

**KRONİK AYAK BİLEĞİ İNSTABİLİTESİ OLAN SPORCULARDA
DUYUSAL HEDEFLİ AYAK BİLEĞİ REHABİLİTASYON
STRATEJİLERİNİ TAKİBEN VERİLEN DENGİ EĞİTİMİNİN POSTURAL
KONTROL, EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI, FONKSİYON VE
KİNEZYOFOBİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Aynur Merve ZÜMRE

OCAK 2023

**KRONİK AYAK BİLEĞİ İNSTABİLİTESİ OLAN SPORCULARDA
DUYUSAL HEDEFLİ AYAK BİLEĞİ REHABİLİTASYON
STRATEJİLERİNİ TAKİBEN VERİLEN DENGİ EĞİTİMİNİN POSTURAL
KONTROL, EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI, FONKSİYON VE
KİNEZYOFOBİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

AYNUR MERVE ZÜMRE

**FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON DALINDA YÜKSEK LİSANS
DERECESİ İÇİN GEREKLİ ÇALIŞMALAR YERİNE GETİRİLMİŞTİR**

OCAK 2023



BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

20/01/2023

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Program Adı:	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon (Türkçe, Tezli)
Öğrencinin Adı Soyadı:	Aynur Merve Zümre
Tezin Adı:	Kronik Ayak Bileği İnstabilitesi Olan Sporcularda Duyusal Hedefli Ayak Bileği Rehabilitasyon Stratejilerini Takiben Verilen Denge Eğitiminin Postural Kontrol, Eklem Hareket Açıklığı, Fonksiyon ve Kinezyofobi Üzerine Etkisinin İncelenmesi
Tez Savunma Tarihi:	20.01.2023

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

Prof. Dr. Ahmet ÖNCÜ
Enstitü Müdürü

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

	Ünvanı, Adı Soyadı	İmza
Tez Danışmanı:	Dr. Öğr. Üyesi Pelin PİŞİRCİ	
Tez Danışmanı:	Dr. Öğr. Üyesi Serkan UZLAŞIR	
3. Üye:	Dr. Öğr. Üyesi Dilber KARAGÖZOĞLU	
4. Üye:	Doç. Dr. Rüstem MUSTAFAOĞLU	
5. Üye:	Dr. Öğr. Üyesi Hazal GENÇ	

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: Aynur Merve ZÜMRE

İmza:



ÖZET

KRONİK AYAK BİLEĞİ İNSTABİLİTESİ OLAN SPORCULARDA DUYUSAL HEDEFLİ AYAK BİLEĞİ REHABİLİTASYON STRATEJİLERİNİ TAKİBEN VERİLEN DENGİ EĞİTİMİNİN POSTURAL KONTROL, EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI, FONKSİYON VE KİNEZYOFOBİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Zümre, Aynur Merve

Yüksek Lisans, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanları: Dr. Öğr. Üyesi Pelin PİŞİRİCİ, Dr. Öğr. Üyesi Serkan UZLAŞIR

Ocak 2023,78 sayfa

Çalışmamızın amacı, kronik ayak bileği instabilitesi (KAİ) olan sporcularda izole duysal (STARS (ST)), izole motor (denge eğitimi (DE)) ve kombine hedefli (denge+STARS (SDE)) tedavi yaklaşımlarının; postural kontrol, dorsifleksiyon eklem hareket açıklığı (DFEHA), fonksiyon ve kinezyofobi üzerine etkilerini kıyaslamaktır. Çalışmaya; 18-25 yaşları arasında, Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesi Tanımlaması (IdFAI) anketi ile KAİ tanısı konulmuş 21 sporcu dahil edildi. Sporcular DE (n=7), ST (n=7) ve SDE (n=7) gruplarına randomize edildi. Denge, DFEHA, fonksiyon, kinezyofobi değerlendirmelerinde sırasıyla; Y denge testi, ağırlık aktarmalı hamle testi, Ayak ve Ayak Bileği Kullanılabilirlik Ölçeği (FAAM-GYA, FAAM-S), Tampa Kinezyofobi Ölçeği kullanıldı. Tüm değerlendirmeler, tedavi başında ve sonunda tekrarlandı. 6 hafta boyunca, DE grubuna hop to stabilizasyon, ST grubuna STARS programı ve SDE grubuna 2 hafta STARS'ın ardından 4 hafta hop to stabilizasyon uygulandı. Tedavi programı tüm gruplara, 6 hafta, haftada 3, 20'şer dakika uygulandı. İstatistiksel analizler hem gruplar arası hem de grup içi zaman (ön test, son test) olarak gerçekleştirildi. Her üç grupta da grup içi değerlendirmede posterolateral ve posteromedial yönlerdeki dengede ve kinezyofobide anlamlı düzeyde artış görüldü (sırasıyla, $p=0,000$, $p= 0,000$, $p= 0,000$). DE ve SDE gruplarında, grup içi değerlendirmede FAAM-GYA, FAAM-S, IdFAI skorlarında ve DFEHA'da anlamlı düzeyde artış görüldü (sırasıyla, ($p = 0,001$, $p= 0,001$), ($p=0,001$, $p= 0,000$), ($p=0,000$, $p= 0,000$), ($p=0,04$, $p= 0,019$)). Değerlendirme sonuçlarında, gruplar arası değerlendirmede istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Sonuç olarak, sıralı uygulanan STARS; DE ve izole STARS'a karşı üstünlük sağlamamıştır. İzole STARS,

KAI defisitlerinin tedavisinde tek başına yeterli değildir. STARS'ın, KAI rehabilitasyonunda tamamlayıcı tedavi olarak uygulanmasını tavsiye etmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Kronik Ayak Bileği İnstabilitesi, Hop to stabilizasyon, Plantar masaj, Eklem Mobilizasyonu, Fonksiyonel Performans



ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF THE EFFECT OF BALANCE TRAINING FOLLOWING SENSORY TARGETED ANKLE REHABILITATION STRATEGIES ON POSTURAL CONTROL, JOINT RANGE OF MOTION, FUNCTION AND KINESIOPHOBIA IN ATHLETES WITH CHRONIC ANKLE INSTABILITY

Zümre, Aynur Merve

Master Thesis, Master's Program in Physiotherapy and Rehabilitation

Supervisors: Assist. Prof. Pelin PİŞİRİCİ, Assist. Prof. Serkan UZLAŞIR

January 2023, 78 Pages

The aim of our study is to analyze the use of isolated sensory (STARS (ST)), isolated motor (balance training (BT)) and combined targeted (balance+STARS (SBT)) treatment approaches, in athletes with chronic ankle instability (CAI) to compare the effects on postural control (PC), dorsiflexion joint range motion (DFROM), function and kinesiophobia. Twenty-one athletes aged 18-25 years diagnosed with CAI using the Identification of Functional Ankle Instability (IdFAI) questionnaire were included. Athletes were randomized into BT (n=7), ST (n=7), and SBT (n=7) groups. In the evaluations of PC, DFROM, function, and kinesiophobia, respectively; Y balance test, weight-bearing lunge test, Foot and Ankle Ability Measure (FAAM-ADL, FAAM-S), Tampa Scale of Kinesiophobia were used. All assessments were repeated at the beginning and end of treatment. During 6 weeks, hop to stabilization was applied to the BT group, STARS program to the ST group, and STARS to the SBT group for 2 weeks, followed by hop to stabilization for 4 weeks. The treatment program was applied to all groups for 6 weeks, 3 days a week, for 20 minutes. Statistical analyzes were performed both between groups and within the group time (pre-test, post-test). There was a significant increase in balance in posterolateral and posteromedial directions and kinesiophobia in the intragroup evaluation in all three groups (respectively $p=0,000$, $p=0,000$, $p=0,000$). In the BT and SBT groups, there was a significant increase in FAAM-ADL, FAAM-S, IdFAI scores and DFROM in the within-group evaluation (respectively, ($p=0,001$, $p=0,001$), ($p=0,001$, $p=0,000$), ($p=0,000$, $p=0,000$), ($p=0,04$, $p=0,019$)). No statistically significant difference was found between the groups. As a result, the sequentially

applied STARS program; balance training and isolated STARS did not provide superiority. Isolated STARS alone is not sufficient for the treatment of CAI deficits. We recommend that STARS be used as a complementary therapy in CAI rehabilitation.

