechelen, 2005).

Voleybolun anaerobik bir spor olmasından dolayı, oyuncuların iyi bir kardiyovasküler kondisyon seviyesine sahip olmaları, puan aralarında ve maç sonrasında toparlanma kapasitesini olumlu etkileyebileceği belirtilmiştir. Bunun yanında yeterli dinlenme süresinin sporcunun kendisine sağlamasının öneminden ve yeterli dinlenme süresi bulamayan sporcular için aşırı kullanıma bağlı yaralanmalara maruz kalma riskini artacağı, Uluslararası Voleybol Federasyonu (FIVB) sağlık kurulunun, FIVB internet sitesinde de paylaştığı “Yaygın Voleybol Yaralanmalarının Önlenmesi ve Tedavi Prensipleri” isimli yayınında yaralanma önleme ilkelerinde bahsedilmiştir. Bunun yanında sporcular yıl içinde sürekli antrenman yaparlar ancak, periodizasyon olarak bilinen, antrenman yoğunluğunu ve programını değiştirerek sezon içinde rekabetin olduğu dönemde maksimum formunu korurlar. Bunun yaralanma riskini azalttığı yönünde kanıtlar bulunmaktadır (Reeser ve Bahr, 2011). Bir başka voleybola özgü yaralanma önleyici program ise VolleyVeilig'dir. VolleyVeilig, voleybol oyuncularında çeşitli yaralanmalarını önlemek veya azaltmak amacıyla geliştirilmiş, ısınma egzersizlerini içeren progresif bir programdır. Program, antrenör rehberliğinde uygulanır. Program, maç ya da antrenman öncesinde ve haftada en az 2 kere uygulanması gereken 50'den fazla egzersizi içerir. Uygulama, her biri 5-6 hafta süren 6 aşamadan oluşmaktadır ve tipik bir voleybol sezonuna göre düzenlenmiştir. Bir seans yaklaşık 15 dakika sürmektedir ve dört ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar; kardiyovasküler ısınma, kor stabilite egzersizleri, diz yaralanmalarını önlemeye yönelik egzersizler ve omuz yaralanmalarını önlemeye yönelik egzersizler şeklindedir (Gouttebauge, Zwerver ve Verhagen, 2017). Voleybol'a özgü olarak geliştirilmesi planlanan “VolleyVeilig” programının genç voleybolculardaki etkisine bakılan çalışmalarda akut ve üst ekstremitte yaralanma oranlarının azalması ve daha düşük yaralanma yükü ve şiddeti ile ilişkili olduğunu tespit edilmiştir. Alt ekstremitte yaralanmalarını önlemedeki etkinliği halen araştırılmaktadır (Verhagen ve diğerleri, 2023).

Literatürde yer alan yaralanma önleyici nöromusküler antrenman programlarının kısa vadede etkili sonuçlar sağladığı, ancak uzun vadede aynı etkinliği sürdüremediği belirtilmektedir. Bu durumun temel nedenlerinden biri, programlar sırasında kazanılan motor becerilerin, özellikle uygun iniş pozisyonlarında vurgulanan kalça, diz ve ayak bileği hizasının doğru şekilde korunması gibi, sürekliliğinin sağlanması ve farklı durumlara transfer edilmesindeki güçlükler olabileceği belirtilmektedir (Benjaminse ve diğerleri, 2015). Bu nedenle, yaralanma önleyici

nöromüsküler antrenman programlarına motor becerilerin eklenmesi, uzun vadede devamlılığını artıracak yöntemlerin geliştirilmesi, bu tür programların başarısı açısından kritik bir öneme sahiptir.

2.9 Motor Öğrenme

Motor becerilerin olabildiğince kalıcı olarak edinilmesine motor öğrenme denilmektedir (Schmidt ve Wrisberg, 2004). Motor becerilerin görece kalıcı edinimi olarak bilinen motor öğrenme esnasında; kazanımların karmaşıklığı ve türü farklılık göstermekle birlikte, öğrenme sürecinde ise benzerlik görülmektedir (Benjaminse ve diğerleri, 2015). Fitts, öğrenmenin 3 aşamasını; bilişsel, çağrışımsal ve otonom olarak önermiştir (Fitts, 1967). Çok tekrarlı pratikten sonra öğrenen kişi, istenen hareketi akıcı, tutarlı ve çok az dikkat gerektirecek şekilde yapar (Bere ve diğerleri, 2015; Benjaminse ve diğerleri, 2015).

Spor, çoğunlukla hareketi gözlemleyerek bilgi kazanımı yeteğinin artırılmasına katkı sunan deneyimsel ortamlardır. Bu koşullar ışığında spor, koordinasyon ve hassasiyet kazanımına da fayda sağlar. Antrenmanlar ve tekrar, başlangıçta belirsiz olan hareketin zamanla daha akıcı olmasını sağlar ve istenilen hedefe ulaşılır (Di Palma ve Tafuri, 2016).

2.9.1 Motor öğrenme evreleri. Motor öğrenmenin evreleri Fitts'e göre; kaba hareketten, hassas ve otomasyonun sağlanarak devam ettiği sürece doğru geçiş üç aşamalı şekilde gerçekleşir (Fitts, 1964).

2.9.1.1 Bilişsel (birinci) aşama. Bilişsel aşamada, hareket ile ilgili temel unsurlar öğrenilir ve koordine edilir. Bu aşamada hareketi yeni deneyimlemeye başlayan kişiler yeni hareketin amacını ve nasıl yapılacağını anlamlandırmaya çalışırlar. Bu safhada hareket ile ilgili kuralları kişiler bilinçli uygularlar ve yardımcı olması açısından internal dikkat odağı talimatlarını sözel olarak kullanırlar. Hareketler için yüksek enerji harcanır, bunun yanında performans düşük seviyededir (D'Angelo ve Rosa, 2020).

2.9.1.2 Çağrışımsal (ikinci) aşama. Bu aşamada ise hareket daha çok hedef odaklı ve kontrollü duruma gelir. Kişi hareketleri ilişkilendirmeye başlar ve yaptığı hareketler kontrol edilebilir duruma gelir.

2.9.1.3 Otomasyon (üçüncü) aşaması. Son aşamada ise maç gibi karmaşık şartlarda motor dizilerinin otomatikleşmesini geliştirir. Bu aşamada yoğun pratikle yeterli kademelere gelinebilir. Pratik ve çoklu tekrar hareketlerde otomatikliği sağlar. Böylece performansta iyileşme görülür ve kişinin dikkatini dağıtan unsurlara tamamen olmasa da duyarsız hale gelir. Bu son aşama aslında iki kademeli bir süreçten geçer. İlk aşamada, mevcut bağlantılar “maskelenir” ve güçlü hale getirilmekte, son kademedede ise yeni bağlantılar oluşturulmaktadır (Roberta, Belfiore ve Liparoti, 2020).

Nörobilişsel görevlerin, yaralanma önleme çalışmalarında yer alması gerektiği bildirilmektedir (Piskin, Benjaminse, Dimitrakis, ve Gokeler, 2022; Wilk, Thomas, Arrigo ve Davies 2023). Sporcuların, oyun esnasında komplike motor programları aynı anda sürdürmesi gerekliliği de bu entegrasyon ihtiyacının önemini desteklemektedir (Kuo, Louie ve Mote, 1983). Motor becerilerin yeniden öğrenimi esnasında kişilere hareketin doğru tekniklerini içeren direktifler verilir. Bu direktiflerde; hareketteki koordinasyona, hareketin şekline ve zamanlamasına dikkat edilir (Gokeler, Neuhaus, Benjaminse, Grooms ve Baumeister, 2019).

Motor öğrenme süreçlerini destekleyen önemli unsurlar arasında talimatlar ve tamamlayıcı geri bildirimler bulunmaktadır (Gokeler ve diğerleri, 2019; Wulf ve diğerleri, 2012). Güncel literatürde motor öğrenme prensipleri arasında; dikkat odağı talimatları, farklılaştırılmış öğrenme, öz denetimli öğrenme ve örtük öğrenme yer almaktadır.

2.9.2 Dikkat odağı talimatları. Motor öğrenme prensipleri kapsamında, hareket sırasında yönlendirilen dikkat türleri bulunmaktadır. Bu türler, içsel dikkat odağı (İDO) ve dışsal dikkat odağı (EDO) olarak adlandırılmaktadır (Wulf, 2013). İnternal dikkat odağı, talimatların vücut üzerinde yoğunlaşmasıyla (örneğin: iniş esnasında ayaklarınızı omuz genişliğinde tutu.) bağdaşık talimatlardır (Myer ve diğerleri, 2006; Pollard ve diğerleri, 2006). Eksternal dikkat odağında ise hareketin sonucunda ortaya çıkan duruma odaklanılarak (örneğin: inişte bir kutuya oturduğunuzu hayal edin.) talimatlar verilir Benjaminse ve diğerleri, 2015; Wulf, Höß ve Prinz, 1998.)

2.9.2.1 İnternal dikkat odağı. Tedaviler veya eğitimler esnasında sporcuya verilen talimatlar ya da geri bildirimler genellikle vücudun nasıl hareket ettiği ile ilgilidir (örneğin, “Dizlerinizi ayak parmaklarınızın üzerinde tutun”, “Dizlerinizi

bükerek yere inin” veya “Ayaklarınızı omuz genişliğinde açarak yere inin”) (Myer, Ford, McLean ve Hewett, 2006; Pollard, Sigward, Ota, Langford ve Powers, 2006). Motor öğrenme stratejilerinde bu direktiflerin verildiği metoda internal dikkat odağı olarak adlandırılır (Benjaminse ve diğerleri, 2015).

2.9.2.2 Eksternal dikkat odağı. İnternal dikkat odağının tam aksine, harekete odaklanacak şekilde ve sporcunun yaptığı hareketteki nihai etkilerine odaklandırmayı hedefleyen komutlar ise eksternal dikkat odağı şeklinde adlandırılır. Örneğin, “İnerken bir sandalyeye oturduğunuzu hayal edin” direktifinde olduğu gibi (Benjaminse ve diğerleri, 2015; Wulf, Höß ve Prinz, 1998). Uygulayıcı için pratikte çok kolay değişiklik yapabileceği bu direktiflerin ya da geri bildirimlerin, motor öğrenme ya da motor performans üstünde büyük etkiler doğurabilir (Benjaminse ve diğerleri, 2015).

2.9.2.3 Dikkat odağı talimatlarının etkinliği. Motor öğrenme konusunda yapılan çalışmalara bakıldığında, dışsal dikkat odağı talimatlarını içeren çalışmalarda yararlı etkiler gözlemlenmiştir. Eksternal dikkat odağının kimilerine göre bir avantajı da yapılan harekette otomatikleşmeyi kolaylaştırarak, öğrenme sürecinde zaman kazanımı ve kolaylık sağlar (Wulf ve diğerleri, 2010; Wulf, 2013). Sporcuların her antrenman sürecinde içsel ya da dışsal, aynı performansa odaklanması, sporcuda motivasyon eksikliği ile sonuçlanabilir (Benjaminse ve diğerleri, 2015). Ayrıca içsel dikkat odağı sporcunun yapacağı hareket esnasında hareketin bilinçli kontrolüne sebebiyet vererek, motor kontrol mekanizmasına etki ederek hareketin koordine edilmesinde sıkıntılara yol açabilir. Bu da spor esnasında edinilen becerilerin sahaya aktarımına engel olabilmektedir (Benjaminse ve diğerleri, 2015; McNevin, Wulf ve Carlson, 2000; Hardy, Mullen ve Martin, 2001). Güncel literatüre bakıldığında, dışsal dikkat odağı talimatlarının performans spesifik direktiflerin yerine getirilmesinde güçlü bir destek sağladığı ve optimize eden bir tarafı olduğu da gözlemlenmiştir (Wulf, 2013; Ericksen, Thomas, Gribble, Doebel ve Pietrosimone, 2015).

Dışsal dikkat odağının literatürdeki büyük üstünlüğüne karşın, birçok profesyonel çoğunlukla halen içsel dikkat odağı talimatlarını içeren yönlendirmeler yapmaktadır (Diekfuss ve Raisbeck, 2016; Porter, Wu ve Partridge, 2010). Bu durumun bir nedeni olarak dışsal dikkat odağının halen yeni bir yöntem olmasından kaynaklı, alışıl gelmiş yöntemlere devam edilmesi gösterilmektedir (Wulf, 2016). Bu

durumun açıklanmasındaki bir diğer bakış açısı ise; içsel ve dışsal odaklanma ile alakalı çalışmaların adil bir şekilde değerlendirilmemiş ya da yeterince iyi izah edilememiş olmasıdır (Collins, Carson ve Toner, 2016; Webster ve diğerleri, 2018; Herrebrøden, 2023). Dışsal dikkat odağı çalışmalarının başarısının yanında, içsel dikkat odağı talimatlı eğitimler bazı spor dallarında motor öğrenmede daha iyi sonuçlar ortaya koymuştur. Sporcuların propriyosepsiyonunun ya da vücut şeklinin önemli olduğu ve buna yönelik branşlarda içsel dikkat odağının katkısı daha fazla görülmektedir (Herrebrøden, 2023; Chua, Jimenez-Diaz, Lewthwaite, Kim ve Wulf, 2021). Bu başarısının yanında, kas aktivitesi ve hareketin keskinliği gibi branşa özgü başarıya katkı sağlayabilecek konularda da internal dikkat odağı, dışsal dikkat odağına üstün gelmiştir.

Birbirlerine üstünlükleri günümüzde de halen tartışma konusu olan bu iki odak türünü aynı anda uygulanabileceğini destekleyen yayınlar da mevcuttur (Gottwald, Owen, Lawrence ve McNevin, 2020). Literatürde birbirlerine üstünlüklerinin halen tartışıldığı göz önünde bulundurulduğunda, bu birleşik eğitim stratejisi hakkında çalışmaların yapılması gereklidir.

2.10 Geri Bildirim

Vücudun, ortamlarla ilişkili hareketinin sebep olduğu duyuşal afferent bilgi, geri bildirim olarak tanımlanır (Schmidt, Lee, Winstein, Wulf ve Zelaznik, 2018). Görev sırasında veya sonrasında katılımcıya sunulan duyuşal bilgiler olarak da tanımlanan geri bildirim, yapılan eylemle veya eylemin sonucuyla ilgili bilgileri kapsar (Weinstein CJ., 1991).

Çeşitli geri bildirim tekniklerini uygulayan klinisyen ya da eğitim veren kişi bu tekniklerde kullanılacak egzersizleri daha çok çeşitlendirerek önleyici egzersizler anlamında spora özgü olarak uygulayabilir. Bu spesifikleştirme, sporcunun aldığı geri bildirim tekniği ile düzeltilmesi ya da iyileştirilmesi beklenen konunun oyun içine adaptasyonunu artıracaktır (Benjaminse ve diğerleri, 2015; Dempsey, Elliott, Munro, Steele ve Lloyd, 2012). ÖÇB yaralanmalarını önleme stratejilerinde, nöromüsküler protokollerin kullanılmasının başarılı sonuçlar sağladığı da bilinmektedir (Huang, Jung, Mulligan, Oh ve Norcross, 2019; Boden ve Sheehan, 2022). Geri bildirim içeren müdahalelerin, optimum biyomekanik hareket modellerini öğretme konusunda geri

bildirim içermeyen müdahalelere kıyasla ön çapraz bağ yaralanma riskini daha fazla azalttığı görülmektedir (Ericksen ve diğerleri, 2018; Hewett ve diğerler, 25 2006).

Araştırmacılar geri bildirimlerin farklı türlerini bildirmişlerdir. Bunlar, uzman geri bildirim, öz analiz geri bildirim ya da her ikisinin sağlandığı kombine geri bildirimlerdir (Onate ve diğerleri, 2005; Herman ve diğerleri, 2009). Uzman geri bildirimler; sözlü talimat (Prapavessis ve diğerleri, 2003), sözlü düzeltme (Cronin JB ve diğerleri, 2008) ya da görsel yolla (Cronin JB ve diğerleri, 2008) sağlanan uzman geri bildiriminden oluşabilir. Öz analiz geri bildirimleri ise; video kaset düzeltmesi (Onate ve diğerleri, 2005) veya önceki denemelerden kendi kendini düzeltmeleri (Prapavessis ve diğerleri, 2003) içerir (Onate ve diğerleri, 2005; Herman ve diğerleri, 2009).

2.10.1 Video geri bildirim. Gözlemlemek, motor beceri öğrenimini geliştirmek adına efektif bir yöntemdir (Benjaminse ve diğerleri, 2015). Video geri bildirim ile verilen verileri gözlemleyip vücut hareketlerinin kopyalanması ile taklit ortaya çıkmaktadır (Brass ve Heyes, 2005). Bu kopyalama durumu, ayna nöronların aktivasyonunu sağlayabilir ve otomatikman motor programa eşleyebilir (Buccino, Binkofski ve Riggio, 2004; Iacoboni, 2005; Molenberghs, Cunnington ve Mattingley, 2009). Video geri bildirim kullanımı, atlama sonrası iniş hareketleri sırasında alt ekstremite dinamiklerine katkıda bulunarak fayda sağlar (Benjaminse ve diğerleri, 2015; Onate ve diğerleri, 2005; Parsons ve Alexander, 2012). Video analizleri ile anlık yönlendirmeler yapmak, sporcuların diz fleksiyon açılarını geliştirmelerine olumlu katkı sağlar ve böylece ÖÇB yaralanmalarının önlenmesine yardımcı olur (Ericksen, Pietrosimone, Gribble ve Thomas, 2018; Nyman ve Armstrong, 2015). Video geri bildirim esnasında, çoğunlukla akıllı tabletler, cep telefonları ve yüksek çözünürlüğe sahip kameralar tercih edilmektedir (Etnoyer ve diğerleri, 2013; Onate ve diğerleri, 2005; Parsons ve diğerleri, 2012).

Bölüm 3

Materyal Metod

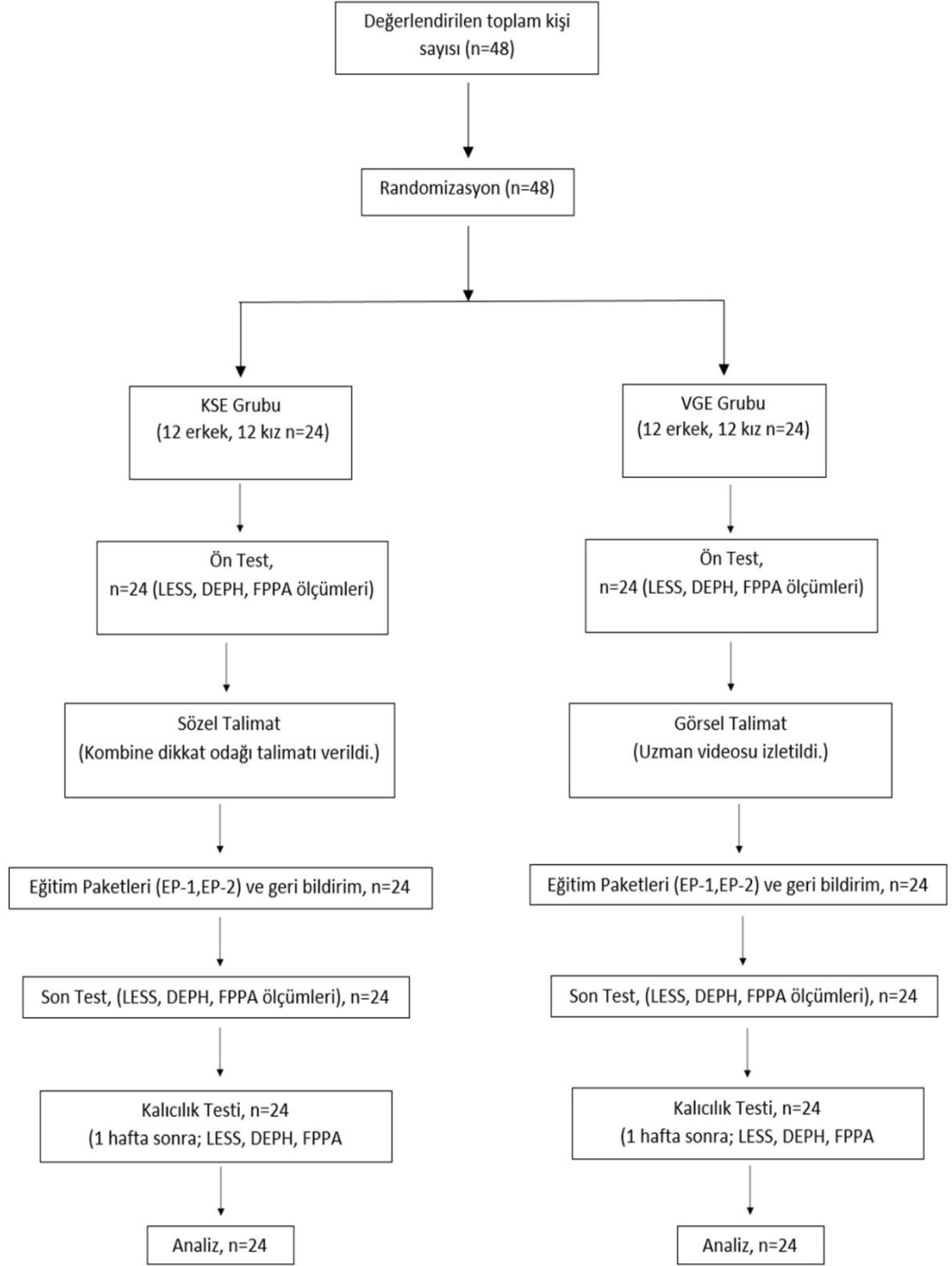
3.1 Çalışma Tasarımı ve Dizaynı

Bu çalışma; randomize, tek kör, prospektif dizayna sahiptir. Çalışmamız yarı profesyonel voleybolcularda farklı dikkat odağı talimatlarının, sıçrama sonrası iniş tekniği ve eklem pozisyon hissi üzerinde etkisini cinsiyete özgü olarak karşılaştırılması amacıyla yapıldı. Katılımcıların değerlendirmeleri, 5 Kasım 2024- 28 Kasım 2024 tarihleri arasında İzmir İl'inde bulunan Smyrna Voleybol Kulübü'nde tamamlandı. Çalışmaya ikinci ligde voleybol oynayan 48 voleybol oyuncusu dahil edildi.

Çalışmamız tüm yönleriyle Helsinki Bildirgesine uygun şekilde yürütüldü. Çalışmaya katılan tüm sporcular, çalışmanın amacı ve yapılacak testler hakkında bilgilendirildi. Tüm katılımcılara, bilgilendirilmiş aydınlatılmış onam formunu okuyabilmeleri için gerekli zaman verildi (EK 1). Bireylerden toplanan verilerin kayıtları, yazılı onam alındıktan sonra gizlilik esasına dayanarak kaydedilip kullanıldı. Çalışmamızın etik kurul başvurusu, Bahçeşehir Üniversitesi, Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 31.10.2024 tarihli 2024/09 sayılı toplantısında incelenmiş olup, Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği'ne aykırılık içermediği anlaşılacak, etik onayı E-85646034-604.01-93533 sayı numarası ile alındı (EK 2).

Randomizasyon cinsiyet spesifik yapıldı. Kadın katılımcılar, iki grup isminin de yazılı olduğu kağıtlarla dolu bez torbadan bir kâğıt çekmeleri istenerek, kombine dikkat odağı talimatlı sözel eğitim grubuna (KSE) ve video talimatlı görsel eğitim grubuna (VGE) randomize edildi. Erkek katılımcılar için de aynı özelliklere sahip farklı bir bez torba ile randomizasyon işlemi gerçekleştirildi.

Çalışmamızdaki test sonuçlarının değerlendirilmesi, katılımcıların gruplarına kör ve deneyimli bir fizyoterapist tarafından yapıldı. Katılımcıların tamamına eğitim verilmeden önce, hemen sonrasında ve bir hafta sonrasında takip testleri yapıldı.



Şekil 6. Consort çalışma akış diyagramı.

3.2 Çalışmaya Dahil Etme ve Dışlama Kriterleri

3.2.1 Dahil edilme kriterleri. Çalışmamıza dahil edilme kriterleri aşağıdaki gibidir;

- 18-24 yaş aralığında olmak
- İkinci lig voleybol oyuncusu olmak
- Gönüllülerin çalışmaya katılım tarihinden önceki son 6 ay içerisinde gövde ve alt ekstremitte yaralanması yaşamamış olmak
- Tek bacak üzerinde çömelme testi sırasında 10°'den büyük frontal plan projeksiyon açısına sahip olmak (Richardson ve diğerleri, 2020)

3.2.2 Dışlanma kriterleri. Çalışmamızın dışlanma kriterleri aşağıdaki gibidir;

- Çalışmaya tarihinden önceki son 6 ay içerisinde gövde ve alt ekstremitte yaralanması yaşamış olmak
- Alt ekstremitte kırık veya dislokasyon öyküsü olmak
- Geçmiş yıllarda bel ağrısı şikâyeti yaşamış olmak
- Kas iskelet sistemi anomalisine sahip olmak
- Fonksiyonel görevleri yapamıyor olmak (görsel, işitsel, vestibular veya nörolojik bozukluk) (Gahanati ve diğerleri, 2022)
- Hamile olmak
- Malignite ve metabolik hastalıklara sahip olmak

3.3 Örneklem Büyüklüğü Belirleme

Araştırma KSE (n=24) ve VGE (n=24) olmak üzere toplam 48 katılımcı ile tamamlanmıştır. Çalışma sonrasında yapılan post-hoc güç analizine göre; toplam 48 örneklem sayısı için, %5 hata payı ve belirlenen etki büyüklüğü (η^2 : 0.28, $f \approx 0.623$) ile çalışmanın gücü % 99,9 olarak hesaplanmıştır.

3.4 Değerlendirmeler

Tüm değerlendirmeler, katılımcıların gruplarına kör bir fizyoterapist tarafından aynı gün içinde eğitim öncesinde ve sonrasında ölçülerek tamamlandı. Kalıcılık testi ise aynı fizyoterapist tarafından yedi gün sonra tekrarlandı.

3.4.1 Demografik veriler. Katılımcılardan, çalışmaya başlamadan önce demografik bilgiler formunu doldurulmalar istendi. Formda katılımcının; ismi, soy ismi, yaşı, boyu, kilosu, dominant ekstremitesi, dinamik diz valgus açısı, var ise yaşanmış

ameliyat ya da travma öyküsü, kırık öyküsü, bel ağrısı şikâyeti varlığı bilgileri alındı (EK-3).

3.4.2 Dinamik diz valgusunun değerlendirilmesi. Dinamik diz valgusu (DDV) varlığı, frontal plan projeksiyon açısı (FPPA) ile değerlendirilir. FPPA, dinamik aktiviteler esnasında dizdeki valgus varlığını saptamak için geliştirilmiş iki boyutlu bir klinik değerlendirmedir ve dinamik görevler sırasında diz valgusunu belirlemek için geliştirilmiş iki boyutlu (2D) bir klinik ölçümdür (Straub ve Powers, 2022).

İnsan hareketinin 2D video analizi ile değerlendirilmesi, üç boyutlu analiz imkanının bulunmadığı durumlarda dinamik hareket görevlerini değerlendirmek için geçerli ve güvenilir bir seçenektir (Munro ve diğerleri 2012). 2D veri analizi ile elde edilen bu güvenilirlik sonuçlarıyla, klinisyenlerin bu tekniği diz eklemine değerlendirmek ve müdahale sonrası değişiklikleri izlemek için güvenle kullanabileceğini de belirtilmiştir (Munro ve diğerleri, 2012). Spark motion uygulaması da 2D bir hareket analizi yöntemidir ve FPPA ölçümünün geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır ve güvenilir bulunmuştur (Ramirez, Negrete, Hanney ve Kolber, 2018).

FPPA ölçüm protokolü, Pişirici ve ark.'larının çalışmasından adapte edilmiştir (Pişirici ve Şakul, 2024). Tek bacak üzerine çömelme testi (TBÜÇT) sırasında Spark Motion Pro™ mobil hareket analiz sistemi ile analiz yapıldı. Apple App Store'dan iPadOS 17 yazılımındaki iPad Air'e Spark Motion Pro™ uygulaması indirildi. iPad Air; 10.9 inç, 2360 x 1640 çözünürlükte IPS LED panel bir ekrana sahiptir ve görüntü kaydı alırken 4K ve 1080p HD görüntü kalitelerinde saniyede 60 kare sunar. TBÜÇT görevi öncesinde, vücutlarını dik tutmaları ve TBÜÇT sırasında avantaj sağlamamak adına kollarını önde vücutlarına yapışık ve çarpaz tutmaları gerektiği söylendi. Katılımcılara TBÜÇT yaptıkları esnada hiçbir şekilde bir postürlerini düzeltmeleri yönünde destek sağlanmadı. TBÜÇT yapılan bacağın ölçümünü engellememesi konusunda dikkat edilerek, test yapılmayan taraf ekstremiteyi maksimum ekstansiyonda öne doğru uzatmaları katılımcılara iletildi. TBÜÇT ayakkabı ve çorap olmadan, çıplak ayak ile ölçümlendi. Sporculardan herhangi bir yerden destek almadan ve denge problemi yaşamadan yapabildiği en derin çömelme istendi. Açık ölçümü bu şartların sağlandığı maksimum çömelme esnasında alındı.

Çömelmenin hızını standardize etmek için FPPA ölçümü esnasında metronom kullanıldı. Metronom toplamda 20 saniye çalışacak şekilde ayarlandı ve toplamda 5

vuruş ses çıkardı. Sporcuların ritme alışabilmeleri adına öncesinde 3 tekrar deneme imkânı sağlandı. Daha sonra kayıt altına alınacak ölçümlere geçilerek toplam 5 kere tek bacak üzerinde çömelme hareketi istenerek video kaydı sağlandı. Sporcuda yorgunluk faktörünü açığa çıkarmadan, “ortalama çömelme tekrarı” olarak sporcunun üçüncü tekrarı kayıtlara geçen ölçüm olarak kabul edildi fakat sporcuya yaptığı çömelmelerinin hangi ya da hangilerinin kullanılacağı hakkında herhangi bir bilgi verilmedi (Stickler, Finley ve Gulgin, 2015). Katılımcıların üzerine vücut ile kontrast yaratacak renkte işaretleyiciler yapıştırılarak FPPA değerlendirilmesi yapılmıştır. Pelviste referans noktası olarak, iki tarafta da SİAS olarak belirlendi. Diğer referans noktaları ise; dizde patellanın tam ortası, ayakta ise ayak bileğinin orta noktasıdır. Pelvisten sonraki referans noktaları, sırasıyla diz için SİAS’dan, ayak bileği için dizden düz bir çizgi çekilerek sağlandı. FPPA değerlendirmeleri, gruplara kör deneyimli bir fizyoterapist tarafından yapıldı. FPPA için değer; bacağın medialinden ölçülünerek, orta nokta patellaya yerleştirilen kontrast renkteki işaretleyici ve açının iki hattı daha önce belirlenen işaretleyicilerin tam üstünden geçmesiyle ortaya çıkan açı değerinin 360’den çıkarılmasıyla hesaplanmıştır. 195° ve üzerinde olan FPPA, patolojik kabul edildi (Pişirici ve Şakul, 2024). Şekil 7’de katılımcıların FPPA ölçümü görüntüsü verilmiştir. Görseldeki sporcunun ölçüm esnasında alınan görüntü kayıtları bilgisi ve onayı dahilinde alınmıştır.



Şekil 7. Frontal plan projeksiyon açısı ölçümü.

3.4.3 İniş biyomekaniğinin değerlendirilmesi. Alt ekstremitte yaralanması açısından yüksek risk taşıyan kişileri belirlemek için, birden fazla yüksek riskli hareket kalıbının varlığını tespit etmek için standart bir ölçüm metoduna sahip olmak gerekir. İniş hatası puanlama sistemi (LESS), sıçrama sonrası iniş hareketi sırasında potansiyel olarak yüksek riskli hareket paternlerindeki hataları belirlemeye yönelik bir saha değerlendirme aracıdır (Padua ve diğerleri, 2015). LESS, çok düzlemlili biyomekaniğin daha kapsamlı bir değerlendirmesini içermektedir. Padua ve arkadaşları, LESS'in eşzamanlı geçerliliğe sahip olduğunu ve değerlendiriciler arası iyi bir güvenilirliğin elde edilebileceğini göstermiştir (Padua ve diğerleri, 2009).