Keywords: Chronic Ankle Instability, Hop to stabilization, Plantar massage, Joint Mobilization, Functional Performance





Sevgili eşim, Abdullah ZÜMRE'ye

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca emeğini esirgemeyen, her zaman daha iyi olabilmem adına bilgi ve deneyimleriyle katkıda bulunan, her daim desteğini hissettiğim, çalışma titizliği ve özverisini akademik yolculuğumda örnek aldığım, danışmanım olduğunu söylemekten gurur duyduğum sevgili danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Pelin PİŞİRİCİ'ye

Tanıdığım günden beri bana yol gösteren, tecrübelerini büyük bir sevgiyle paylaşan, yüksek lisans eğitimim boyunca ilmiyle bana katkıda bulunan, çalışma disiplini ve enerjisini akademik yolculuğumda örnek aldığım, danışmanım olduğunu söylemekten gurur duyduğum sevgili danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Serkan UZLAŞIR'a

Tez çalışmalarım süresince, tedavi ekipmanlarımı temin etmemde bana yardımcı olan, motive olmam için kahve molalarıyla tez sürecimi güzelleştiren, tez araştırmalarım boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, Doç Dr. Selçuk AKPINAR, Dr. Öğr. Üyesi Toprak KESKİN, Dr. Öğr. Üyesi Erhan IŞIKDEMİR, Öğr. Gör. Dr. Sinem PARLAKYILDIZ, Fzt. Zeynep TUZ, Tuğçe ÇİMKE, Sümül GÖNÜL'e,

Çalışma grubum olan ve süreci keyifli bir şekilde tamamlamamı sağlayan, Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi antrenörlük bölüm öğrencilerine,

Canım annelerim Havva ÖZKUL, Ayten ZÜMRE ve sevgili babam Abdurrahman ÖZKUL başta olmak üzere, tüm zorlukları aşmamda yanımda olan, hayatım boyunca verdikleri destek ile kendimi güvende hissetmemi sağlayan, her zaman fedakarlıklarını üzerimde hissettiğim aileme ve hayatı daha yaşanılabilir ve güzel kılan arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

İNTİHAL.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	vi
İTHAF.....	viii
TEŞEKKÜR.....	ix
İÇİNDEKİLER	x
TABLOLAR LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiv
Bölüm 1 : Giriş.....	1
Bölüm 2 : Genel Bilgiler.....	3
2.1. Ayak Bileği Anatomisi.....	3
2.1.1. Eklemler.....	3
2.1.2. Bağlar.....	5
2.1.3. Arklar.....	8
2.1.4. Kaslar.....	9
2.2 Ayak Bileği Biyomekanisi.....	11
2.2.1. Normal Ayak Bileği Biyomekanisi.....	11
2.2.2. Yürüme Biyomekanisi.....	12
2.3. Kronik Ayak Bileği İnstabilitesi.....	13
2.3.1. Lateral Ayak Bileği Mekanizması.....	14
2.3.2. Kronik Ayak Bileği İnstabilitesi Patomekaniği.....	15
2.3.2.1. Patomekanik Bozukluklar.....	16
2.3.2.2. Duyusal-Algısal Bozukluklar	18
2.3.2.3. Motor-Davranış Bozuklukları.....	20
2.3.2.4. Kişisel ve Çevresel Faktörler.....	21
2.3.3. Risk Faktörleri.....	22
2.4. Duyusal Hedefli Ayak Bileği Rehabilitasyon Stratejileri.....	22
2.5. Denge Eğitimi.....	23
Bölüm 3 : Yöntem.....	25
3.1. Çalışma Tasarımı.....	25

3.2. Katılımcılar.....	26
3.3. Değerlendirme.....	26
3.3.1. Postural Kontrol Değerlendirmesi.....	27
3.3.2. Eklem Hareket Açıklığı Değerlendirmesi.....	28
3.3.3. Fonksiyon Değerlendirmesi.....	30
3.3.4. Kinezyofobi Değerlendirmesi.....	30
3.4. Girişim	30
3.4.1. STARS.....	31
3.4.2. Denge Eğitimi.....	32
3.5. İstatiksel Analiz.....	37
Bölüm 4 : Bulgular	38
Bölüm 5 : Tartışma.....	47
5.1. Limitasyonlar.....	54
Bölüm 6 : Sonuç ve Öneriler.....	55
KAYNAKÇA.....	56
EKLER	73
EK A. ETİK KURUL İZNİ.....	74
EK B. İYİ KLİNİK UYGULAMALAR FORMU.....	75
EK C. FONKSİYONEL AYAK BİLEĞİ İNSTABİLİTE TANIMLAMASI....	76
EK D. AYAK VE AYAK BİLEĞİ KULLANABİLİRLİK ÖLÇÜSÜ.....	77
EK E. TAMPA KİNEZYOFOBİ ÖLÇEĞİ.....	78

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1	Demografik Veriler.....	38
Tablo 2	Y Denge Testi Sonuçları.....	40
Tablo 3	Ağırlık Aktarmalı Hamle Testi Sonuçları.....	42
Tablo 4	Fonksiyonel Test Sonuçları.....	44
Tablo 5	Tampa Kinezyofobi Ölçeği Sonuçları.....	46



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1	Ayak Bileği Eklem Kompleksinin Hareketleri.....	4
Şekil 2	Ayak Bileği Ligamanları.....	6
Şekil 3	Ayak Bileği Arkları.....	9
Şekil 4	Ayak Bileği Kasları.....	11
Şekil 5	Ayak Bileği Eksenini.....	12
Şekil 6	Lateral Ayak Bileği Spraini Yaralanma Mekanizması.....	15
Şekil 7	Güncel KAI Modeli.....	16
Şekil 8	Çalışma Akış Diyagramı.....	27
Şekil 9	Y Denge Testi.....	29
Şekil 10	Ağırlık Aktarmalı Hamle Testi.....	29
Şekil 11	STARS Eğitim Protokolü.....	31
Şekil 12	Anterior-Posterior Sıçrama.....	35
Şekil 13	Anteromedial-Posterolateral, Anterolateral-Posteromedial Sıçrama.....	35
Şekil 14	Öngörülemez Sıçrama.....	36
Şekil 15	Tek Ekstremitte Üzerinde Duruş Aktiviteleri.....	36