LESS değerlendirmesinde, sıçrama sonrası iniş hareketi sırasında potansiyel olarak yüksek riskli hareket paternlerini belirlemek için iki kamera kullanır (Padua ve diğerleri, 2009). LESS puanı, hareket esnasında fark edilebilen, hareketin çeşitli aşamalarındaki iniş tekniği ile ilgili hataların sayımı ile oluşur. Sıçrama sonrası inişteki zayıf teknik daha yüksek bir LESS puanı ile, daha iyi bir teknik ise daha düşük bir LESS puanı ile ilişkilendirilmiştir. Padua ve arkadaşları risk sınırını; 6 ve üstü puan olarak önermiştir. Mükemmel iniş için ≤ 4 puan, iyi iniş için $4 >$ ve ≤ 5 puan, orta iniş için $5 >$ ve ≤ 6 puan aralıklarını belirlemiştir (Padua ve diğerleri, 2009). Testin skorlaması toplam 17 puandan oluşmaktadır. LESS için gerekli olan 2 kameradan; bir tanesi deneğin frontal düzlemini, diğeri sagittal düzlemini kayıt altına alır. İlk 6 madde; yere ilk temas anındaki gövde ve alt ekstremitenin konumunu puanlar. Sonraki 5 madde, ayakların konumlandırılmasındaki hataları değerlendirir (madde 7-11). Yedinci ve sekizinci maddeler ayağın komple yerle temas ettiği zamanı, dokuzuncu ve onuncu maddeler ilk temas ile diz fleksiyonunun maksimum olduğu an arasında geçen süredeki olası hataları, 11. madde ise yerle ilk temas edilen anı puanlar. Madde 12,13 ve 14 yere temas edilmesiyle diz fleksiyonunun maksimum anını veya maksimal diz valgus açısı anı (madde 15) arasında gövdeyi ve alt ekstremitte hareketlerini değerlendirir. Son iki madde ise (16-17) sagittal düzlemdeki hareketi genel anlamda ve değerlendirmecinin inişin ne kadar kaliteli olduğu ile alakalı genel izlenimini puanlandığı maddelerdir. Frontal düzlem ve sagittal düzlemden kayıt altına alınan görüntüler sonrasında yavaşlatılarak, yeniden oynatılarak ve durdurularak değerlendirilen maddelere göre LESS puanı hesaplanır. Puanlama aşamasında kolaylık sağlanması açısından değerlendiren kişi, genellikle dominant bacak diye tabii edilen belirlenen “test bacağına” dikkat eder (Padua ve diğerleri, 2009).

Kayıt altına alınan LESS ölçümlerinin protokolü, Welling ve arkadaşlarının çalışmasından örnek alınarak yapıldı (Welling ve diğerleri,2016). LESS değerlendirmesi, Spark Motion Pro™ mobil hareket analiz sistemi ile dikey sıçramalı iniş görevi ile değerlendirildi. Aplikasyon, Apple App Store aracılığıyla iPadOS 16.7.2 yazılımındaki Ipad Air cihaza ve iPhone 15 (iOS 18) akıllı telefona indirildi. Dikey sıçramalı iniş görevinin kayıt altına alınırken, Iphone 15 sagital plandaki görüntüyü kayıt altına alırken, Ipad Air frontal plandaki görüntüyü kayıt altına aldı. Ölçümlerin tamamlanmasının ardından görüntülerin tamamı, Spark Motion Pro™ uygulaması üzerinden Ipad ile değerlendirildi. Görüntü kaydının alındığı cihazların özellikleri şu şekildedir; Ipad Air; 10.9 inç, 2360 x 1640 çözünürlükte IPS LED panel bir ekrana sahiptir ve görüntüyü kaydı alırken 4K ve 1080p HD görüntü kalitelerinde saniyede 60 kare sunar, Iphone 15 akıllı telefon 2556 x 1179 piksel çözünürlükte Super Retina XDR ekrana sahiptir ve 4K çözünürlükte saniyede 60 kare video kayıt imkanı sunar.

3.4.3.1 Dikey sıçramalı iniş (DSİ) görevi. Dikey sıçramalı iniş (DSİ) görevi, farklı katılımcılarda değişebilen parametrelere sahip kişinin özelliklerine göre şekil alan bir testtir. DSİ görevinde, katılımcıdan 30 cm yükseklikteki kutudan, boyunun yarısı uzaklıktaki hedefe atlaması ve ardından yerle temas ettikten sonra hemen olabildiğince yükseğe dikey sıçrayış gerçekleştirmesi istenir. Bu görev iki farklı sıçrama içerdiğinden yatay ve dikey hareketler içermektedir (Padua ve diğerleri, 2009).

Çalışmamızda dikey sıçramalı iniş eğitimi, Padua ve arkadaşlarının protokolünden adapte edildi (Padua ve diğerleri, 2009). Sporculara DSİ görevi öğretilirken, sıçrama ve iniş yaparken kollarını serbest şekilde sallamaları ve daha sonrasında maksimum sıçramaları konularına önemle değinildi. Hareket sırasında tamamen yanlış yapmadıkları sürece, sporculara iniş paternleri hakkında bir geri bildirim verilmedi. Yapılan bilgilendirmeden sonra her sporcuya deneme hakkı tanındı. Ayrıca DSİ görevinin nasıl yapılmasıyla ilgili verilen genel görev talimatı şu bilgileri içeriyordu; katılımcının 30 cm yüksekliğindeki bir kutudan atlayıp, yere temas ettikten sonra maksimum seviyede sıçraması gerektiğini, ayrıca ikinci iniş esnasındaki pozisyonlarını beş saniye süreyle sabit kalarak muhafaza etmeleri gerektiğini içermektedir. DSİ ölçümlerine geçmeden önce, harekete alışabilmeleri adına 3 tekrar deneme yapmalarına müsaade edildi (Welling ve diğerleri, 2016). Sonrasında 5 tekrar DSİ sıçramaları istendi ve bu sıçramalar video ile kayıt altına alındı. Kayıt altına alınan

DSİ görevleri LESS ile değerlendirildi (Padua ve diğerleri, 2009). Başarılı bir sıçramanın tanımı; (1) kutudan her iki ayakla atlamak; (2) yerde belirlenen hedef alanına (boyunun %50'si uzaklıkta) ileri doğru atlamak (3) belirlenen her noktaya 1 ayakla inmek; (4) akıcı bir şekilde görevi tamamlamak; (5) 5 saniye boyunca korumak şartıyla inişten sonra baş ve omuzların öne bakmak (Akbari, Kuwano ve Shimokochi, 2023). Katılımcılardan yapmaları beklenen DSİ görevi Şekil 8'de gösterildi.



Şekil 8. Dikey sıçramalı iniş görevi.

3.4.4 Diz eklem pozisyon hatası değerlendirmesi. Vücudun farklı bölgelerinin uzaydaki pozisyonun ve uzaydaki hareketinin algılanması, nöromüsküler performans için de önemli bir parametre olan propriyosepsiyon olarak adlandırılır (Suner-Keklik, Cobanoğlu-Seven, Kafa, Ugurlu ve Guzel, 2017). Eklem pozisyonu hissi, uzaydaki vücut segmenti pozisyonunu tespit etme kabiliyetidir. Ayrıca, çoğunlukla propriyoseptif performansı temsil etmek için kullanılır (Tsai, Y., Tsai, T., Chung, Hsiao ve Tu, 2024). Akıllı telefonlara, uygulama mağazası üzerinden indirilen uygulamaların eklem pozisyon hissini ya da eklem propriyosepsiyonunu ölçümlemek için güvenilir olduğu bildirilmiştir (Mourcou ve diğerleri, 2015).

Diz eklem propriyosepsiyon ölçümü, Suner-Keklik ve diğerleri (2017), çalışmalarındaki protokolden adapte edildi (Suner-Keklik ve diğerleri, 2017). Diz

eklemi pozisyon hissi hatası ölçümünde, Samsung Galaxy J5 Pro akıllı telefona, Google Play Store üzerinden indirilen “Clinometer” isimli uygulama kullanıldı.

Sporcuların daha önceden belirlenen dominant ekstremiteleri açık kinetik zincir hareket ile değerlendirildi. İlk önce sporcudan ayakları yere temas etmeyecek kadar yüksek olan ölçüm sandalyesine dik bir şekilde oturmaları istendi ve dizleri 90° olan başlangıç pozisyonuna alındı. Ölçüm için kullanılacak telefon; cırt cırt ile ayarlanabilen, ekranın gözükebileceği bir yüzeyi bulunan ve telefonu sabit tutabilen bir malzeme yardımıyla sporcunun alt ekstremitesine sabitlendi. Ölçümü alan kişi sporcunun dizini başlangıç pozisyonundan (90° diz fleksiyonu), hedef değer olan 60°'ye götürdü. Bu açıda, sporcuların hedefi tam olarak anlamaları için beş saniye boyunca beklendi. Daha sonra diz başlangıç pozisyonuna alındı ve hedef açının anlaşılması için yapılan işlem üç kere tekrarlandı.

Katılımcıların, ölçümü yapan kişinin ölçümün başlaması ve durması ile ilgili verdiği sözel komutların dışında herhangi bir yardım almamaları ya da görsel avantaj sağlamamaları adına ölçüm esnasında gözlerini kapatmaları istendi. Ölçüm için sporculardan hedef olarak belirlenen eklem açısına, mümkün olan en yakın şekilde dizlerini ekstansiyona almaları (“dizini açın”) yönünde komut verildi. Sporcuların tamamı üç deneme gerçekleştirdi ve her bir denemede üç saniye boyunca verilen komut ile dizlerini tuttıkları ekstansiyon açısında beklediler. Ölçümü yapan kişi tarafından her bir sonuç kayıt altına alındı ve üç ölçümün ortalaması alınarak nihai DEPH skoru elde edildi.

3.5 Girişimler

Sporculardan çalışmaya katılımları esnasında, şort ya da kısa tayt, tişört ve voleybol oynarken giydikleri spor ayakkabılarını kullanmaları talep edildi. Tüm katılımcılar ısınma egzersizi olarak; 2 set 8 tekrar çift bacak çömelme, 2 set 5 tekrar sıçrama ve ardından kalf germe hareketlerinden oluşan 7 dakikalık bir ısınma protokolü uygulandı (Sheikhi, Letafatkar, Thomas ve Ford, 2021). Sporcuların, buldukları gruba özgü olarak verilen eğitimlerin öncesinde başlangıç değerlerini saptamak için, eğitim paketleri öncesinde alınacak ölçümlerin tamamı “ÖN TEST” olarak alındı. Ön test öncesinde her iki gruba da verilen genel talimatlar şu cümleyi içermektedir; “Dikey sıçramalı iniş esnasında kutudan atladıktan sonra yere inişinin hemen ardından olabildiğince yükseğe sıçramalısın.”. DSİ görevi tamamlandıktan ve diğer ön test verileri elde edildikten sonra gruplara özel talimatlara geçildi. Daha sonra

iki adet eğitim paketi gerçekleştirildi. Eğitim paketleri 10 tekrar dikey sıçramalı iniş görevini içeriyordu ve her beş tekrardan sonra KSE grubuna özel talimatlar ve geri bildirim verildi. Eğitim paketlerinin bitmesinin ardından, ön test ölçümlerinde olduğu gibi, frontal plan projeksiyon açısı (FPPA), diz eklemi propriyosepsiyon hissi (DEPH), iniş hatası skorlama sistemi (LESS) ölçümleri alındı. Eğitim paketlerinden sonra alınan ölçümler “SON TEST” olarak kayıt edildi. Yapılan ölçümlerden 7 gün sonra takip testi alındı. Takip testi, ön test ve son test aşamalarındaki ölçümlerin tamamını içeriyordu.

3.5.1 Kombine sözel dikkat odağı talimatlı eğitim grubu (KSE Grubu).

Isınma egzersizlerinin tamamlanmasının ardından dikey sıçramalı iniş görevinin nasıl yapılması gerektiği ile ilgili genel hatlarıyla bilgilendirmeler yapıldı. DSİ görevi sonrasında diğer ön test sonuçları için DEPH ve FPPA ölçümleri alındı. Elde edilen ön test sonuçları, veri kayıt formundaki ön test için ayrılan ilgili bölümlere veri girişi sağlanarak kayıt altına alındı (ÖnTestLESS, ÖnTestFPPA, ÖnTestDEPH). Ön test sonuçlarının kayıt altına alınmasının ardından, KSE grubuna özel verilecek olan talimatları içeren eğitim paketlerine geçildi. Katılımcılara “*sıçrama sonrası yere inişte kendini yerden ne kadar güçlü ittiğine ve bu itme sırasında dizlerini ne kadar hızlı düzelttiğine odaklan*” şeklinde talimat verildi. Bu talimat, internal dikkat odağı ve eksternal dikkat odağı direktiflerini kombine şekilde içermektedir. Kombine olarak uygulanan dikkat odağı talimatları daha önce Benjaminse ve arkadaşlarının çalışmasında ve Welling ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalarda farklı şekilde kullanmışlardır (Benjaminse ve diğerleri, 2018; Welling ve diğerleri (2016). KSE grubu katılımcıları, gruplarına özgü talimatları dinledikten sonra toplamda 2 adet eğitim paketi gerçekleştirmiştir. Her bir eğitim paketi 10 adet DSİ görevini içermektedir. Sporculara her DSİ sonrasında 30’ar saniye ve iki eğitim paketi arasında 5 dakika olmak üzere dinlenme araları ve molalar verildi. Tüm eğitim paketleri boyunca sporcuların yapmış oldukları toplam 20 DSİ görevinde, her 5 DSİ sonrasında katılımcılara gruplarına özgü talimatlar yeniden verildi (Welling ve diğerleri, 2016). KSE grubunun yapmış olduğu her iki eğitim paketinin de sonunda geri bildirim yapıldı. Bu geri bildirim, gerçek zamanlı LESS puanını içermektedir. Padua ve diğerleri yaptıkları çalışmada LESS için gerçek zamanlı olarak iyi bir değerlendiriciler arası güvenilirlikle uygulanabilir ve puanlanabilir çıkarımını sağlamışlardır (Padua ve diğerleri, 2011). Eğitim paketlerinin bitiminin ardından, katılımcılara ihtiyaçları kadar

mola sağlandıktan sonra, hiçbir talimat verilmeden ön test ölçümlerinde olduğu gibi 5 tekrarlı DSİ görevi yapmaları istendi. Ayrıca tekrar DEPH ölçümü ve FPPA ölçümü yapıldı. Eğitim paketlerinden sonra yapılan ölçümlerin tümü veri kayıt formunun son test bölümüne veri giriş sağlanarak kayıt altına alındı (SonTestLESS, SonTestFPPA, SonTestDEPH). Kombine sözel eğitim ve video görsel eğitim grubu arasındaki potansiyel çıkabilecek farklılıkların motor öğrenme prensiplerinin başarısı olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceğini anlamak adına, eğitim paketlerinin uygulandığı günden 7 gün sonra sporculara kalıcılık testi yapıldı (Welling ve diğerleri, 2016). Kalıcılık testi, aynı tekrar sayısını içeren DSİ görevini, LESS skorunu ve FPPA ölçümünü içeriyordu. Alınan ölçümler veri giriş formundaki takip bölümüne işlenerek kaydedildi (TakipTestLESS, TakipTestFPPA, TakipTestDEPH).

3.5.2 Video görsel eğitim grubu (VGE Grubu). Çalışmaya başlamadan, VGE grubu talimatında kullanılmak üzere uzman videosu hazırlandı. Uzman videosu, DSİ görevini talimatlara uygun olarak gerçekleştiren bir sporcunun videosunu kapsamaktadır. Hazırlanan uzman videosu yalnızca VGE grubu için kullanılmıştır. Uzman videosunda rol alan kişi çalışmaya dahil edilmemiştir.

Talimatlar ve ölçümlerden önce, ısınma protokolü tamamlandı. Daha sonra KSE grubuyla aralarında avantaj ya da dezavantaj yaratmayacak şekilde aynı genel görev tanımlamaları verildi. Daha sonra her sporcunun DSİ görevini daha iyi anlayabilmeleri adına 3 tekrar deneme yapmalarına müsaade edilmiştir. VGE grubuna özgü eğitim paketlerine başlanmadan önce, KSE grubunda olduğu gibi ÖnTestLESS, ÖnTestFPPA ve ÖnTestDEPH ölçümleri aynı protokolde yapılmıştır.