KISALTMALAR LİSTESİ

AAHT	Ağırlık Aktarmalı Hamle Testi
AAKÖ	Ayak ve Ayak Bileği Kullanılabilirlik Ölçüsü
AITFL	Anterior Inferior Tibiofibular Ligaman
ATFL	Anterior Talofibular Ligaman
DF	Dorsifleksiyon
DV	Demografik Veriler
EHA	Eklem Hareket Açıklığı
FAAM	Foot And Ankle Ability Measure
FAAM-S	Foot And Ankle Ability Measure Sport Scale
GYA	Günlük Yaşam Aktiviteleri
IdFAI	Identification of Functional Ankle Instability
KAI	Kronik Ayak Bileği İnstabilitesi
KFL	Kalkenofibular Ligament
LAS	Lateral Ayak Bileği Spraini
MLA	Medial Longitudunal Ark
LLA	Lateral Longitudunal Ark
Ort	Ortalama
PITFL	Posterior Inferior Tibiofibular Ligaman
PTFL	Posterior Talofibular Ligaman
SH	Standart Hata

SPSS	Statistical Package For Social Science
STARS	Sensory-Targeted Rehabilitation Strategies
TKÖ	Tampa Kinezyofobi Ölçeği
YDT	Y Denge Testi
AL	Anterolateral
AM	Anteromedial
AP	Anterior-Posterior
ML	Medial-Lateral
PL	Posterolateral
PM	Posteromedial
N	Olgu Sayısı
Dk	Dakika
Sn	Saniye
Hf	Hafta
Cm	Santimetre
Kg	Kilogram

Bölüm 1

Giriş

Ayak bileği, spor yaralanmalarında en çok etkilenen bölgedir (Al-Mohrej & Al-Kenani, 2016). Lateral ayak bileği spraini (LAS), sporcular ve fiziksel aktif bireylerde en sık görülen yaralanmalar arasındadır. LAS; ayak bileği yaralanmalarının %80'ini oluşturmaktadır ve önemli bir sağlık yükü olabilmektedir. Ayak bileği sprainleri basit bir problem gibi görünmesine rağmen kişi, ayak bileği inversiyon travmasını ilk defa yaşadktan sonra yeniden yaralanmaya daha yatkın hale gelir (Hall, Docherty, Simon, Kingma, & Klossner, 2015; Hall, Chomistek, Kingma & Docherty, 2018). İlk sprain öyküsünden 12 ay sonrasında devam eden semptomlar, oluşan artrokinematik değişiklikler, azalmış dorsifleksiyon eklem hareket açıklığı (DFEHA), azalmış postural kontrol ile karakterize ve kişinin bildirdiği fonksiyonel ve/veya mekanik instabilite kronik ayak bileği instabilitesi (KAİ) olarak adlandırılmaktadır (Hoch & McKeon, 2011; Cain, Ban, Chen, Geil, Goerger, & Linens, 2020). KAİ, çeşitli sensorimotor bozukluklarla ilişkilendirilmiştir. Bu bozukluklar; sensorimotor sistemin hem motor hem duysal yönlerini birlikte barındırır. Yaralanmayı takiben mekanoreseptörlerde oluşan bozulmanın proprioseptif defisitler oluşturduğu ve ayak bileğinin boşlukta nerede olduğunu algılamasını engellediği öne sürülmüştür (Hertel, 2008; McKeon & Wikstrom, 2016). Eklem ve kas reseptörlerinden gelen proprioepsiyon bilgisi motor kontrol için önemlidir (Asl, Shojaedin & Hadadnezhad, 2022). KAİ'li bireylerde, proprioepsiyon ve nöromüsküler kontrol yetersizliği sonucu oluşan bozulmuş postural kontrol bildirilmiştir (Jaber, Lohman, Daher, Bains, Nagaraj, Mayekar, Shanbhag & Alameri, 2018). Sensorimotor kontrolde meydana gelen duysal ve motor defisitlere rağmen KAİ rehabilitasyonu üzerine yapılan çalışmalar ya motor (Anguish & Sandrey, 2018) ya da duyu (Cruz-Díaz, Lomas Vega, Osuna-Pérez, Hita-Contreras & Martínez-Amat, 2015) komponentleri üzerine yoğunlaşmıştır. KAİ'ye ilişkin fonksiyonel eksiklikler ilk defa Freeman (1965) tarafından belirtilmiştir. Bu bağlamda Hertel (2002) oluşturduğu yeni KAİ modeliyle KAİ'nin çok faktörlü olduğuna dair vurgu yapmıştır. Hertel ve arkadaşları tarafından yakın zamanda KAİ modelinin güncellenmesi, KAİ'ye karşı kapsamlı yaklaşıma olanak tanımıştır (Hertel & Corbett, 2019). Tüm bunlar neticesinde KAİ'ye ilişkin patomekanik, motor-davranışsal ve duysal-algısal bozuklukların yalnızca mekanik ve fonksiyonel instabilite alt parametrelerine bağımlı olmadığı, bu parametrelerin

birbirlerini etkilediği de göz önünde bulundurulmalıdır (Hiller, Kilbreath & Refshauge, 2011; Hertel & Corbett, 2019). Son yıllarda KAİ'ye ilişkin farkındalık artmasına rağmen uygulanan rehabilitasyon stratejilerinde hem duyu hem motor komponentlere etki edecek kombine tedavi yaklaşımı içeren çalışmaların sayısı sınırlıdır (Cruz-Díaz, Hita-Contreras, Martínez-Amat, Aibar-Almazán & Kim, 2020). STARS ve denge eğitiminin KAİ'ye ilişkin defisitleri gidermede etkili olduğunu kanıtlanmıştır. McKeon ve arkadaşları tarafından KAİ'nin duysal eksikliklerinin giderilmesi amacıyla planlanan STARS, KAİ tedavisinde yaygın olarak kullanılan; talokrural eklem mobilizasyonu, plantar masaj ve triseps surae germe içermektedir (Cruz-Díaz, Lomas-Vega, Osuna-Pérez, Contreras, & Martínez-Amat, 2015; McKeon & Wikstrom, 2016;). İzole uygulanan STARS'ın (McKeon & Wikstrom, 2016) etkileri olumlu olmasına rağmen yakın zamanda yapılan bir çalışmada, STARS ile eş zamanı verilen denge eğitimi ile sadece denge eğitimi kıyaslandığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark meydana gelmemiştir (Burcal, Trier & Wikstrom, 2017). Sıralı uygulanan STARS'ın ve STARS kombinasyonunun izole kullanımının, KAİ tedavisinde etkileri hala belirsizdir ve bildiğimiz kadarıyla literatürde bu konu ile ilgili yapılan çalışma yoktur.

Bu çalışmanın amacı (KAİ)'nin tedavisine ilişkin izole duysal, izole motor ve kombine hedefli yaklaşımların; postural kontrol, eklem hareket açıklığı, fonksiyon ve kinezyofobi üzerine etkilerini araştırmak ve tedavi etkinliklerini kıyaslamaktır. Aynı zamanda STARS'ın KAİ rehabilitasyonuna katkılarını araştırmaktır.

Çalışmanın hipotezleri şunlardır:

H1¹: Sıralı uygulanan STARS'ın postural kontrolü artırır.

H0¹: Sıralı uygulanan STARS'ın postural kontrol üzerine etkisi yoktur.

H1²: Sıralı uygulanan STARS'ın dorsifleksiyon eklem hareket açıklığını artırır.

H0²: Sıralı uygulanan STARS'ın dorsifleksiyon eklem hareket açıklığı üzerine etkisi yoktur.

H1³: Sıralı uygulanan STARS'ın kişinin kendi kendine bildirdiği fonksiyonu artırır.

H0³: Sıralı uygulanan STARS'ın kişinin kendi kendine bildirdiği fonksiyonu üzerine etkisi yoktur.

Bölüm 2

Genel Bilgiler

2.1 Ayak Bileği Anatomisi

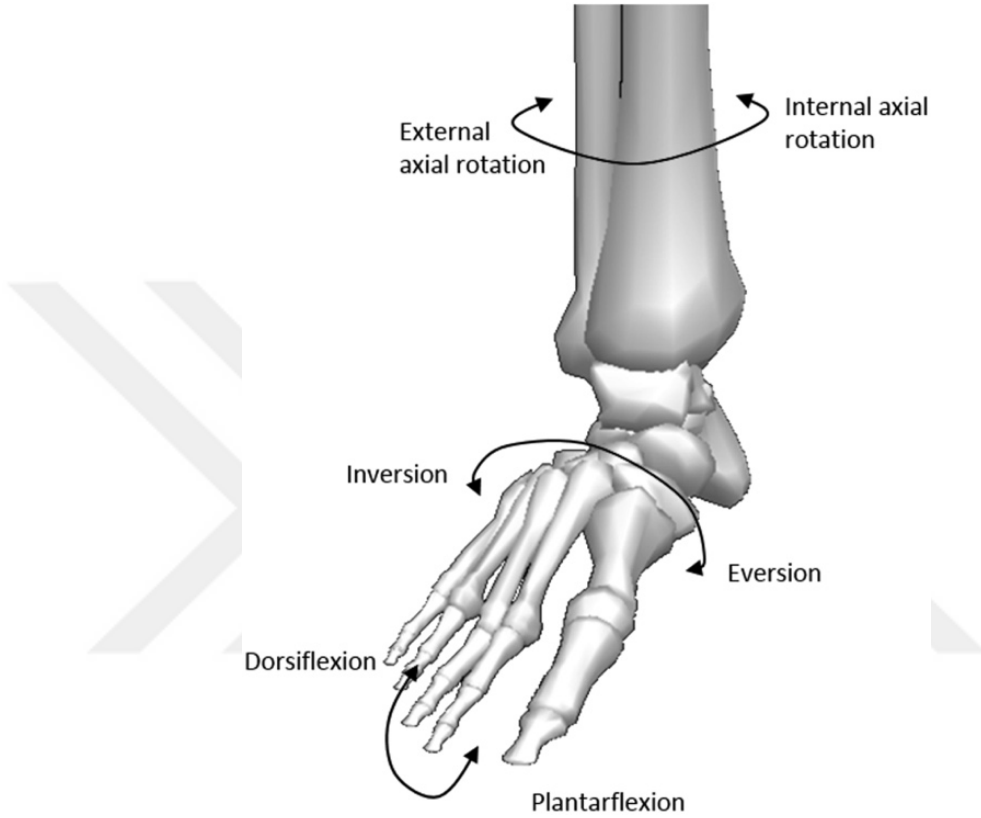
Ayak, yürüyüş ve diğer günlük yaşam aktivitelerinin gerçekleştirilebilmesi için alt ekstremité ve zemin arasında kuvvet iletimi, stabil ambulasyon ve duruşu sağlayan kinetik bağlantıyı oluşturmaktadır (Dawe, & Davis, 2011; Brockett, & Chapman, 2016). Vücut ağırlığını taşıması, şok absorpsiyonu sağlaması ve adım alma sırasında stabil bir kaldıraç gibi görev yapması sebebi ile karmaşık bir anatomik yapıya sahiptir. Alt ekstremité ve ayak bileğinin birleştiği yer tibiotalar eklemdir. Ayak bileğinin kemik bileşenlerini ise distal tibia ve distal fibula oluşturur. Ayak yedi tarsal, beş metatars ve on dört falanks olmak üzere toplamda 26 kemikten oluşmaktadır. Ayak, ard, orta ve ön olmak üzere 3 anatomik bölgede sınıflandırılır. Ard ayağı; talus ve kalkaneus, orta kısmını; naviküler, küboid ve medial-orta-lateral cuneiformlar, ön kısmını ise metatarslar, falankslar ve sesamoid kemikler oluşturmaktadır (Ficke & Byerly, 2022).

2.1.1. Ayak bileği eklemleri

2.1.1.1. Subtalar eklem. Talus, tarsal kemiklerin ikinci en büyük kemiğidir ve hemen altında subtalar eklem yer alır. Subtalar eklem; talus ve kalkaneus arasındaki posterior kısımda talokalkaneal ve anterior kısımda talokalkaneonaviküler olmak üzere, ligamentöz yapılarla desteklenen 2 eklem yüzeyine sahiptir. Aynı zamanda talus ve kalkaneusun birbirini izleyen konveks ve konkav yüzeylere sahip olması eklemde stabil olmasını sağlar. Subtalar ekleminde meydana gelen temel iki hareket; pronasyon ve supinasyondur. Bu hareketler, talus ve kalkaneus arasında oluşan rotasyonel hareket olarak tanımlanmakta ve toplam normal eklem hareket açıklığı 40° ile 60° arasında değişkenlik göstermektedir (Bohay & Manoli, 1995; Rockar, 1995; Jastifer & Gustafson, 2014).

2.1.1.2. Talokrural eklem (Tibiotalar eklem). Talokrural eklem tibiotalar ayak bileği eklemi olarak da adlandırılmaktadır. Talokrural eklem; talusun trokleası, tibial plafd, medial ve lateral malleollerin eklemlenmesiyle oluşur. Talusun kubbemsi

şeklinin tibial inferior yüzeye tam oturması, vücudun ağırlık taşınma sırasında torkun alt bacağa ayağa iletilmesine olanak sağlar. Talokrural eklemden izole hareket öncelikli olarak sagittal düzlemde meydana gelmektedir. Bu eklem, aynı zamanda menteşe tipli eklemdir ve eklem hareketleri; dorsifleksiyon ve plantar fleksiyondur (Şekil 1) (Norkus & Floyd, 2001; Hertel, 2002).



Şekil 1. Ayak bileği eklem kompleksinin hareketleri (Brockett & Chapman, 2016).

2.1.1.3. Distal tibiofibular eklem. Distal tibiofibular eklem, fibulanın distal konveks yüzeyi ile tibianın distal konkav yüzeyi arasında olup sindesmoz tipte bir eklemdir. Distal fibulanın sindesmoz ligaman kompleksi ile fibulanın çentiğine sıkıca bağlı olması hem eklem stabilitesi hem de ayak bileği ve alt ekstremitenin koordineli çalışması açısından önemlidir (Norkus & Floyd, 2001). Ayak bileğinin sindesmozu, tibiotalar eklem stabilitesinde rol oynadığından bu ilişkiyi anlamak önemlidir. Ayak bileği sprainini takiben artan sindesmoz ligaman uzunluğu, ayak bileği yuvasının genişlemesine, dolayısıyla tibiotalar temas alanının azalmasına sebep olur. Literatürde ayak bileği yuvasının 1 mm genişlemesinin, tibiotalar eklem temas alanını %42 azalttığı bildirilmiştir (Hermans, Beumer, Jong, & Kleinrensink, 2010).