Ön test kayıtlarının tamamlanmasının ardından VGE grubundaki sporculara, öncesinde hazırlanan ve DSİ görevini talimatlara uygun şekilde gerçekleştiren kişinin kayda alınmasıyla elde edilen uzman video kaydı ekrandan (Ipad Air; 10.9 inç, 2360 x 1640 çözünürlük) izlettirilmiştir ve “dikey sıçramalı iniş görevini, videoda izlediğin performansla en yakın şekilde yap.” talimatı verildi. Video görsel eğitim grubu katılımcıları, gruplarına özgü talimatları dinledikten sonra toplamda 2 adet eğitim paketi gerçekleştirdi. Her bir eğitim paketi 10 adet DSİ görevini içeriyordu. Sporculara her DSİ sonrasında 30’ar saniye ve iki eğitim paketi arasında 5 dakika olmak üzere dinlenme araları ve molalar verildi. Tüm eğitim paketleri boyunca sporcuların yapmış oldukları toplam 20 DSİ görevinde, her 5 DSİ sonrasında katılımcılara gruplarına özgü talimatlar yeniden verildi (Welling ve diğerleri, 2016). VGE grubunun yapmış olduğu

her iki eğitim paketinin de sonunda geri bildirim yapıldı. Bu geri bildirim gerçek zamanlı LESS puanından oluşmaktaydı (Padua ve diğerleri, 2011).

Eğitim paketlerinin bitiminin ardından, katılımcılara ihtiyaçları kadar mola sağlandıktan sonra, son test ölçümleri KSE grubundakiyle aynı şekilde ölçümlendi. Katılımcıların elde edilen son test skorları ve ölçümleri, veri kayıt formunun ilgili bölümüne işlenerek veriler kayıt altına alındı. KSE grubunda olduğu gibi VGE grubunda da 1 hafta sonra, katılımcılara hiçbir talimat verilmeden kalıcılık testleri gerçekleştirildi. LESS skorları kaydedildi, DEPH ve FPPA ölçümleri de yapılarak; TakipTestLESS, TakipTestFPPA, TakipTestDEPH olarak veri kayıt formuna işlendi.

3.6 İstatistiksel analizleri

İstatistiksel analizler için, Statistical Package for Social Sciences (SPSS) sürüm 24 kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler frekans, yüzdeler, ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum verileri ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizlerden önce veri dağılımını değerlendirmek için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır ve ayrıca çarpıklık ve basıklık değerleri de dikkate alınmıştır. İki grubun demografik karşılaştırmaları, kategorik değişkenler için Ki-kare ve sürekli değişkenler için Bağımsız Örneklem T-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Değişkenlerdeki ön test, son test ve takiplerdeki değişiklikler; grup, zaman ve zaman-grup etkilerindeki genel farklılıkları değerlendirmek için 2'ye 3 tekrarlı ölçümler varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiştir. Gruplar arası etki büyüklükleri, parçalı eta kare kullanılarak hesaplanmıştır. Etki büyüklüğü 0.01 küçük, 0.06 orta ve 0.14 büyük olarak kabul edilmiştir (Cohen, 1988). Ön test, son test ve takip zamanlarında iki grup arasındaki farklılıkları belirlemek için Bağımsız Örneklem T-testi kullanılmıştır. Son test ve takip değerlendirmelerinde cinsiyete bağlı olarak gruplar arasındaki farklar ise, Tek Yönlü ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. İkili farklılıkların anlamlılığını test etmek için Tukey düzeltmesi uygulanmıştır. Tüm istatistiksel testler için anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edilmiştir.

Bölüm 4

Bulgular

4.1 Pilot Çalışma

Yapılacak ölçümlerde tutarlılığı ve güvenilirliği sağlamak için 1.11.2024-9.11.2024 tarihleri arasında, Atatürk Spor Salonu'nda, 16 katılımcı ile pilot çalışma yapıldı. Katılımcılar, hafta başında değerlendirildikten sonra, aynı hafta içinde durumları değişmeden tekrar değerlendirildi.

4.1.1 Katılımcıların demografik özellikleri. Katılımcıların yaşları 18 ile 22 arasında değişmektedir. Ortalaması $19,20 \pm 1,40$ yıldır. Çalışmaya alınan katılımcıların vücut kitle indeksi (VKİ) ölçümleri 16,3 ile 25 kg/m² arasında değişmektedir. Ortalaması $20,64 \pm 2,44$ kg/m²'dir. Katılımcılara ait demografik bilgiler Tablo "1"de gösterildi.

Tablo 1

Pilot Çalışma Katılımcılarının Demografik Özellikleri

		Toplam (n=16)
Yaş (yıl)	Min-Maks (Medyan)	18-22 (19)
	Ort±Ss	$19,20 \pm 1,40$
VKİ (kg/m ²)	Min-Maks (Medyan)	16,3-25 (21,1)
	Ort±Ss	$20,64 \pm 2,44$

Tanıtıcı istatistikler minimum (Min), maksimum (Maks), standart sapma (SS), ortalama (Ort) değer olarak verilmiştir; Vücut kitle indeksi, (VKİ).

4.1.2 Sınıf içi korelasyon analizi. Sınıf içi korelasyon analizi değerlendirmesi yapılırken, güven aralıkları; 0,40'ın altındaki değerler "zayıf", 0,40-0,59 arasındaki değerler "orta", 0,60-0,74 arasındaki değerler "iyi" ve 0,75-1,00 arasındaki değerler "çok iyi" olarak kabul edilmiştir (Cicchetti DV, 1994).

FPPA ve LESS ve DEPH değerlendirmelerinde test ve re-test ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p > 0,05$). Ölçüm yöntemleri, iki değerlendirme arasında çok iyi düzeyde güvenilirlik göstermiştir.

Tablo 2

FPPA'nın Sınıf İçi Korelasyon Analizi

FPPA n=10	Test (Ortalama±ss)	Re-test (Ortalama±ss)	Ortalama Fark	p^a	ICC (%95 CI)
	166.30±5.01	166.50±4.40	0.20±1.98	0.758	0.91 (0.68-0.97)

FPPA: Frontal plan projeksiyon açısı, ss: standart sapma, ICC: Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı Bağımlı Örneklem T-testi^a

Tablo 3

LESS'in Sınıf İçi Korelasyon Analizi

LESS n=10	Test (Ortalama±ss)	Re-test (Ortalama±ss)	Ortalama Fark	p^a	ICC (%95 CI)
	3.70±2.21	3.70±1.88	0.00±0.81	1.000	0.92 (0.71-0.98)

LESS: İniş hatası puanlama sistemi, ss: standart sapma, ICC: Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı Bağımlı Örneklem T-testi^a

Tablo 4

DEPH'nin Sınıf İçi Korelasyon Analizi

DEPH n=10	Test (Ortalama±ss)	Re-test (Ortalama±ss)	Ortalama Fark	p^a	ICC (%95 CI)
	2.00±1.22	2.30±1.15	0.30±0.78	0.260	0.78 (0.33-0.94)

DEPH: Diz eklemi propriyosepsiyon hissi, ss: standart sapma, ICC: Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı Bağımlı Örneklem T-testi^a

4.2 Çalışma Bulguları**4.2.1 Katılımcıların demografik özellikleri.**

4.2.1.1 Erkek katılımcılar. KSE grubu için, çalışmaya dahil edilen erkek katılımcıların tamamının yaşı ortalaması 18.00±0.00'dir. VGE grubu için çalışmaya

dahil edilen erkek katılımcıların ortalama yaşı 18.00 ± 0.00 'dir. Grupların başlangıç parametreleri homojen dağılmaktadır ($p=1.000$; $p \geq 0.05$).

KSE grubu için vücut kitle indeksi (VKİ) ölçümleri 18.38 ile 24.96 kg/m² arasında de olup, ortalaması 21.98 ± 2.59 'dir. VGE grubu için VKİ ölçümleri 18.42-24.86kg/m² arasında değişmekte olup, ortalaması 21.13 ± 1.87 'dir. Grupların başlangıç parametreleri homojen dağılmaktadır ($p=0.366$; $p \geq 0.05$).

KSE grubu erkek katılımcılarının sağ dominant ekstremitte dağılım frekansı %75, sol dominant ekstremitte frekansı %25'dir. VGE grubu için sağ dominant ekstremitte dağılım frekansı %75, sol dominant ekstremitte frekansı %25'dir. Grupların başlangıç parametreleri homojen dağılmaktadır ($p=1.000$; $p \geq 0.05$). Erkek katılımcılara ait tüm demografik bilgiler Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 5

Erkek Katılımcıların Demografik Özellikleri

	KSE-Erkek (n= 12)		VGE-Erkek (n= 12)		p ^a
	Ortalama \pm ss	Min-Maks	Ortalama \pm ss	Min-Maks	
Yaş (yıl)	18.00 ± 0.00	18	18.00 ± 0.00	18	1.000
Kilo (kg)	$77.08 \pm$ 10.56	56-94	71.00 ± 9.10	58-86	0.145
Boy (m)	1.87 ± 0.08	1.73-2.02	1.83 ± 0.05	1.75-1.91	0.145
VKİ (kg/m²)	21.98 ± 2.59	18.38-24.96	21.13 ± 1.87	18.42-24.86	0.366
	Frekans	Yüzdeler	Frekans	Yüzdeler	
Sağ Dominant	9	%75	9	%75	1.000 ^b
Sol Dominant	3	%25	3	%25	

KSE: kombine sözel eğitim, VGE: video görsel eğitim, VKİ: Vücut Kütle İndeksi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, ss: standart sapma, kg: kilogram, m: metre

^aBağımsız Örneklem T-testi, ^bKi-kare Testi, * $p < 0.05$

4.2.1.2 Kadın katılımcılar. KSE grubundaki çalışmaya dahil edilen kadın katılımcıların yaşları 18 ile 19 arasında değişmekte olup ortalaması 18.08 ± 0.28 'dir.

VGE grubundaki kadın katılımcıların yaşları 18 ile 22 arasında değişmekte olup ortalaması 18.50±1.16'dir. Grupların başlangıç parametreleri homojen dağılmaktadır (p=0.243; p≥0.05).

KSE grubundaki kadınların VKİ ölçümleri 16.85-23.24 kg/m² arasında olup, ortalaması 19.59±1.68'dir. VGE kadınların VKİ ölçümleri 16.33-25 kg/m² arasında olup, ortalaması 20.20±2.46'dir.

KSE grubu kadın katılımcılarının sağ dominant ekstremitte dağılım frekansı %66.7, sol dominant ekstremitte frekansı %33.3'dir. VGE grubu için sağ dominant ekstremitte dağılım frekansı %50, sol dominant ekstremitte frekansı %50'dir. Grupların başlangıç parametreleri homojen dağılmaktadır (p=0.680; p≥0.05).

Kadın katılımcılara ait tüm demografik bilgiler Tablo 6'de gösterilmiştir.

Tablo 6

Kadın Katılımcıların Demografik Özellikleri

	KSE-Kadın (n= 12)		VGE-Kadın (n= 12)		p ^a
	Ortalama ± ss	Min-Maks	Ortalama ± ss	Min-Maks	
Yaş (yıl)	18.08 ± 0.28	18-19	18.50 ± 1.16	18-22	0.243
Kilo (kg)	55.83 ± 5.78	47-65	58.16 ± 5.49	50-67	0.322
Boy (m)	1.68 ± 0.05	1.58-1.80	1.70 ± 0.05	1.60-1.78	0.612
VKİ (kg/m²)	19.59 ± 1.68	16.85-23.24	20.20 ± 2.46	16.33- 25.00	0.488
	Frekans	Yüzdeler	Frekans	Yüzdeler	
Sağ Dominant	8	%66.7	6	%50	0.680 ^b
Sol Dominant	4	%33.3	6	%50	

KSE: Kombine sözel eğitim, VGE: Video görsel eğitim, VKİ: Vücut Kütle İndeksi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, ss: standart sapma, kg: kilogram, m: metre, ^aBağımsız Örneklem T-testi, ^bKi-kare Testi, *p<0.05

4.2.2 Erkek grubu için çalışma bulguları. LESS değişkenindeki gruplar arası farklılıklar incelendiğinde ise, son test ölçümlerinde, VGE'nin lehine istatistiksel

olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p=0.001$; $p<0.05$), ancak takipte bu sonuçlar açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi ($p=0.43$; $p<0.05$). DEPH ve FPPA değişkenleri için anlamlı genel grup ve zaman etkileşimleri gözlenmedi (sırasıyla $p=0.50$, $p=0.19$; $p>0.05$) (Tablo 7). Erkek katılımcıların gruplar arası karşılaştırma tablosu Tablo 7’de özetlendi.

Erkek katılımcılar için LESS, DEPH ve FPPA değişkenleri için genel grup ve zaman etkileşimleri incelendiğinde, LESS skorları istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($F= 0.42$, $p=0.0001$; $p<0.05$) ve büyük etki büyüklüğü göstermiştir ($\eta^2= 0.57$).

Tablo 7

Erkek Katılımcıların Gruplar Arasında LESS, DEPH ve FPPA'nın Tekrarlı Ölçümlerinin Karşılaştırılması

	Grup	Ön Test Ortalama \pm ss	Son Test Ortalama \pm ss	Takip Ortalama \pm ss	F	p^b	η^2
LESS	KSE-Erkek	4.61 \pm 1.10	4.50 \pm 1.07	4.15 \pm 0.99	0.42	0.0001*	0.57
	VGE-Erkek	5.56 \pm 1.53	3.03 \pm 0.80	3.80 \pm 1.14			
p^a		0.09	0.001*	0.43			
DEPH	KSE-Erkek	5.05 \pm 4.62	2.80 \pm 1.61	3.38 \pm 2.07	0.93	0.50	0.06
	VGE-Erkek	4.33 \pm 2.01	3.75 \pm 2.43	3.49 \pm 3.54			
p^a		0.62	0.27	0.92			
FPPA	KSE-Erkek	159.91 \pm 4.10	162.91 \pm 5.59	166.75 \pm 7.36	0.85	0.19	0.14
	VGE-Erkek	159.83 \pm 3.43	165.66 \pm 5.63	163.08 \pm 6.72			
p^a		0.95	0.24	0.21			

LESS: İniş hatası puanlama sistemi, DEPH: Diz eklemi propriyosepsiyon hissi, FPPA: Frontal plan projeksiyon açısı, KSE: Kombine sözel eğitim, VGE: Video görsel eğitim, ss: standart sapma, η^2 : etki büyüklüğü ^aBağımsız Örneklem T-testi, ^bTekrarlı Ölçümler Varyans Analizi, * $p<0.05$

4.2.3 Kadın grubu için çalışma bulguları. Kadın katılımcılar için ise, LESS, DEPH ve FPPA değişkenleri için anlamlı genel grup ve zaman etkileşimleri gözlenmedi ($p>0.05$). Kadın katılımcılar için, LESS, DEPH ve FPPA değişkenleri için son test değerlendirmesinde, tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç görülmedi (sırasıyla $F:0.90$, $p=0.34$, $\eta^2=0.09$; $F:0.82$, $p=0.13$, $\eta^2=0.17$; $F:0.88$, $p=0.26$, $\eta^2=0.12$). Benzer şekilde, LESS, DEPH ve FPPA değişkenleri için takip

değerlendirmesinde de istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi (sırasıyla $p=0.79$, $p=0.54$, $p=0.41$; $p<0.05$). Kadın katılımcıların gruplar arası karşılaştırma tablosu Tablo 8’de özetlendi.