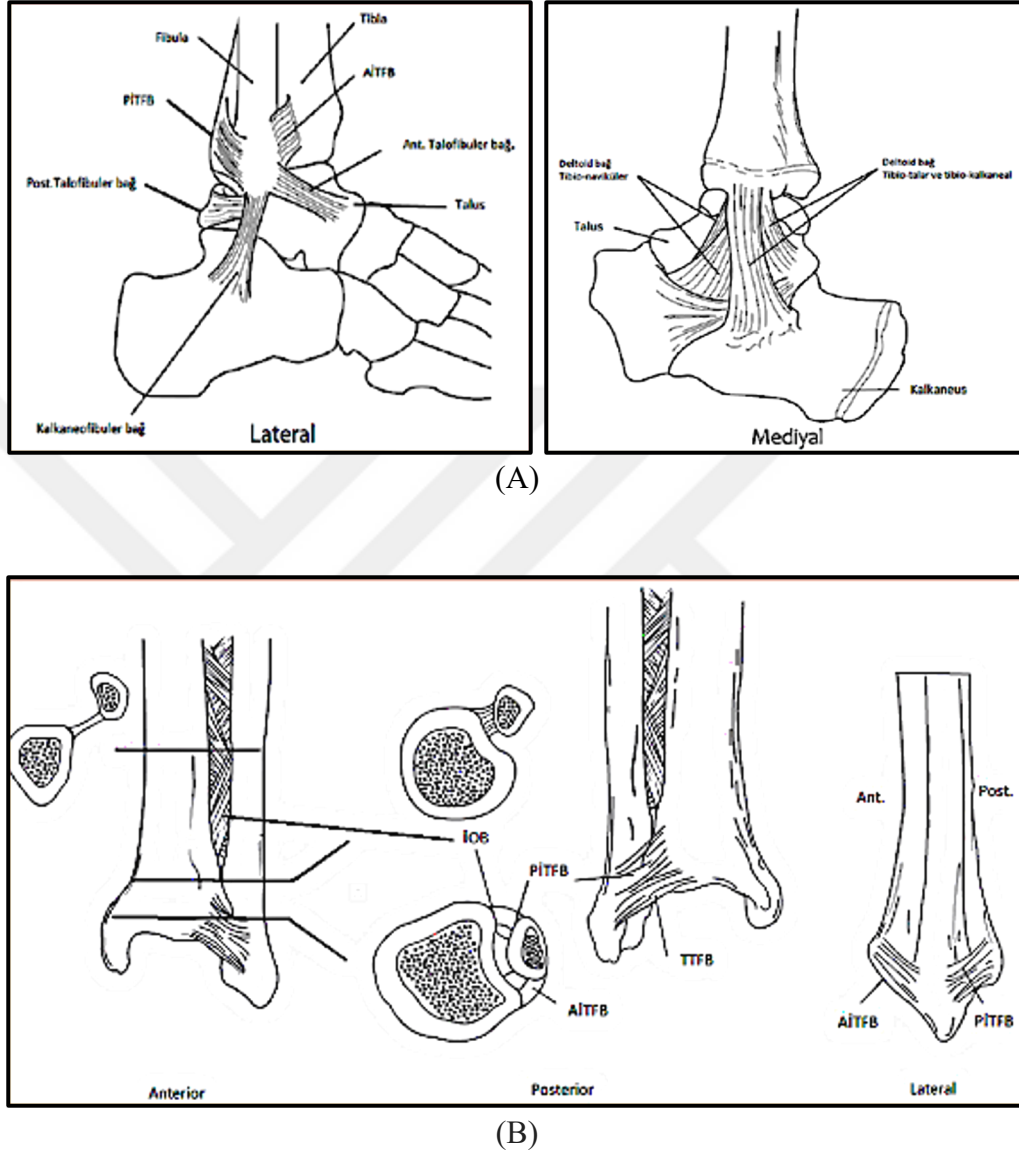
2.1.1.4. Midtarsal eklem (Transverse tarsal eklem). Midtarsal eklem, ard ayak ile orta ayak arasında yer alır ve talokalkaneonaviküler ve kalkaneokuboid eklemlerden oluşur. Chopart eklem kompleksi olarak da adlandırılan midtarsal eklem, adını önemli bir tedavi yönteminin öncüsü olan François Chopart'tan almıştır. Talus ve navikula ayağın medial kolonunun proksimal-esnek kısmını, kalkaneus ve kuboid ise lateral kolonun proksimal-sert kısmını oluşturur. Chopart eklem kompleksi, orta ayağın esnekliği ve stabilitesinde önemli rol oynar. Normal yürüyüş için çok önemli olduğu düşünülen midtarsal eklem kilitleme mekanizması sayesinde, bu eklemler sağladığı farklı görevlere rağmen fonksiyonel bir kompleks olarak kabul edilmektedir. Bu mekanizmanın; tüm vücut ağırlığının ayağa yüklenmesinde ve adım alma sırasındaki itme fazında kritik önemi vardır (Walter, Hirschmann, Tafur & Rosenberg, 2018; Walter, Hirschmann, Alaia, Tafur & Rosenberg, 2019).

2.1.1.5. Tarsometatarslar eklem. Tarsometatars eklem aynı zamanda Lisfranc eklem olarak da adlandırılmaktadır. Bu eklem; kuneiform, metatarslar ve kuboid arasında oluşmaktadır. Eklem kuneiform ve 1,2,3. metatarslar arasında bulunan kısmı hareket kabiliyeti az ve stabilite yeteneği yüksek iken; eklem kuboid ve 4,5. metatarslar arasındaki kısmı, ayağın yer ile uyumunu sağlamak için daha fazla hareketliliğe sahiptir. Diğer ayak eklemleri olan metatarso-falangeal ve interfalangeal eklemler sinoviyal tipte eklemlerdir (Moracia-Ochagavía & Rodríguez-Merchán, 2019).

2.1.2. Ayak bileği ligamanları

Ayak bileği ligamanları 3 bölüme ayrılarak incelenmektedir; lateral kollateral ligamanlar, medial kollateral ligaman, sindesmoz ligaman (Şekil 2). Lateral kollateral ligamanın 3 parçası vardır; anterior talofibular ligaman (ATFL), kalkaneofibular ligaman (KFL) ve posterior talofibular ligaman (PTFL). Medial kollateral ligaman ise deltoid ligaman olarak bilinen multifasiküler bir bağ grubudur. (Golanó, Vega, de Leeuw, Malagelada, Manzanares, Götzens & van Dijk, 2010). Ayak bileği yaralanmalarının önemli bir kısmı lateral ligaman kompleksini içermektedir. Lateral ayak bileği spraini; %65 izole ATFL, %20 ATFL ve KFL birlikte yaralanmaları olmak üzere, yaklaşık %85 oranındadır. PTFL yaralanması ihmal edilebilecek kadar düşük

oranda görülmektedir. Sindesmoz ve medial ligaman yaralanmaları ise %15'lik kısmı oluşturmaktadır (Halabchi & Hassabi, 2020).



Şekil 2. (A) Ayak bileği lateral ve medial ligamanları, (B) Sindesmoz ligaman kompleksi (Babu, & Bordoni, 2022).

2.1.2.1. Lateral kollateral ligamanlar

2.1.2.1.1. Anterior talofibular ligaman. ATFL; lateral malleolün anterior kısmından başlayıp talus gövdesi üzerindeki insersiyona anteromedial olarak uzanır. ATFL, nötral pozisyondayken ayak bileğine neredeyse horizontal konumdadır. Ligamanın

oryantasyonu; dorsifleksiyonda yukarı, plantar fleksiyonda aşağı doğru eğim kazanır. Çift bantlı morfolojiye sahip ATFL'nin dorsifleksiyonda alt bandı gerilirken, üst bandı gevşer. Plantar fleksiyonda ise bu durumun tam tersi oluşur (Golanó vd. 2010). ATFL, ayak bileğinin anteriora yer değiştirmesini engelleyen, internal rotasyon ve inversiyon hareketlerinde primer stabilite sağlayan bağıdır. Ayak bileğinin en sık yaralanan ligamanı olması yönüyle önemlidir (Golanó vd. 2010; Polat, Güler, Tek, Ögüt ve Yıldız, 2002).

2.1.2.1.2. Kalkaneofibular ligaman. KFL; lateral malleolün anterior kısmından başlar ve ATFL'nin inferior bandının hemen altında pozisyonlanır. Talokrural eklem ve subtalar eklem arasında köprü oluşturan tek ligaman özelliğine sahiptir. Bu özelliği ve konumu sayesinde hem talokrural hem de subtalar harekete izin verir. KFL; ekstansiyon sırasında yatay, fleksiyonda dikey hale gelir ve tüm ark boyunca gergin kalır. KFL'nin; talus valgus pozisyonunda iken gevşemesi ve varus pozisyonunda iken gergin olması, ayak bileğinde dorsifleksiyon veya plantar fleksiyon hareketi olmasa dahi yaralanma potansiyelini açıklar. Ligaman, intrakapsüller olmamakla birlikte kapsülle de ilişkilidir. Ligaman, inversiyon ve dorsifleksiyon hareketlerinde gergin hale gelir (Golanó vd. 2010).

2.1.2.1.3. Posterior Talofibular ligaman. PTFL, lateral malleolün medial yüzeyinde yer alan malleol fossadan başlar, multifasiküler özelliğinden dolayı hem talusun posterior yüzeyi hem de lateral talar processe yapışır. PTFL, plantar fleksiyonda gevşer, dorsifleksiyonda gerilir ve aynı zamanda dorsifleksiyondayken ayak bileğinin internal rotasyonunu sınırlar. Anterior ve kalkanel talofibular ligamentlere göre daha sağlam yapıdadır ve yaralanması oldukça seyrek (Yetkin ve Kanatlı, 2006; Golanó vd. 2010).

2.1.2.2. Medial kollateral ligaman. Medial kollateral ligaman; medial malleolden başlayarak talus, kalkaneus ve naviküler kemiklere doğru uzanan, multifasiküler görünümü sebebi ile delta şeklini aldığı için deltoid ligaman olarak adlandırılmaktadır. Anatomik tanımı literatürde büyük farklılıklar göstermesine rağmen yaygın olarak kabul edilen 6 liften oluşan, iki katmana sahiptir (Lee, Lin, Hamid & Bohl, 2019). Yüzeyel katmandaki lifler, talusun ve medial malleolün konumunun korunmasına yardımcı olurken; derin katmandaki lifler, talusun lateral translasyonunu önler. Deltoid

ligaman, ayak bileğinin birincil medial stabilizatörüdür; talusun valgus tiltini ve anterior translasyonunu engeller. Aynı zamanda tibiotalkalkaneal eklem kompleksine de stabilite sağlar (McCollum, van den Bekerom, Kerkhoffs, Calder & van Dijk, 2013).

2.1.2.3. Sindesmoz ligaman kompleksi. Sindesmoz ligaman kompleksi; distal tibia ve fibula arasındaki stabiliteyi sağlar. Kompleks; posterior inferior tibiofibular ligamanı (PITFL), anterior inferior tibiofibular ligamanı (AITFL), inferior transvers ve interosseöz ligamanı içerir. AITFL; tibia distal anterior tüberkül ve anterolateral yüzeyinden başlayarak Wagstaffe tüberkülüne yapışır ve fibular eksternal rotasyonun birincil kısıtlayıcısıdır. PITFL, tibia distal posterior tüberkülden başlayarak fibula posterioruna yapışır ve fibulanın posterior translasyonu sınırlar. İnterosseöz ligaman, proksimal tibiofibular eklem hizasından başlar, distale kadar uzanarak proksimalde interosseöz membran ile birleşir ve fibulanın lateral translasyonunu kısıtlar. İnterosseöz ligaman, aynı zamanda talokrural eklemden dorsifleksiyonda medial ve lateral malleol arasında oluşturduğu hafif hareket ile yay görevi görmektedir. Transvers ligaman ise fibula ve tibianın arasında distal ve posteriorda derinde transvers olarak uzanır ve posterior talar translasyonu önleyerek stabiliteyi artırmaktadır. Transvers ligaman, posterior tibiofibular ligamanın parçası olarak da kabul edilmektedir (Norkus & Floyd, 2001; McCollum vd. 2013; Akdoğan ve Ateş, 2016).

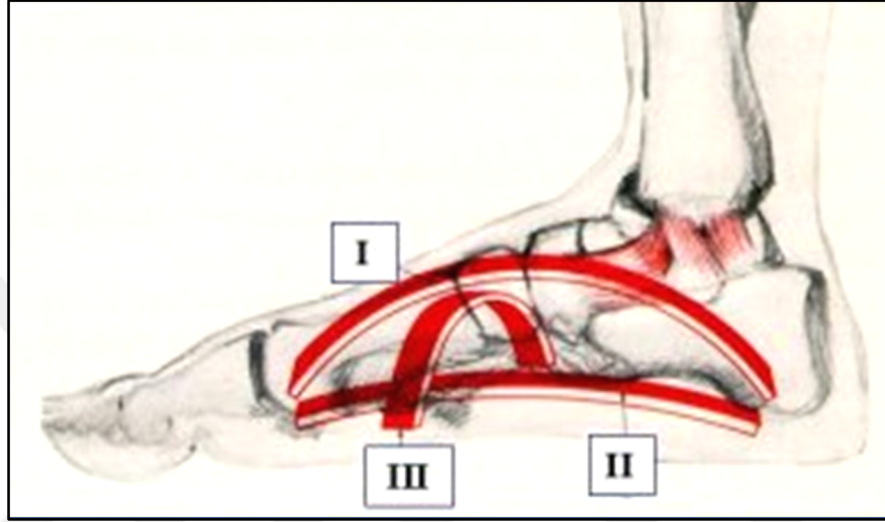
2.1.3. Arklar

Ayakta medial longitudinal, lateral longitudinal ve transvers olmak üzere üç adet ark vardır (Şekil 3). Ayak kemiklerinin yerleşim düzeni, ayağın plantar yüzeyinde arkın oluşumunu sağlar. Ayak kemikleri tarafından şekillendirilen ark yapısı, tendon ve ligamanlarla desteklenir ve hareket sırasında daha elastik bir taban oluşmasını sağlar.

Medial longitudinal ark (MLA); ayağın ilk üç metatarsı, kuneiform, navikula, talus ve kalkenus kemikleri arasında uzantı oluşturur. Ark; yürüyüş döngüsü sırasında uzayıp-düzleşen ve kısalıp-yükselen mekanizması sayesinde depolanan mekanik enerji ayağın adım almasında güce dönüştürülür. MLA; aynı zamanda ayak tipinin belirlenmesi (pes planus/ pes cavus) açısından da önemlidir.

Lateral longitudinal ark (LLA); kalkenustan başlayıp, kuboid kemik boyunca dördüncü ve beşinci metatarsa doğru uzanır. MLA'ya göre daha inferiordadır ve ağırlık taşınması sırasında zeminle yakın temastadır.