Tablo 8

Kadın Katılımcıların Gruplar Arasında LESS, DEPH ve FPPA'nın Tekrarlı Ölçümlerinin Karşılaştırılması

	Grup	Ön Test Ortalama \pm ss	Son Test Ortalama \pm ss	Takip Ortalama \pm ss	F	p^b	η^2
LESS	KSE-Kadın	4.72 \pm 2.04	4.05 \pm 2.18	3.53 \pm 2.07	0.90	0.34	0.09
	VGE-Kadın	5.31 \pm 2.07	3.70 \pm 2.15	3.30 \pm 2.22			
p^a		0.48	0.69	0.79			
DEPH	KSE-Kadın	3.10 \pm 1.94	3.19 \pm 1.85	3.16 \pm 2.41	0.82	0.13	0.17
	VGE-Kadın	4.45 \pm 2.07	2.65 \pm 2.17	3.89 \pm 3.29			
p^a		0.11	0.51	0.54			
FPPA	KSE-Kadın	158.91 \pm 5.75	167.50 \pm 8.45	172.50 \pm 8.95	0.88	0.26	0.12
	VGE-Kadın	160.83 \pm 3.90	169.00 \pm 5.62	169.83 \pm 6.57			
p^a		0.35	0.61	0.41			

LESS: İniş hatası puanlama sistemi, DEPH: Diz eklemi propriyosepsiyon hissi, FPPA: Frontal plan projeksiyon açısı, KSE: Kombine sözel eğitim, VGE: Video görsel eğitim, ss: standart sapma, η^2 : etki büyüklüğü ^aBağımsız Örneklem T-testi, ^bTekrarlı Ölçümler Varyans Analizi, * $p<0.05$

4.2.4 Değişkenlerinin cinsiyetlere göre gruplar arasında karşılaştırılması.

Cinsiyete bağlı olarak gruplar arasındaki farklar incelendiğinde, LESS ve DEPH değişkenlerinde son testte ve takipte gruplar arasında anlamlı fark bulunmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$). FPPA değişkeninde ise son testte fark görülmezken, takip ölçümlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($F= 3.54$, $p= 0.022$). Tüm değişkenlerin cinsiyete göre gruplar arasındaki karşılaştırma verileri Tablo 9’de özetlendi.

Tablo 9

Değişkenlerinin Cinsiyetlere Göre Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	KSE- Erkek Ortalama ± ss	KSE- Kadın Ortalama ± ss	VGE- Erkek Ortalama ± ss	VGE- Kadın Ortalama ± ss	F	p^a
LESS Son Test	4.50 ± 1.07	4.05 ± 2.18	3.03 ± 0.80	3.70 ± 2.15	1.63	0.195
LESS Takip	4.15 ± 0.99	3.53 ± 2.07	3.80 ± 1.14	3.30 ± 2.22	0.68	0.565
DEPH Son Test	2.80 ± 1.61	3.19 ± 1.85	3.75 ± 2.43	2.65 ± 2.17	1.98	0.131
DEPH Takip	3.38 ± 2.07	3.16 ± 2.41	3.49 ± 3.54	3.89 ± 3.29	0.55	0.649
FPPA Son Test	162.91 ± 5.59	167.50 ± 8.45	165.66 ± 5.63	169.00 ± 5.62	0.13	0.941
FPPA Takip	166.75 ± 7.36	172.50 ± 8.95	163.08 ± 6.72	169.83 ± 6.57	3.54	0.022*

LESS: İnış hatası puanlama sistemi, DEPH: Diz eklemi propriyosepsiyon hissi, FPPA: Frontal plan projeksiyon açısı, KSE: Kombine sözel eğitim, VGE: Video görsel eğitim, ss: standart sapma

^aTek yönlü varyans analizi, *p<0.05

FPPA değişkeni için yapılan Tukey post hoc analizi sonuçlarına göre, gruplar arasındaki farkın, KSE-Kadın ve VGE-Erkek grupları arasında olduğu ve KSE-Kadın grubunun FPPA değerleri anlamlı olarak daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır (ortalama fark= 9.41, p= 0.018). Tüm değişkenlerin cinsiyete göre gruplar arasındaki karşılaştırma verileri Tablo 10'da özetlendi.

Tablo 10

FPPA Takip Değişkeni için Tukey Post Hoc Analizi

Gruplar	Ortalama fark	%95 CI	p^a
KSE Erkek-KSE Kadın	5.75	-13.88 – 2.38	0.248
KSE Erkek-VGE Erkek	3.66	-4.47 – 11.80	0.628
KSE Erkek-VGE Kadın	3.08	-11.22 – 5.05	0.743
KSE Kadın-VGE Erkek	9.41	1.27 – 17.55	0.018*
KSE Kadın-VGE Kadın	2.66	-5.47 – 10.80	0.818
VGE Erkek-VGE Kadın	6.75	-14.88 – 1.38	0.135

KSE: Kombine sözel eğitim, VGE: Video görsel eğitim, CI: Güven aralığı

^aTukey Post Hoc Analizi, *p<0.05

Bölüm 5

Tartışma

Çalışmamızın amacı, asemptomatik DDV olan yarı profesyonel sporcularda video talimatlı görsel eğitimin ve kombine dikkat odağı talimatlı eğitimin LESS, FPPA, DEPH sonuçları ve birinci hafta sonunda motor öğrenmede meydana getirdiği kalıcılığa olan etkinliklerinin karşılaştırılması amaçlandı. Sonuçlarımızda, sadece erkeklerin LESS değerlendirmesinde VGE grubunun son test değerlendirmeleri, KSE grubuna göre üstün bulunmuştur. Değişkenlerin genel grup ve zaman etkileşimlerinde ise LESS skorlarının en büyük etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmüştür. Değişkenlerin cinsiyetlere göre karşılaştırmasında, sadece FPPA değeri için kadın KSE grubunda anlamlı değişim görüldü. Sonuçlarımız; sadece “*DDV olan asemptomatik sporcularda sıçrama sonrası iniş biyomekaniği iyileştirmede video eğitim grubu, her iki cinsiyette de kombine sözel grubunda daha etkilidir.*” ve “*DDV olan asemptomatik sporcularda diz valgusunu iyileştirmede kombine sözel grubu, her iki cinsiyette de video eğitim grubuna göre daha etkilidir.*” hipotezlerimizi kısmen desteklemiştir.

5.1 Sıçrama Sonrası İniş Hatası Değerlendirmesi

Video temelli görsel talimatlar, motor öğrenme süreçlerinde gözlemlene ve taklit mekanizmalarının etkinliğini artıran güçlü bir araçtır. Ayna nöronların aktivasyonu ile desteklenen bu süreç, motor becerilerin öğrenilmesini daha otomatik hale getirerek kalıcılığı artırmaktadır (Rizzolatti ve diğerleri, 2009; Benjaminse ve diğerleri, 2015). Video temelli geri bildirimlerin, sıçrama sonrası iniş biyomekaniğinde etkili olduğu gösterilmiştir (Welling ve diğerleri, 2016). Welling ve arkadaşlarının yaptığı randomize kontrollü çalışmada, kadın ve erkek sporculara eksternal dikkat odağı (EDO), internal dikkat odağı (İDO) ve video geri bildirim (VGB) talimatlarını içeren gruplarda LESS ile iniş tekniğindeki farklılıklar araştırılmıştır ve performans ölçütü olarak sıçrama yüksekliği değerlendirilmiştir. Çalışmanın bulgularında; VGB talimatı alan erkek sporcular, önemli ölçüde daha düşük LESS puanı elde etmişlerdir. VGB ve EDO talimatını alan kadın sporcularda da LESS puanlarında ön teste kıyasla anlamlı derecede iyileşme saptanmıştır (Welling ve diğerleri, 2016). Benjaminse ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptığı randomize kontrollü çalışmada, kadın ve erkek basketbolcularda ani yan adım kesme görevi

sırasında sözel İDO ve görsel EDO talimatları içeren geri bildirimlerin zirve diz eklemi yükü üstündeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarında görsel ve sözel geri bildirim teknikleri arasında fark yalnızca görsel EDO grubunda gözlemlenmiştir. Bunun yanında farklılıkların erkek ve görsel geri bildirim alan kişilerde gözlemlendiği ve erkeklerin görsel geri bildirimden kadınlara kıyasla daha çok olumlu etki gördüğü sonucuna varılmıştır (Benjaminse, Postma, Janssen ve Otten, 2017). Bulgularımız, literatürdeki benzer çalışmaların sonuçlarını desteklemekle birlikte farklı çıkarımlar da sunan önemli sonuçlar da ortaya koymaktadır. Çalışmamızda erkek sporcularda, VGE grubunun LESS için ön test skorları (5.56 ± 1.53), KSE grubuna (4.61 ± 1.10) kıyasla daha kötüydü ancak son test LESS değerlendirmesinde VGE grubunun anlamlı şekilde daha fazla iyileşme (3.03 ± 0.80) göstererek literatürdeki çalışma sonuçları ile uyum göstermektedir. Ancak kalıcılık testi sonuçlarımıza bakıldığında, çalışmamızda KSE grubunun iyileşmeye devam etmesi, VGE grubunun ise iyileşmeyi korusa da son test ölçümünün altına düşmesi önemli bir fark olarak dikkat çekmektedir. Bu durum, VGE'nin kısa vadede etkili bir öğrenme ve performans iyileşmesi sağlasa da uzun vadede, belki de talimatlara olan bağlılık nedeniyle sürekliliğinin sınırlı olabileceğini işaret etmektedir.

EDO ve İDO talimatlarının etkileri arasındaki farklar ince görünmekle birlikte, literatür EDO'nun daha iyi performans, öğrenme transferi, hareket otomatikliği ve kalıcılık sağladığını ortaya koymaktadır (Ghaderi ve diğerleri, 2021). EDO'nun motor öğrenme sürecinde otomatikliği teşvik etmesi, İDO'ya kıyasla belirgin avantajlar sunmaktadır (Werner ve diğerleri, 2022). Benjaminse ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptıkları başka bir çalışmada kadın hentbolcularda sıçrama sonrası iniş tekniğinde, video geri bildirim başarılarını araştırdıkları çalışmada video grubu katılımcılarına, kendi sıçrama videolarını içeren uzman videosu ile geri bildirim verilmiştir. Sözel İDO talimatı alan kadınlarda, tüm seanslarda diğer gruplara göre anlamlı derecede daha büyük diz fleksiyonu açısı tespit edilmiştir (Benjaminse, Otten, Gokeler, Diercks ve Lemmink, 2017). Sıçrama sonrası inişte daha büyük fleksiyon açısı, vücutta daha düşük yer reaksiyon kuvveti açığa çıkardığı için sporcu açısından olumludur (Puddle ve Maulder, 2013; Swartz, Decoster, Russell ve Croce, 2005). Vidal ve arkadaşlarının 2018 yılı çalışmasında daha önce herhangi bir dikkat odağı çalışmasına katılmamış üniversite öğrencilerinde EDO ile İDO talimatlarının alt ekstremite koordinasyonu üzerindeki etkilerini analiz ederek dikkat odağını ve kısıtlı eylem hipotezini

araştırmaktır (Vidal, Wu, Nakajima ve Becker, 2018). Kısıtlı eylem hipotezi, dikkat odağı paradigması içerisindeki farklı etkileri, internal ve eksternal dikkat odağının motor kontrol sistemi üzerindeki etkisini açıklayarak tanımlar. Özellikle, internal dikkat odağı, kontrol sistemini kısıtlar veya bloke ederken, dışsal dikkat odağı, motor kontrol sisteminin serbest bir şekilde çalışmasına olanak tanıyarak sistemin otomatik bir şekilde performans göstermesine izin verir (Vidal ve diğerleri, 2018). Sonuç ölçütlerine bakıldığında sıçrama mesafesinde, EDO grubu daha başarılıdır. Ayrıca koordinasyon değişkenlikleri incelendiğinde çalışma, kısıtlı eylem hipotezi destekler niteliktedir (Vidal ve diğerleri, 2018). Bu hipotez kısmen de olsa çalışmamızda da desteklenmiş olabilir. Çalışmamızda VGE grubunun KSE grubuna kıyasla son test ölçümünde LESS skorunda anlamlı üstünlüğü; KSE grubunda internal ve eksternal kombine verilen talimatların internal direktifler barındırması olabilir. Bu bir varsayımdır ve çalışmamızla kıyaslayabileceğimiz kombine dikkat odağı çalışmaları literatürde eksik olduğundan ötürü; sonuçlarımız literatür ile tam anlamıyla mukayese edilememekte, gelecek çalışmalarda bu konunun araştırılması gerekliliğini vurgulamaktayız. Bulgularımız, dikkat odağı talimatları ve geri bildirim yöntemlerinin sporcuların iniş tekniklerini geliştirmede kritik bir rol oynadığını ancak etkilerinin bireysel farklılıklar ve cinsiyet gibi değişkenlere göre çeşitlilik gösterebileceğini vurgulamaktadır.

5.2 Diz Eklem Pozisyon Hissi Sonuçları

Sporcunun etkin performans sağlayabilmesi adına kritik öneme sahip unsurlardan biri olan diz propriyosepsiyonu, spor yaralanmalarıyla bağlantılıdır (Romero-Franco, Montaño-Munuera ve Jiménez-Reyes, 2017). Propriyosepsiyon çalışmaları hem önleyici programlarda hem de yaralanmadan sonraki tedavi sürecinde önemlidir (Lee, Cheng, Liao, 2009). Bunun bir nedeni, sporda yaşanan yaralanmaların bağ aferentlerine negatif etkisidir. Bağ aferentlerinin kas tepkilerini ve eklem pozisyonunu koruduğu bilinmektedir (Hutchison ve diğerleri, 2011).

Dikkat odağı talimatları ile diz eklemi pozisyon hissini iyileştirmeyi amaçlayan çalışmalara bakıldığında, literatürde sonuçlarımızı kıyaslayabileceğimiz çalışmalara rastlanmamıştır. Literatürde, dikkat odağı talimatlarının diz eklemi pozisyon hissine etkisini inceleyen çalışmalar, ÖÇB rekonstrüksiyon cerrahisi sonrası kişilerdeki

iyileşmeyi gözlemlemişlerdir. (Kaya, Güney-Deniz, Sayaca, Çalık ve Doral, 2019; Ghaderi, Letafatkar, Thomas ve Keyhani, 2021; Chaput ve diğerleri, 2022).

ÖÇB rekonstrüksiyon cerrahisi ardından diz eklemi pozisyonu hissini iyileştirmeyi amaçlayan çalışmalarda, farklı dikkat odağı talimatlarının bu rehabilitasyon çalışmalarını destekleyebileceği ve nöromüsküler kontrol egzersizlerinin ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası diz propriosepsiyon duygusunu iyileştirmek için de kullanılması gerektiği bildirilmiştir (Kaya, Güney-Deniz, Sayaca, Çalık ve Doral, 2019; Ghaderi, Letafatkar, Thomas ve Keyhani, 2021). Ghaderi ve arkadaşlarının, ÖÇB rekonstrüksiyonu geçiren kişilerde yaptığı çalışmada, EDO talimatlarının eklem pozisyon hissini iyileştirmede etkili olduğu gösterilmiştir (Ghaderi ve diğerleri, 2021). Ancak çalışmamızın katılımcıları sağlıklı sporcular olduğu için ve çalışmamızda sadece EDO talimatlı değil EDO ve İDO'nun kombine kullanımının sonuçlarını incelediğimiz için literatür ile kıyaslanamamaktadır. Ayrıca EDO, İDO veya kombine sözel dikkat odağı talimatlarının sağlıklı sporcularda diz propriosepsiyonunda etkinliğini kıyaslayan çalışmalara rastlanılmamıştır. Sağlıklı sporcularda, İDO ve EDO talimatların diz eklem pozisyon hissi üstünde nasıl bir etki göstereceğini inceleyen çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Görsel hafızanın güçlü olması durumunda eklem pozisyonunu ezberlenmesinin daha başarılı olacağı düşünülmektedir (Chaput ve diğerleri, 2022). Chaput ve arkadaşlarının ÖÇB rekonstrüksiyonu geçiren hastalarda yaptıkları çalışmada, görsel bilişsel işlev ile propriosepsiyon ve stabilite süresinin, izokinetik güç ve ölçümlerinin arasındaki ilişkiyi değerlendirmeyi amaçlamışlardır (Chaput ve diğerleri, 2022). Kişilerin görsel hafıza yeteneğinin iyi olmasının, eklem pozisyonunda istenen hedef açının tekrar üretilmesine yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir (Chaput ve diğerleri, 2022). Sonuçlarımızda erkek sporcuların DEPH bulguları incelendiğinde, homojen dağılım gösteren gruplar, son ve kalıcılık testlerinde birbirlerine üstün değillerdir ancak başlangıç değerlerine göre her iki grupta da iyileşme mevcuttur. KSE grubundaki değişim VGE grubuna göre daha büyüktür. Bununla birlikte VGE grubundaki iyileşme kalıcılık testinde azalarak devam ederken, KSE grubunda bu bulguya rastlanmamıştır. Kadınlardaki DEPH sonuçlarında da erkek sporcularla benzer şekilde, gruplar arası üstünlük gözlemlenmemiştir. Her ne kadar gruplar arasında fark olmasa da KSE grubunun post ve kalıcılık değerlendirmelerinde, VGE grubun aksine iyileşme gözlemlenmedi. VGE grubunda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da son ölçümde meydana gelen DEPH'deki iyileşme, takipte de hafif artış

(kötüleşme) göstererek devam etmiştir.