Transvers ark; üç kuneiform, küboid ve metatars tabanından oluşan enine bir uzantıdır. Transvers ark ise LLA ve MLA'nın stabilitesi için önemlidir (Gwani, Asari & Mohd Ismail, 2017; Babu & Bordoni, 2022).



Şekil 3. I Medial longitudinal ark; II Lateral longitudinal ark; III Transverse longitudinal ark (Babu, & Bordoni, 2022).

2.1.4. Kaslar

Ayak ve ayak bileğinin koordineli hareketinin ve stabilitesinin sağlanmasında kaslar önemli işleve sahiptir. Ayağa etki eden kaslar ekstrinsik ve intrinsik kaslar olarak sınıflandırılır. Ekstrinsik kas grubu ayak için önemli miktarda destek sağlarken, intrinsik kas grubu ince motor hareketler için önemlidir (Şekil 4) (Ficke & Byerly, 2022).

Ekstrinsik kas grubu anterior, lateral, posterior ve derin posterior grup olmak üzere dört kompartmanda incelenir. Anterior kompartmanda; tibialis anterior, ekstansör digitorum longus ve ekstansör hallucis longus bulunur ve peroneal sinir tarafından innerve edilir. Bu kompartmandaki kasların birincil görevi; yürüyüşün salınım fazı sırasında ayağın eksantrik olarak yere inmesini ve talokrural eklemdede dorsifleksiyonu sağlamaktır. Lateral kompartmanda bulunan fibularis longus ve

fibularis brevis yüzeyel peroneal sinir tarafından innerve edilir. Ayak ve ayak bileğinin salınımı boyunca pronasyon hareketine yardımcı olur. Posterior kompartmanda; gastrocnemius, soleus ve plantaris bulunur. Derin posterior kompartmanda; tibialis posterior, fleksör digitorum longus, fleksör hallucis longus kasları bulunur ve tüm posterior grup kasları tibial sinir tarafından innerve edilir (Taner, 2000; Ficke & Byerly, 2022; McKeon & Hoch, 2019).

İntrinsik kas grubu her bir grubun farklı görevi olmasına rağmen ayak bileği stabilitesinin sağlanmasında beraber hareket ederler ve ayağın dorsal ve plantar yüzeyi olmak üzere iki anatomik bölgede incelenir. Plantar yüzeydeki kaslar tibial sinir tarafından innerve edilir ve dört katmanda incelenir. Birinci katman; abdükör hallucis brevis, fleksör digitorum brevis ve abdükör digiti minimi kaslarını içerir. İkinci katman; kuadratus plante ve lumbrikale kasını içerir. Üçüncü katman; fleksör hallucis brevis, addükör hallucis ve fleksör digiti minimi brevis kaslarını içerir. Dördüncü katman; plantar ve dorsal interosseal içerir ve tibial sinir tarafından innerve edilir.

Ağırlık taşıma sırasında, metatars başları ve kalkenus arası mesafenin kısılması, intrinsik plantar kasların koordineli kasılması ile sağlanır. Plantar kaslar; motor etkilerinin yanında ayak bileği stabilitesine de nöral katkı sağlamaktadır. Dorsal yüzeyde ekstansör hallucis brevis ve ekstansör digitorum brevis kasları bulunur ve bu kaslar, peroneal sinir tarafından innerve edilir. Ekstansör digitorum brevis kası dorsal bölgede bulunan tek intrinsik kastır. (Yener ve Tuncel, 2001; McKeon & Hoch, 2019; Lezak & Varacallo, 2021).

Ekstrinsik Grup Kaslar			
Anterior Kompartman		Posterior Kompartman	
Tibialis Anterior Ekstensör Hallucis Longus Ekstensör Digitorum Longus	Peroneal Sinir	Gastrocnemius Soleus Plantaris	Tibial Sinir
Lateral Kompartman		Derin Posterior Kompartman	
Fibularis Longus Fibularis Brevis	Yüzeyel Peroneal Sinir	Tibialis Posterior Fleksör Hallucis Longus Fleksör Digitorum Longus	Tibial Sinir
İntrinsik Grup Kaslar			
Dorsal Yüzey	Ekstensör Digitorum Brevis	Peroneal Sinir	
Plantar Yüzey 1. Katman	Abdüktör Hallucis Brevis Fleksör Digitorum Brevis Abdüktör Digiti Minimi	Tibial Sinir	
Plantar Yüzey 2. Katman	Kuadratus Plante Lumbrikale	Tibial Sinir	
Plantar Yüzey 3. Katman	Fleksör Hallucis Brevis Abdüktör Hallucis Fleksör Digiti Minimi	Tibial Sinir	
4. Katman	Plantar İnterosseal Dorsal İnterosseal	Tibial Sinir	

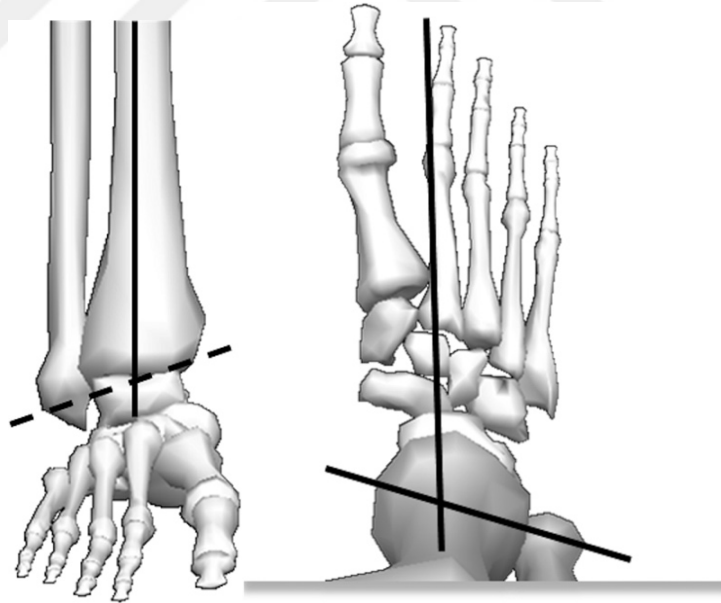
Şekil 4. Ayak bileği ekstrinsik ve intrinsik kasları (McKeon & Hoch, 2019).

2.2. Ayak Bileği Biyomekanisi

2.2.1. Normal ayak biyomekaniği. Ayak bileğindeki hareketler üç düzlemde gerçekleştirilir. Bu hareketler çoğunlukla subtalar ve talokrural eklem hareketlerini beraber ifade etmektedir. Ayak bileği eklemine temel hareketi olan dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon sagittal düzlemde meydana gelir. Dorsifleksiyon hareketi yaklaşık olarak 15°-20°, plantar fleksiyon hareketi 45°-55° aralığındadır. Frontal düzlemde

eversiyon (12°) ve inversiyon hareketi (23°) gerçekleştirilir ve toplam hareket açıklığı yaklaşık olarak 35° 'dir (Norkus & Floyd, 2001).