Yapılan çalışmalarda EDO talimatlı eğitimlerin, eklem pozisyon hissi hatasında %51 oranında iyileşme sağlayabildiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Ghaderi ve diğerleri, 2021). Ancak bu bulgular, ÖÇB rekonstrüksiyon cerrahisi geçiren kişilerde yapılan çalışmanın bulgularıdır ve verilen talimatlar tam anlamıyla çalışmamızla örtüşmemektedir. Literatürde, sonuçları kıyaslama yapabileceğimiz çalışmalara rastlanmamıştır. Çalışmamız bu alanda yapılmış ilk çalışmadır. Ek olarak çalışmamızda, yaptığımız girişimlerin akut etkisine bakmamız sebebiyle, uzun dönemde KSE ve VGE gruplarının arasındaki fark incelenmelidir.

5.3 Frontal Plan Projeksiyon Açısı

Dinamik diz valgusu; ayak bileği, diz ve kalçanın değişen kinemetiği olarak bilinmekle birlikte diz yaralanmalarıyla yaygın olarak ilişkili bulunmuştur (Munro ve diğerleri, 2012). FPPA, diz ve alt ekstremitte biyomekaniğinin bir göstergesi olarak diz yaralanmaları riskinin önceden belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Munro ve diğerleri, 2012). Hareket formunu iyileştirmede görsel eğitimlerle birlikte sözel dikkat odağı çalışmalarının olumlu sonuçları bilinmektedir. Alt ekstremitte dizilim formunu iyileştirmek için İDO ve EDO talimatlarının kullanıldığı çalışmaların sonuçları literatürde tutarsızlık göstermektedir (Vidal ve diğerleri, 2018; Kristiansen ve diğerleri, 2018). Bazı araştırmalar, hareket formunu düzeltmede İDO eğitimlerinin daha etkili olduğunu vurgulamaktadır (Schoenfeld ve diğerleri, 2018). Buna karşın, diğer çalışmalar her iki yöntem arasında belirgin bir üstünlük olmadığını ve her iki eğitimin de benzer sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur (Almonroeder ve diğerleri, 2019; Kristiansen ve diğerleri, 2018). Bunların yanında bildiğimiz kadarıyla, video talimatlı görsel eğitim ile sözel dikkat odağı talimatlı eğitimin birbirlerine üstünlüklerinin kıyaslandığı az sayıda çalışma mevcuttur (Benjaminse, 2017).

Almonroeder ve arkadaşlarının çalışmasında vücut ağırlığı ile çömelme hareketinde, verilen İDO ve EDO talimatları ile patellofemoral eklem yükünün değişimini incelemişlerdir (Almonroeder ve diğerleri, 2019). Çalışmanın sonucunda EDO ve İDO talimatlarından hangisinin daha üstün olduğu sonucuna varılamamış ancak verilen sözlü talimatların biyomekanik anlamda değişiklik sağlayarak eklem yükünü azaltabileceği sonucuna ulaşmışlardır (Almonroeder ve diğerleri, 2019). İki dikkat odağı talimatlarının, birbirlerine üstünlükleri tartışılan bir diğer çalışmada ise

Vidal ve arkadaşlarının atlama performansını ve alt ekstremitedeki koordinasyonunun farklı dikkat odağı talimatları altındaki değişikliklerini inceledikleri çalışmadır (Vidal ve diğerleri, 2018). Sıçrama performansını, kişilerin durdukları yerden uzun atlama yapmalarını isteyerek ölçümledikleri çalışmada; İDO talimatları diz ekstansiyonu için spesifik halde verilirken, EDO talimatları spesifik verilmemiştir (Vidal ve diğerleri, 2018). Çalışmanın bulguları, İDO talimatı diz kullanımını artırarak daha başarılı diz-ayak bileği hareketine yönelttiği şeklindedir fakat İDO ve EDO arasında görevleri yapma konusunda öne çıkan bir grup olmamıştır. (Vidal ve diğerleri, 2018). Bir başka çalışmada profesyonel kayakçıların katılım sağladığı EDO ve İDO talimatlarının diz hizalanmasındaki etkisine bakılmıştır (Werner, Peer-Kratzer, Mohr, van-Andel ve Federolf, 2022). Çalışmanın bulguları, her iki talimatın da ÖÇB yaralanmaları riskiyle bağdaştırılan dizin medial yer değiştirmesinde azalmaya katkısında önemli bir değişikliğe neden olduğudur. EDO ve İDO talimatlarının ikisi de istenen hareket formu değişikliklerini sağlamak için iyi sonuç çıkarmıştır ve istenen görev başarısı üzerine birbirlerine üstün gelememişlerdir (Werner, Peer-Kratzer, Mohr, van-Andel ve Federolf, 2022). Literatürdeki bu bulgular bize, dikkat odağı talimatlarının bireysel farklılıkların ve cinsiyetin ötesinde, öğrenme ve performans üzerindeki etkilerinin çok yönlü olduğunu düşündürmektedir. Çalışmamızda KSE'nin uzun vadeli başarıya katkısı olabileceğini ortaya koymaktadır. Çalışmamız internal ve eksternal dikkat odağı talimatlarının kombine olarak DDV üzerindeki etkinliğini inceleyen ilk çalışma olması sebebiyle, literatürdeki sonuçlar ile çalışma bulgularımız kıyaslanamamaktadır. Sonuç olarak, dinamik diz valgusunu azaltmaya yönelik dikkat odağı stratejilerinin bireyselleştirilmesi gerekliliği ve her iki cinsiyet için optimize edilmiş programların önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Dinamik diz valgusu, diz yaralanmalarıyla çok yakından ilişkili olup, özellikle ön çapraz bağ yaralanmaları riskini öngörmede kritik bir ölçüttür (Munro ve diğerleri, 2012). Görsel talimatların ÖÇB yaralanma önleyici programlarda kullanılması, gelenekler yöntemlerin yanında etkili bulunmaktadır (Dai ve diğerleri, 2015; Munro ve Herrington, 2014; Myer ve diğerleri, 2013). Barrios ve arkadaşlarının gerçek zamanlı görsel geri bildirim ile yeniden yürüyüş eğitimi verdikleri çalışmasında, dinamik diz hizalamasının geri bildirim ile dizde eksternal addüksiyon momentini indirgemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda frontal düzlemde diz açısıyla alakalı gerçek zamanlı sözel ve görsel geri bildirim, kalça iç rotasyonu ve diz

addüksiyon momentinde azalma görülmüştür (Barrios, Crossley ve Davis, 2010). Bunun yanında VGB ile ilgili, Dempsey ve arkadaşları, video geri bildiriminden sonra diz valgus momentinin azaldığını kaydetmiştir (Dempsey, Lloyd, Elliott, Steele ve Munro, 2009). Çalışmamızdaki erkek sporcuların FPPA bulgularına baktığımızda, her iki grupta da iyileşme görülmüştür ve yine her iki grupta da kalıcılık testindeki iyileşme, başlangıç değerinden üstündür. Ancak, VGE grubundaki iyileşme son testte daha büyükken, kalıcılık testinde KSE grubu daha istikrarlı bir ilerleme sergilemiştir. Bu durum, KSE grubunun uzun vadede daha etkili olabileceğini düşündürmektedir. Kadın sporcuların FPPA bulgularına baktığımızda ise gruplar arası anlamlı bir fark olmamakla birlikte, her iki grupta da kalıcılık testinde iyileşme devam etmiştir. Ancak, KSE grubundaki iyileşmenin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca değişkenlerin cinsiyetlere göre gruplar arası karşılaştırmasında anlamlı fark sadece FPPA takip sonuçlarında elde edilmiştir. Bu farkın kaynağı ise KSE kadın grubu, VGE erkek grubuna üstünlüğünden ortaya çıkmaktadır. Çalışmamız, sadece uzman videosu içeren bir VGE grubu ile internal ve eksternal dikkat odağını kombine kullanıp sözel talimat vererek birbirlerine üstünlüklerini karşılaştıran ilk çalışmadır. Ayrıca çalışmamızda hem kadın hem erkek sporcular değerlendirilmiştir. Çalışmamız bu yönleri ile literatüre katkıda bulunmaktadır.

Bölüm 6

Sonuç

Sonuçlarımızda erkek katılımcılar için video temelli geri bildirimlerin iniş biyomekaniğini düzeltmek amacıyla, kadın katılımcılar içinse kombine sözel dikkat odağı talimatlarının diz valgusunu düzeltmek için yaralanma önleyici programlara eklenmesinin faydalı olduğunu düşünmekteyiz.

Erkek katılımcılar video talimatlı geri bildirimden, sözel eğitime kıyasla açıkça daha fazla yararlanmaktadır. Kadın katılımcılar ise video ve kombine sözel eğitimden benzer şekillerde yararlanabilmektedir. Bunun nedeni, kadınların bu eğitim metotlarına karşı toleransı daha yüksek şekilde yanıt vermeleri olabilir.

KAYNAKÇA

- Aaltonen, S., Karjalainen, H., Heinonen, A., Parkkari, J., & Kujala, U. M. (2007). Prevention of sports injuries: systematic review of randomized controlled trials. *Archives of internal medicine*, 167(15), 1585–1592. <https://doi.org/10.1001/archinte.167.15.1585>
- Akbari, H., Kuwano, S., & Shimokochi, Y. (2023). Effect of Heading a Soccer Ball as an External Focus During a Drop Vertical Jump Task. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 11(4), 23259671231164706. <https://doi.org/10.1177/23259671231164706>
- Algun, Z. C., Mutluay, F., & Bayram, Ö. Rehabilitasyonda Özel Konular (IV).
- Almonroeder, T. G., Watkins, E., & Widenhoefer, T. (2019). Verbal Instruction Reduces Patellofemoral Joint Loading During Bodyweight Squatting. *Journal of sport rehabilitation*, 29(4), 463–468. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0157>
- Arifoğlu, Y. (2017). *Brs Gross Anatomi*.
- Augustsson, S., Augustsson, J., Thomeé, R., Karlsson, J., Eriksson, B., & Svantesson, U. (2011). Performance enhancement following a strength and injury prevention program: A 26- week individualized and supervised intervention in adolescent female volleyball players. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 6(3), 399–418.
- Barrios, J. A., Crossley, K. M., & Davis, I. S. (2010). Gait retraining to reduce the knee adduction moment through real-time visual feedback of dynamic knee alignment. *Journal of biomechanics*, 43(11), 2208–2213. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2010.03.040>
- Bastian A. J. (2006). Learning to predict the future: the cerebellum adapts feedforward movement control. *Current opinion in neurobiology*, 16(6), 645–649. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2006.08.016>
- Benjaminse A, Gokeler A, Dowling AV, Faigenbaum A, Ford KR, Hewett TE, Onate JA, Otten B, Myer GD (2015) Optimization of the anterior cruciate ligament

injury prevention paradigm: novel feedback techniques to enhance motor learning and reduce injury risk. *J Orthop Sports Phys Ther* 45:170–182

Benjaminse A, Otten E (2011) ACL injury prevention, more effective with a different way of motor learning? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19:622–627

Benjaminse A, Welling W, Otten B, Gokeler A (2015) Novel methods of instruction in ACL injury prevention programs, a systematic review. *Phys Ther Sport* 16:176–186

Benjaminse, A., Otten, B., Gokeler, A., Diercks, R. L., & Lemmink, K. A. P. M. (2017). Motor learning strategies in basketball players and its implications for ACL injury prevention: a randomized controlled trial. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 25(8), 2365–2376. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3727-0>

Benjaminse, A., Postma, W., Janssen, I., & Otten, E. (2017). Video Feedback and 2-Dimensional Landing Kinematics in Elite Female Handball Players. *Journal of athletic training*, 52(11), 993–1001. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.10.11>

Bere, T., Kruczynski, J., Veintimilla, N., Hamu, Y., & Bahr, R. (2015). Injury risk is low among world-class volleyball players: 4-year data from the FIVB Injury Surveillance System. *British journal of sports medicine*, 49(17), 1132–1137. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094959>

Boden, B. P., & Sheehan, F. T. (2022). Mechanism of non-contact ACL injury: OREF Clinical Research Award 2021. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 40(3), 531–540. <https://doi.org/10.1002/jor.25257>

Brass, M., & Heyes, C. (2005). Imitation: is cognitive neuroscience solving the correspondence problem?. *Trends in cognitive sciences*, 9(10), 489–495. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.08.007>

- Brukner, Peter & Brukner, Peter & Khan, Karim. (2017). *Brukner & Khan's clinical sports medicine. Volume 1 : injuries / Peter Brukner [and eight others]*. Sydney, [New South Wales] : McGraw-Hill Education Australia
- Brunner, R., Friesenbichler, B., Casartelli, N. C., Bizzini, M., Maffiuletti, N. A., & Niedermann, K. (2019). Effectiveness of multicomponent lower extremity injury prevention programmes in team-sport athletes: an umbrella review. *British journal of sports medicine*, 53(5), 282–288. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098944>
- Buccino, G., Binkofski, F., & Riggio, L. (2004). The mirror neuron system and action recognition. *Brain and language*, 89(2), 370–376. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00356-0](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00356-0)
- Butler, D. L., Noyes, F. R., & Grood, E. S. (1980). Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee. A biomechanical study. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 62(2), 259–270.
- Carder, S. L., Giusti, N. E., Vopat, L. M., Tarakemeh, A., Baker, J., Vopat, B. G., & Mulcahey, M. K. (2020). The concept of sport sampling versus sport specialization: preventing youth athlete injury: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 48(11), 2850-2857.
- Chaput, M., Onate, J. A., Simon, J. E., Criss, C. R., Jamison, S., McNally, M., & Grooms, D. R. (2022). Visual cognition associated with knee proprioception, time to stability, and sensory integration neural activity after ACL reconstruction. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 40(1), 95–104. <https://doi.org/10.1002/jor.25014>
- Chia, L., De Oliveira Silva, D., Whalan, M., McKay, M. J., Sullivan, J., Fuller, C. W., & Pappas, E. (2022). Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injury Epidemiology in Team-Ball Sports: A Systematic Review with Meta-analysis by Sex, Age, Sport, Participation Level, and Exposure Type. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(10), 2447–2467.

- Chua, L.-K., Jimenez-Diaz, J., Lewthwaite, R., Kim, T., & Wulf, G. (2021). Superiority of external attentional focus for motor performance and learning: 68 Systematic reviews and meta-analyses. *Psychological Bulletin*, 147(6), 618–645. <https://doi.org/10.1037/bul0000335>
- Claeys, K., Brumagne, S., Dankaerts, W., Kiers, H., & Janssens, L. (2011). Decreased variability in postural control strategies in young people with non-specific low back pain is associated with altered proprioceptive reweighting. *European journal of applied physiology*, 111(1), 115–123. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1637-x>
- Cochrane, J. L., Lloyd, D. G., Besier, T. F., Elliott, B. C., Doyle, T. L., & Ackland, T. R. (2010). Training affects knee kinematics and kinetics in cutting maneuvers in sport. *Medicine and science in sports and exercise*, 42(8), 1535–1544. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d03ba0>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Collins, D., Carson, H. J., & Toner, J. (2016). Letter to the editor concerning the article “Performance of gymnastics skill benefits from an external focus of attention” by Abdollahipour, Wulf, Psotta & Nieto (2015). *Journal of Sports Sciences*, 34(13), 1288–1292. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1098782>
- Cronin, J. B., Bressel, E., & Fkinn, L. (2008). Augmented feedback reduces ground reaction forces in the landing phase of the volleyball spike jump. *Journal of sport rehabilitation*, 17(2), 148–159. <https://doi.org/10.1123/jsr.17.2.148>
- Cumps, E., Verhagen, E. A., Duerinck, S., Devillé, A., Duchene, L., & Meeusen, R. (2008). Effect of a preventive intervention programme on the prevalence of anterior knee pain in volleyball players. *European Journal of Sport Science*, 8(4), 183–192.
- Dalvandpour, N., Zareei, M., Abbasi, H., Abdoli, B., Mohammadian, M. A., Rommers, N., & Rössler, R. (2023). Focus of Attention During ACL Injury Prevention Exercises Affects Improvements in Jump-Landing Kinematics in

Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *Journal of strength and conditioning research*, 37(2), 337–342.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004201>

de Loës, M., Dahlstedt, L. J., & Thomée, R. (2000). A 7-year study on risks and costs of knee injuries in male and female youth participants in 12 sports. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 10(2), 90–97.
<https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2000.010002090.x>

Dempsey, A. R., Elliott, B. C., Munro, B. J., Steele, J. R., & Lloyd, D. G. (2012). Whole body kinematics and knee moments that occur during an overhead catch and landing task in sport. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 27(5), 466–474. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.12.001>

Dempsey, A. R., Lloyd, D. G., Elliott, B. C., Steele, J. R., & Munro, B. J. (2009). Changing sidestep cutting technique reduces knee valgus loading. *The American journal of sports medicine*, 37(11), 2194–2200.
<https://doi.org/10.1177/0363546509334373>

Diekfuss, J. A., & Raisbeck, L. D. (2016). Focus of attention and instructional feedback from NCAA division 1 collegiate coaches. *Journal of Motor Learning and Development*, 4(2), 262–273. <https://doi.org/10.1123/jmld.2015-0026>

Dischiavi, S. L., Wright, A. A., Hegedus, E. J., & Bleakley, C. M. (2019). Rethinking Dynamic Knee Valgus and Its Relation to Knee Injury: Normal Movement Requiring Control, Not Avoidance. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 49(4), 216–218.

Donnell-Fink, L. A., Klara, K., Collins, J. E., Yang, H. Y., Goczalk, M. G., Katz, J. N., & Losina, E. (2015). Effectiveness of Knee Injury and Anterior Cruciate Ligament Tear Prevention Programs: A Meta-Analysis. *PloS one*, 10(12), e0144063.

Driemeyer, J., Boyke, J., Gaser, C., Büchel, C., & May, A. (2008). Changes in gray matter induced by learning—revisited. *PLOS ONE*, 3(7), e2669.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002669>

- Eerkes K. (2012). Volleyball injuries. *Current sports medicine reports*, 11(5), 251–256. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3182699037>
- Ericksen, H. M., Pietrosimone, B., Gribble, P. A., & Thomas, A. C. (2018). Evaluation of Agreement Between Participant and Expert on Jump-Landing Characteristics During a 4-Week Intervention. *Journal of sport rehabilitation*, 27(6), 536–540. <https://doi.org/10.1123/jsr.2017-0015>
- Ericksen, H. M., Thomas, A. C., Gribble, P. A., Doebel, S. C., & Pietrosimone, B. G. (2015). Immediate effects of real-time feedback on jump-landing kinematics. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 45(2), 112–118. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.4997>
- Etnoyer, J., Cortes, N., Ringleb, S. I., Van Lunen, B. L., & Onate, J. A. (2013). Instruction and jump-landing kinematics in college-aged female athletes over time. *Journal of athletic training*, 48(2), 161–171. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.2.09>
- EuroSafe. (2016). Injuries in the European Union, summary on injury statistics 2012–2014.
- Fitts, P. M. (1964). Perceptual-motor skill learning. In *Categories of human learning* (pp. 243-285). Academic Press.
- Fitts, P. M. (1967). *Human performance*. Brooks/Cole.
- Fradkin, A. J., Gabbe, B. J., & Cameron, P. A. (2006). Does warming up prevent injury in sport? The evidence from randomised controlled trials?. *Journal of science and medicine in sport*, 9(3), 214–220. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.03.026>
- Frasie, A., Houry, M., Plourde, C., Robert, M. T., Bouyer, L. J., & Roy, J. S. (2023). Feedback for the prevention and rehabilitation of work-related musculoskeletal disorders: A systematic review. *Work (Reading, Mass.)*, 76(1), 61–94. <https://doi.org/10.3233/WOR-220545>

- Gadikota, H. R., Kikuta, S., Qi, W., Nolan, D., Gill, T. J., & Li, G. (2013). Effect of increased iliotibial band load on tibiofemoral kinematics and force distributions: a direct measurement in cadaveric knees. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 43(7), 478–485. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4506>
- Gagnier, J. J., Morgenstern, H., & Chess, L. (2013). Interventions designed to prevent anterior cruciate ligament injuries in adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of sports medicine*, 41(8), 1952–1962
- Ghaderi, M., Letafatkar, A., Thomas, A. C., & Keyhani, S. (2021). Effects of a neuromuscular training program using external focus attention cues in male athletes with anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 13(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s13102-021-00275-3>
- Ghanati, H. A., Letafatkar, A., Shojaedin, S., Hadadnezhad, M., & Schöllhorn, W. I. (2022). Comparing the Effects of Differential Learning, Self-Controlled Feedback, and External Focus of Attention Training on Biomechanical Risk Factors of Anterior Cruciate Ligament (ACL) in Athletes: A Randomized Controlled Trial. *International journal of environmental research and public health*, 19(16), 10052. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610052>
- Gokeler, A., Neuhaus, D., Benjaminse, A., Grooms, D. R., & Baumeister, J. (2019). Principles of motor learning to support neuroplasticity after ACL injury: Implications for optimizing performance and reducing risk of second ACL injury. *Sports Medicine*, 49(6), 853–865. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01058-0>
- Gottwald, V. M., Owen, R., Lawrence, G. P., & McNevin, N. (2020). An internal focus of attention is optimal when congruent with afferent proprioceptive task information. *Psychology of Sport and Exercise*, 47, Article 101634. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.101634>
- Gouttebauge, V., Zwerver, J., & Verhagen, E. (2017). Preventing musculoskeletal injuries among recreational adult volleyball players: design of a randomised

- prospective controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*, 18(1), 333. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1699-6>
- Griffin, L. Y. (2002). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: prevention strategies. *Instructional Course Lectures*, 51, 311-314.
- Hardy, L., Mullen, R., & Martin, N. (2001). Effect of task-relevant cues and state anxiety on motor performance. *Perceptual and motor skills*, 92(3 Pt 1), 943–946. <https://doi.org/10.2466/pms.2001.92.3>.
- Herman, D. C., Oñate, J. A., Weinhold, P. S., Guskiewicz, K. M., Garrett, W. E., Yu, B., & Padua, D. A. (2009). The effects of feedback with and without strength training on lower extremity biomechanics. *The American journal of sports medicine*, 37(7), 1301–1308. <https://doi.org/10.1177/0363546509332253>
- Herrebrøden H. (2023). Motor Performers Need Task-relevant Information: Proposing an Alternative Mechanism for the Attentional Focus Effect. *Journal of motor behavior*, 55(1), 125–134. <https://doi.org/10.1080/00222895.2022.2122920>
- Hertel J. (2008). Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. *Clinics in sports medicine*, 27(3), 353–vii. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2008.03.006>
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Jr, Colosimo, A. J., McLean, S. G., van den Bogert, A. J., Paterno, M. V., & Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 33(4), 492–501. <https://doi.org/10.1177/0363546504269591>
- Holm, I., Fosdahl, M. A., Friis, A., Risberg, M. A., Myklebust, G., & Steen, H. (2004). Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 14(2), 88–94. <https://doi.org/10.1097/00042752-200403000-00006>

- Huang, Y. L., Jung, J., Mulligan, C. M. S., Oh, J., & Norcross, M. F. (2020). A Majority of Anterior Cruciate Ligament Injuries Can Be Prevented by Injury Prevention Programs: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials and Cluster-Randomized Controlled Trials With Meta-analysis. *The American journal of sports medicine*, 48(6), 1505–1515. <https://doi.org/10.1177/0363546519870175>
- Hutchison M, Comper P, Mainwaring L, Richards D. The influence of musculoskeletal injury on cognition: implications for concussion research. *Am J Sports Med*. 2011;39(11):2331-2337. <https://doi.org/10.1177/0363546511413375> Jordan, S. S., DeFrate, L. E., Nha, K. W., Papannagari, R., Gill, T. J., & Li, G.
- Hübscher, M., Zech, A., Pfeifer, K., Hänsel, F., Vogt, L., & Banzer, W. (2010). Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. *Medicine and science in sports and exercise*, 42(3), 413–421. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b88d37>
- Iacoboni M. (2005). Neural mechanisms of imitation. *Current opinion in neurobiology*, 15(6), 632–637. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.10.010>
- Ishii, Y., Terajima, K., Terashima, S., & Koga, Y. (1997). Three-dimensional kinematics of the human knee with intracortical pin fixation. *Clinical orthopaedics and related research*, (343), 144–150.
- Kaya, D., Guney-Deniz, H., Sayaca, C., Calik, M., & Doral, M. N. (2019). Effects on Lower Extremity Neuromuscular Control Exercises on Knee Proprioception, Muscle Strength, and Functional Level in Patients with ACL Reconstruction. *BioMed research international*, 2019, 1694695. <https://doi.org/10.1155/2019/1694695>
- Kilic, O., Maas, M., Verhagen, E., Zwerver, J., & Goutteborge, V. (2017). Incidence, aetiology and prevention of musculoskeletal injuries in volleyball: A systematic review of the literature. *European journal of sport science*, 17(6), 765–793. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1306114>

- Krosshaug, T., Steffen, K., Kristianslund, E., Nilstad, A., Mok, K. M., Myklebust, G., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2016). The Vertical Drop Jump Is a Poor Screening Test for ACL Injuries in Female Elite Soccer and Handball Players: A Prospective Cohort Study of 710 Athletes. *The American journal of sports medicine*, 44(4), 874–883. <https://doi.org/10.1177/0363546515625048>
- Kuo, C. Y., Louie, J. K., & Mote, C. D., Jr (1983). Field measurements in snow skiing injury research. *Journal of biomechanics*, 16(8), 609–624. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(83\)90111-2](https://doi.org/10.1016/0021-9290(83)90111-2)
- Larwa, J., Stoy, C., Chafetz, R. S., Boniello, M., & Franklin, C. (2021). Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes. *International journal of environmental research and public health*, 18(7), 3826. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073826>
- Lauersen, J. B., Andersen, T. E., & Andersen, L. B. (2018). Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 52(24), 1557–1563. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099078>
- Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British journal of sports medicine*, 48(11), 871–877. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>
- Lee, H. M., Cheng, C. K., & Liao, J. J. (2009). Correlation between proprioception, muscle strength, knee laxity, and dynamic standing balance in patients with chronic anterior cruciate ligament deficiency. *The Knee*, 16(5), 387–391. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2009.01.006>
- Leppänen, M., Aaltonen, S., Parkkari, J., Heinonen, A., & Kujala, U. M. (2014). Interventions to prevent sports related injuries: a systematic review and meta-

analysis of randomised controlled trials. *Sports medicine* (Auckland, N.Z.), 44(4), 473–486. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0136-8>

Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., Kirkendall, D. T., & Garrett, W., Jr (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *The American journal of sports medicine*, 33(7), 1003–1010. ,

Martínez-Fortuny, N., Alonso-Calvete, A., Da Cuña-Carrera, I., & Abalo-Núñez, R. (2023). Menstrual Cycle and Sport Injuries: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 20(4), 3264. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043264>

Masouros, S. D., Bull, A. M. J., & Amis, A. A. (2010). (i) Biomechanics of the knee joint. *Orthopaedics and Trauma*, 24(2), 84-91.

Mauntel, T. C., Frank, B. S., Begalle, R. L., Blackburn, J. T., & Padua, D. A. (2014). Kinematic differences between those with and without medial knee displacement during a single-leg squat. *Journal of applied biomechanics*, 30(6), 707–712. <https://doi.org/10.1123/jab.2014-0003>

McKeon, P. O., Booi, M. J., Branam, B., Johnson, D. L., & Mattacola, C. G. (2010). Lateral ankle ligament anesthesia significantly alters single limb postural control. *Gait & posture*, 32(3), 374–377. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.06.016>

McKeon, P. O., Stein, A. J., Ingersoll, C. D., & Hertel, J. (2012). Altered plantar-receptor stimulation impairs postural control in those with chronic ankle instability. *Journal of sport rehabilitation*, 21(1), 1–6. <https://doi.org/10.1123/jsr.21.1.1>

McLean, S. G., Walker, K., Ford, K. R., Myer, G. D., Hewett, T. E., & van den Bogert, A. J. (2005). Evaluation of a two dimensional analysis method as a screening and evaluation tool for anterior cruciate ligament injury. *British journal of sports medicine*, 39(6), 355–362. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.018598>

- McNevin, N. H., Wulf, G., & Carlson, C. (2000). Effects of attentional focus, self-control, and dyad training on motor learning: implications for physical rehabilitation. *Physical therapy*, 80(4), 373–385. <https://doi.org/10.1093/ptj/80.4.373>
- Mojaddarasil, M., & Sadigh, M. J. (2021). Parametric analysis of landing injury : The effect of landing posture and joint displacement. *Physical and engineering sciences in medicine*, 44(3), 755–772. <https://doi.org/10.1007/s13246-021-01023-0>
- Molenberghs, P., Cunnington, R., & Mattingley, J. B. (2009). Is the mirror neuron system involved in imitation? A short review and meta-analysis. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 33(7), 975–980. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.03.010>
- Montero, B. G., Toner, J., & Moran, A. (2018). Questioning the breadth of the attentional focus effect. In M. Cappuccio (Ed.), *Handbook of embodied cognition and sport psychology* (pp. 199–222). MIT Press.
- Moriceau, J., Fevre, A., Domínguez-Balmaseda, D., González-de-la-Flor, Á., Simón-Areces, J., & García-Pérez-de-Sevilla, G. (2022). The Influence of the Menstrual Cycle and Oral Contraceptives on Knee Laxity or Anterior Cruciate Ligament Injury Risk: A Systematic Review. *Applied Sciences*, 12(24), 12627.
- Munro, A., Herrington, L., & Carolan, M. (2012). Reliability of 2-dimensional video assessment of frontal-plane dynamic knee valgus during common athletic screening tasks. *Journal of sport rehabilitation*, 21(1), 7–11. <https://doi.org/10.1123/jsr.21.1.7>
- Myer, G. D., Ford, K. R., McLean, S. G., & Hewett, T. E. (2006). The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. *The American journal of sports medicine*, 34(3), 445–455. <https://doi.org/10.1177/0363546505281241>

- Nagai, T., Schilaty, N. D., Strauss, J. D., Crowley, E. M., & Hewett, T. E. (2018). Analysis of Lower Extremity Proprioception for Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention: Current Opinion. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(6), 1303–1309. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0889-1>
- Neumann, D. A. (2002). *Kinesiology of the musculoskeletal system*. St. Louis: Mosby, 25-40.
- Neumann, Donald A. (2010). *Kinesiology of the musculoskeletal system : foundations for rehabilitation*. St. Louis, Mo. :Mosby/Elsevier,
- Nyman, E., Jr, & Armstrong, C. W. (2015). Real-time feedback during drop landing training improves subsequent frontal and sagittal plane knee kinematics. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 30(9), 988–994.
- Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R (2005) Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 330:449
- Oñate, J. A., Guskiewicz, K. M., Marshall, S. W., Giuliani, C., Yu, B., & Garrett, W. E. (2005). Instruction of jump-landing technique using videotape feedback: altering lower extremity motion patterns. *The American journal of sports medicine*, 33(6), 831–842. <https://doi.org/10.1177/0363546504271499>
- Oñate, J. A., Guskiewicz, K. M., Marshall, S. W., Giuliani, C., Yu, B., & Garrett, W. E. (2005). Instruction of jump-landing technique using videotape feedback: altering lower extremity motion patterns. *The American journal of sports medicine*, 33(6), 831–842. <https://doi.org/10.1177/0363546504271499>
- Padua, D. A., DiStefano, L. J., Beutler, A. I., de la Motte, S. J., DiStefano, M. J., & Marshall, S. W. (2015). The Landing Error Scoring System as a Screening Tool for an Anterior Cruciate Ligament Injury-Prevention Program in Elite-Youth Soccer Athletes. *Journal of athletic training*, 50(6), 589–595. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.10>

- Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett, W. E., Jr, & Beutler, A. I. (2009). The Landing Error Scoring System (LESS) Is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: The JUMP-ACL study. *The American journal of sports medicine*, 37(10), 1996–2002. <https://doi.org/10.1177/0363546509343200>
- Palma, D. D., & Tafuri, D. (2016). Special needs and inclusion in sport management: a specific literature review.
- Pappas E, Hagins M, Sheikhzadeh A, Nordin M, Rose D (2007) Biomechanical differences between unilateral and bilateral landings from a jump: gender differences. *Clin J Sports Med*. 17(4):263–8
- Parlaz, E. A., Tekgöl, N., Karademirci, E., & Öngel, K. (2012). Ergenlik dönemi: fiziksel büyüme, psikolojik ve sosyal gelişim süreci. *Turkish Family Physician*, 3(2), 10-16.
- Parsons, J. L., & Alexander, M. J. (2012). Modifying spike jump landing biomechanics in female adolescent volleyball athletes using video and verbal feedback. *Journal of strength and conditioning research*, 26(4), 1076–1084. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822e5876>
- Parsons, J. L., & Alexander, M. J. (2012). Modifying spike jump landing biomechanics in female adolescent volleyball athletes using video and verbal feedback. *Journal of strength and conditioning research*, 26(4), 1076–1084. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822e5876>
- Patel, V. V., Hall, K., Ries, M., Lotz, J., Ozhinsky, E., Lindsey, C., Lu, Y., & Majumdar, S. (2004). A three-dimensional MRI analysis of knee kinematics. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 22(2), 283–292. <https://doi.org/10.1016/j.orthres.2003.08.015>
- Peterka R. J. (2002). Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of neurophysiology*, 88(3), 1097–1118. <https://doi.org/10.1152/jn.2002.88.3.1097>

- Pfeifer, C. E., Beattie, P. F., Sacko, R. S., & Hand, A. (2018). RISK FACTORS ASSOCIATED WITH NON-CONTACT ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY: A SYSTEMATIC REVIEW. *International journal of sports physical therapy*, 13(4), 575–587.
- Pisirici, P., & Ufuk Sakul, B. (2024). Investigation of the functional and biomechanical effect of instrument-assisted soft tissue mobilization technique in individuals with asymptomatic dynamic knee valgus - Randomized controlled trial. *Journal of bodywork and movement therapies*, 39, 263–269. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.02.040>
- Piskin, D., Benjaminse, A., Dimitrakis, P., & Gokeler, A. (2022). Neurocognitive and Neurophysiological Functions Related to ACL Injury: A Framework for Neurocognitive Approaches in Rehabilitation and Return-to-Sports Tests. *Sports health*, 14(4), 549–555. <https://doi.org/10.1177/19417381211029265>
- Pişirici, P. (2020). Asemptomatik dinamik diz valguslu bireylerde graston tekniğinin fonksiyonel ve biyomekanik etkisinin, anatomi diseksiyonu desteğiyle değerlendirilmesi. (Yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık 82 Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pollard, C. D., Sigward, S. M., Ota, S., Langford, K., & Powers, C. M. (2006). The influence of in-season injury prevention training on lower-extremity kinematics during landing in female soccer players. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 16(3), 223–227. <https://doi.org/10.1097/00042752-200605000-00006>
- Porter, J., Wu, W., & Partridge, J. (2010). Focus of attention and verbal instructions: Strategies of elite track and field coaches and athletes. *Sport Science Review*, 19(3-4), 77.
- Powers C. M. (2000). Patellar kinematics, part I: the influence of vastus muscle activity in subjects with and without patellofemoral pain. *Physical therapy*, 80(10), 956–964.

- Powers C. M. (2010). The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 40(2), 42–51. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3337>
- Prapavessis, H., McNair, P. J., Anderson, K., & Hohepa, M. (2003). Decreasing landing forces in children: the effect of instructions. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 33(4), 204–207. <https://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.4.204>
- Puddle, D. L., & Maulder, P. S. (2013). Ground reaction forces and loading rates associated with parkour and traditional drop landing techniques. *Journal of sports science & medicine*, 12(1), 122–129.
- Quatman, C. E., Kiapour, A., Myer, G. D., Ford, K. R., Demetropoulos, C. K., Goel, V. K., & Hewett, T. E. (2011). Cartilage pressure distributions provide a footprint to define female anterior cruciate ligament injury mechanisms. *The American journal of sports medicine*, 39(8), 1706–1713. <https://doi.org/10.1177/0363546511400980>
- Ramirez, M., Negrete, R., J Hanney, W., & Kolber, M. J. (2018). Quantifying Frontal Plane Knee Kinematics In Subjects With Anterior Knee Pain: The Reliability And Concurrent Validity Of 2d Motion Analysis. *International Journal Of Sports Physical Therapy*, 13(1), 86–93.
- Redler, L. H., Watling, J. P., Dennis, E. R., Swart, E., & Ahmad, C. S. (2016). Reliability of a field-based drop vertical jump screening test for ACL injury risk assessment. *The Physician and sportsmedicine*, 44(1), 46–52. <https://doi.org/10.1080/00913847.2016.1131107>
- Reeser, J. C., & Bahr, R. (2011). Principles of prevention and treatment of common volleyball injuries. WEB-pecypc Fédération Internationale de Volleyball (FIVB). URL: http://www.fivb.org/en/medical/document/fivb_medical_injury_prevention.pdf (дата обращения 3.04. 2015).

- Reeser, J. C., Verhagen, E., Briner, W. W., Askeland, T. I., & Bahr, R. (2006). Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *British journal of sports medicine*, 40(7), 594–600. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.018234>
- Richardson, M. C., Wilkinson, A., Chesterton, P., & Evans, W. (2020). Effect of Sand on Landing Knee Valgus During Single-Leg Land and Drop Jump Tasks: Possible Implications for ACL Injury Prevention and Rehabilitation. *Journal of sport rehabilitation*, 30(1), 97–104. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0306>.
- Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002). The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *Journal of athletic training*, 37(1), 71–79.
- Roberta, M., Belfiore, P., & Liparoti, M. (2020). Neuroplasticity and motor learning in sport activity. *Journal of Physical Education and Sport*, 20, 2354–2359.
- Romero-Franco, N., Montaña-Munuera, J. A., & Jiménez-Reyes, P. (2017). Validity and Reliability of a Digital Inclinometer to Assess Knee Joint-Position Sense in a Closed Kinetic Chain. *Journal of sport rehabilitation*, 26(1), jsr.2015-0138. <https://doi.org/10.1123/jsr.2015-0138>
- Schmidt, R. A. (2008). *Motor learning and performance: A situation-based learning approach*. Human Kinetics.
- Schmidt, R. A., & Wrisberg, C. A. (2004). *Motor learning and performance: A problem-based approach*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C., Wulf, G., & Zelaznik, H. N. (2018). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. Human kinetics.
- Sheikhi, B., Letafatkar, A., Thomas, A. C., & Ford, K. R. (2021). Altered trunk and lower extremity movement coordination after neuromuscular training with and without external focus instruction: a randomized controlled trial. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 13(1), 92. <https://doi.org/10.1186/s13102-021-00326-9>

- Stephenson, S. D., Kocan, J. W., Vinod, A. V., Kluczynski, M. A., & Bisson, L. J. (2021). A Comprehensive Summary of Systematic Reviews on Sports Injury Prevention Strategies. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 9(10), 23259671211035776. <https://doi.org/10.1177/23259671211035776>
- Stickler, L., Finley, M., & Gulgin, H. (2015). Relationship between hip and core strength and frontal plane alignment during a single leg squat. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 16(1), 66–71. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.05.002>
- Stijak, L., Kadija, M., Djulejić, V., Aksić, M., Petronijević, N., Aleksić, D., Radonjić, V., Bumbaširević, M., & Filipović, B. (2015). The influence of sex hormones on anterior cruciate ligament ruptures in males. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 23(12), 3578–3584.
- Straub, R. K., & Powers, C. M. (2022). Does the 2D Frontal Plane Projection Angle Predict Frontal Plane Knee Moments during Stepping, Landing, and Change of Direction Tasks?. *International journal of sports physical therapy*, 17(7), 1259–1270. <https://doi.org/10.26603/001c.39612>
- Sugimoto D, Myer GD, McKeon JM, Hewett TE (2012) Evaluation of the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a critical review of relative risk reduction and numbers-needed-to-treat analyses. *Br J Sports Med* 46:979–988
- Sugimoto, D., Myer, G. D., Foss, K. D., & Hewett, T. E. (2015). Specific exercise effects of preventive neuromuscular training intervention on anterior cruciate ligament injury risk reduction in young females: meta-analysis and subgroup analysis. *British journal of sports medicine*, 49(5), 282–289. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093461>
- Suner-Keklik, S., Cobanoglu-Seven, G., Kafa, N., Ugurlu, M., & Guzel, N. A. (2017). The Validity and Reliability of Knee Proprioception Measurement Performed With Inclinometer in Different Positions. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(6). Retrieved Nov 4, 2023, from <https://doi.org/10.1123/jsr.2017-0010>

- Swart, E., Redler, L., Fabricant, P. D., Mandelbaum, B. R., Ahmad, C. S., & Wang, Y. C. (2014). Prevention and screening programs for anterior cruciate ligament injuries in young athletes: a cost-effectiveness analysis. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 96(9), 705–711. <https://doi.org/10.2106/JBJS.M.00560>
- Swartz, E. E., Decoster, L. C., Russell, P. J., & Croce, R. V. (2005). Effects of Developmental Stage and Sex on Lower Extremity Kinematics and Vertical Ground Reaction Forces During Landing. *Journal of athletic training*, 40(1), 9–14.
- Şensoy, C., ŞENEL, Ö., & AKARÇEŞME, C. (2021). Farklı Spor Branşlarında Spor Yaralanma Çeşitleri ile Yaralanma Kaygısı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Ulusal Kinesyoloji Dergisi*, 2(2), 27- 41.
- Tamura, A., Akasaka, K., Otsudo, T., Shiozawa, J., Toda, Y., & Yamada, K. (2017). Dynamic knee valgus alignment influences impact attenuation in the lower extremity during the deceleration phase of a single-leg landing. *PloS one*, 12(6), e0179810. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179810>
- Tarantino, K. (2022). Return to Sport Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Women’s Indoor Volleyball. *Journal of Women's Sports Medicine*, 2(2), 42-56.
- Tsai, Y. J., Tsai, T. C., Chung, T. C., Hsiao, C. K., & Tu, Y. K. (2024). Assessment of joint position sense in active and passive modes with various elbow flexion angles and movement speeds using an isokinetic dynamometer. *Musculoskeletal science & practice*, 73, 103153. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2024.103153>
- Verhagen, E. A., van Tulder, M., van der Beek, A. J., Bouter, L. M., & van Mechelen, W. (2005). An economic evaluation of a proprioceptive balance board training programme for the prevention of ankle sprains in volleyball. *British Journal of Sports Medicine*, 39 (2), 111–115. doi:10.1136/bjism.2003.011031
- Verhagen, E., Vriend, I., Gouttebauge, V., Kemler, E., de Wit, J., Zomerdijs, D., & Nauta, J. (2023). Effectiveness of a warm-up programme to reduce injuries in

youth volleyball players: a quasi-experiment. *British journal of sports medicine*, 57(8), 464–470. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-105425>

Vidal, A., Wu, W., Nakajima, M., & Becker, J. (2018). Investigating the Constrained Action Hypothesis: A Movement Coordination and Coordination Variability Approach. *Journal of motor behavior*, 50(5), 528–537. <https://doi.org/10.1080/00222895.2017.1371111>

Webster, K. E., Nagelli, C. V., Hewett, T. E., & Feller, J. A. (2018). Factors Associated With Psychological Readiness to Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery. *The American journal of sports medicine*, 46(7), 1545–1550.

Weinstein, C. J. (1991). Opportunities for advanced speech processing in military computer-based systems. *Proceedings of the IEEE*, 79(11), 1626-1641.

Welling, W., Benjaminse, A., Gokeler, A., & Otten, B. (2016). Enhanced retention of drop vertical jump landing technique: A randomized controlled trial. *Human movement science*, 45, 84–95. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.11.008>

Werner, I., Peer-Kratzer, M., Mohr, M., van-Andel, S., & Federolf, P. (2022). Intervention for Better Knee Alignment during Jump Landing: Is There an Effect of Internally vs. Externally Focused Instructions?. *International journal of environmental research and public health*, 19(17), 10763. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710763>

Wikstrom, E. A., Song, K., Pietrosimone, B. G., Blackburn, J. T., & Padua, D. A. (2017). Visual Utilization During Postural Control in Anterior Cruciate Ligament- Deficient and -Reconstructed Patients: Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 98(10), 2052–2065. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.04.010>

Wilczyński, B., Zorena, K., & Ślęzak, D. (2020). Dynamic Knee Valgus in Single-Leg Movement Tasks. Potentially Modifiable Factors and Exercise Training Options. A Literature Review. *International journal of environmental research and public health*, 17(21), 8208. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218208>

- Wilk, K., Thomas, Z. M., Arrigo, C. A., & Davies, G. J. (2023). The need to change return to play testing in athletes following ACL injury: A theoretical model. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 18*(1), 272–281. <https://doi.org/10.26603/001c.67988>
- Winby, C. R., Lloyd, D. G., Besier, T. F., & Kirk, T. B. (2009). Muscle and external load contribution to knee joint contact loads during normal gait. *Journal of biomechanics*, 42(14), 2294–2300. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.06.019>
- Winter, D. A. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement*. John Wiley & Sons.
- Wojtys, E. M., & Brower, A. M. (2010). Anterior cruciate ligament injuries in the prepubescent and adolescent athlete: clinical and research considerations. *Journal of athletic training*, 45(5), 509–512.
- Wulf G, Shea C, Lewthwaite R (2010) Motor skill learning and performance: a review of influential factors. *Med Educ* 44:75–84
- Wulf, G. (2013). Attentional focus and motor learning: a review of 15 years. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 6(1), 77-104.
- Wulf, G. (2016). An external focus of attention is a *conditio sine qua non* for athletes: A response to Carson, Collins, and Toner (2015). *Journal of Sports Sciences*, 34(13), 1293–1295. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1136746>
- Wulf, G., Höß, M., & Prinz, W. (1998). Instructions for motor learning: differential effects of internal versus external focus of attention. *Journal of motor behavior*, 30(2), 169–179. <https://doi.org/10.1080/00222899809601334>
- Wulf, G., Shea, C., & Lewthwaite, R. (2010). Motor skill learning and performance: a review of influential factors. *Medical education*, 44(1), 75–84. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03421.x>
- Yeow, C. H., Lee, P. V., & Goh, J. C. (2011). An investigation of lower extremity energy dissipation strategies during single-leg and doubleleg landing based on

sagittal and frontal plane biomechanics. *Human Movement Science*, 30, 624–635. doi:10.1016/j.humov.2010.11.010

Young, W. K., Briner, W., & Dines, D. M. (2023). Epidemiology of Common Injuries in the Volleyball Athlete. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 16(6), 229–234. <https://doi.org/10.1007/s12178-023-09826-2>

Zahradnik, D., Jandacka, D., Holcapek, M., Farana, R., Uchytíl, J., & Hamill, J. (2018). Blocking landing techniques in volleyball and the possible association with anterior cruciate ligament injury. *Journal of sports sciences*, 36(8), 955–961. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1346817>

Zahradnik, D., Jandacka, D., Uchytíl, J., Farana, R., & Hamill, J. (2015). Lower extremity mechanics during landing after a volleyball block as a risk factor for anterior cruciate ligament injury. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 16(1), 53–58. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.04.003>

Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American journal of sports medicine*, 35(7), 1123–1130. <https://doi.org/10.1177/0363546507301585>

Zhang, Y., Hu, Z., Li, B., Qiu, X., Li, M., Meng, X., Kim, S., & Kim, Y. (2023). Gender Differences in Lower Extremity Stiffness during a Single-Leg Landing Motion in Badminton. *Bioengineering (Basel, Switzerland)*, 10(6), 631