Ayak bileği eksenini, medial ve lateral malleollerin arasından geçmektedir. Oblik konumda olması sebebiyle ekstansiyon ve fleksiyon hareketleriyle beraber rotasyon hareketi de görülür (Şekil 5). Dorsifleksiyon hareketi gerçekleşirken, fibula proksimale doğru hareket eder ve posteromediale yönelerek dışa döner. Dorsifleksiyondan plantar fleksiyona geçerken, talus ve malleolün eklem yüzeyleri teması sürdürür. Plantar fleksiyonda fibula distale doğru hareket eder ve anteromediale yönelerek içe döner. Talusun anterior-superior yüzeyinin, posterior yüzeyine göre daha geniş (ortalama 4.2 mm fark) olması dorsifleksiyon sırasında temas yüzey alanını artırır. Dorsifleksiyonda ayak bileği için en stabil pozisyon oluşurken, plantar fleksiyonda daha hareketli bir yapı oluşur. Pronasyon ve supinasyon hareketleri ise öncelikli olarak subtalar ekleminde gerçekleştirilir. Pronasyon (plantar fleksiyon-abdüksiyon-eversiyon) ve supinasyon (dorsifleksiyon-addüksiyon-inversiyon) kombinasyonunu ifade eder (Norkus & Floyd, 2001; Akdoğan ve Ateş, 2016).



Şekil 5. Ayak bileği sagittal ve transvers düzlemdeki dönme eksenini (Norkus & Floyd, 2001)

2.2.2. Yürüme biyomekaniği. Ayak; 1/6'sı fibula distali, geri kalanı tibia distali aracılığı ile vücut ağırlığını taşır. Ayak ve ayak bileği eklem kompleksi; sağlam kemik ve bağ yapısı sayesinde vücut ağırlığının yürürken 1.5, koşarken 8 katına kadar taşıma

kapasitesine sahiptir (Akdoğan ve Ateş, 2016). Yürüyüş döngüsü; duruş ve sallanma fazı olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilir. Duruş fazında ağırlık zemine aktarıldığı fazdır, topuk vuruşu ile başlar parmak kaldırışıyla biter. Ayağın yere ilk teması sırasında ayak bileği dorsifleksörleri ayağın zemine kontrollü teması sağlayabilmesi için eksantrik kasılarak dorsifleksiyon momenti oluşturur, bu esnada diz tam ekstansiyondadır. Tibia internale döner ve üçlü eklem kompleksi (subtalar, talonaviküler, kalkaneoküboid) valgus pozisyonuna hareket ederken, tibiotalar ekleminde plantar fleksiyon meydana gelir. Tibialis posterior tarafından arkın çökmesini engellenir.

Orta duruş fazında; ağırlık ayağın orta kısmına doğru aktarılır. Vücut ağırlığı ileriye doğru aktarılırken, topuk yükselişe yaklaştığında, ayak bileği dorsifleksiyona alınır. Tibia eksternale ve üçlü eklem kompleksi varus pozisyonuna gelir. Üçlü eklem kompleksinin varus pozisyonunda kilitlemesi; MLA'nın yeniden oluşmasını sağlayarak, itme fazında vücut ağırlığının taşınmasını kolaylaştırır. MLA; ağırlık aktarıldığında kısalırken, ağırlık kalktığında tekrar uzayarak kaldıraç görevi görür. Ayak bileğinin bu özgün anatomisi, yürüme, koşma, zıplama gibi değişken hareketleri yapabilmemize izin verir (Van Boerum & Sangeorzan, 2003; Şeker, Talmaç ve Sarıkaya, 2014; Brockett & Chapman, 2016).

2.3 Kronik Ayak Bileği İnstabilitesi

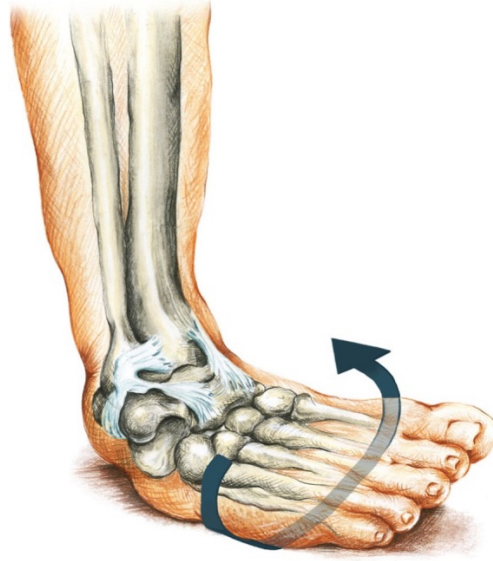
Ayak bileği eklem kompleksi spor performansları sırasında sıklıkla yaralanmakta olup, bu yaralanmaların %85'ini lateral ayak bileği spraini (LAS) oluşturur (Gutierrez, Kaminski & Douex, 2009). LAS; en yaygın görülen nöromüsküloskeletal yaralanmadır (Gribble, 2019). LAS yaşayan bireylerin %73'ünün KAİ geliştirdiği tahmin edilmektedir (Theisen & Day, 2019). KAİ; ağrı, ödem, azalmış DFEHA ve fonksiyon gibi semptomlarla bireyin günlük aktivitelerini kısıtlayan ve ilk yaralanmadan sonra 12 ay devam eden tekrarlı sprainlerle karakterize bir durumdur (Picot vd. 2022). KAİ; yalnızca patomekanik ve motor-davranışsal bozukluklar değil, duyuşal-algısal bozuklukları da içeren çok faktörlü etiyolojiye sahiptir (Dejong, Koldenhoven & Hertel, 2020). İlk yaralanmayı takiben görülen nöromüsküler ve postural kontroldeki bozukluk KAİ'ye katkıda bulunur. Nöromüsküler kontroldeki bozukluk sonucu ortaya çıkan proprioseptif eksiklik ayak bileği stabilitesini olumsuz yönde etkilemekte ve tekrarlanan “boşalma hissi” epizodu,

nöromusküler ve proprioseptif eksikliğinin sonucu olarak kabul edilmektedir (Gutierrez vd. 2009; McCrskin, Cameron, Orr & Waterman, 2015).

KAİ; çoklu inversiyon yaralanmaları ile ilişkilidir ve ağırlıklı olarak spor yapan popülasyonu etkiler. Araştırmalarda; sporcular ve daha az zorlayıcı aktiviteye katılan bireyler kıyaslandığında, sporcuların daha fazla devam eden semptomlara sahip olduğu rapor edilmiştir (Attenborough vd. 2014; Biz vd. 2022;). KAİ'li sporcularda boşalma hissi epizodunun sıklığı, egzersiz performansını ve egzersize katılımı önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Ancak yaralanmadan bir yıl sonra bazı semptomlarda iyileşme görülmesi, sporcuları rehabilitasyon programını tamamlamadan spora erken dönüş yapmaya teşvik etmektedir. Spora erken dönüş; gelecekte yaralanma riskinin artması ve erken osteoartrit gelişimi ile sonuçlanmaktadır (Attenborough vd, 2014; Alghadir, A. H., Iqbal, Z. A., Iqbal, Ahmed & Ramteke, 2020; Biz vd. 2022).

Rehabilitasyon programı oluşturulurken; KAİ'nin hem mekanik hem fonksiyonel eksiklerinin giderilmesi amaçlanmalıdır. Proprioseptif, nöromusküler kontrol ve denge eğitimini içeren kombine programların, ayak bileği tekrarlı sprain riskini önemli ölçüde azalttığı saptanmıştır (Attenborough vd. 2014; Alghadir vd, 2020; Biz vd. 2022;). Araştırmalar; KAİ'li bireylerde fonksiyonel kısıtlılıklara ek olarak yüksek oranda kinezyofobiye sahip olduğunu göstermiştir. Bireylerin, yeniden yaralanma korkusunun da değerlendirilmesi klinik müdahalenin etkinliğini artırmak için kritik öneme sahiptir (Hall, Chomistek, Kingma & Docherty, 2018).

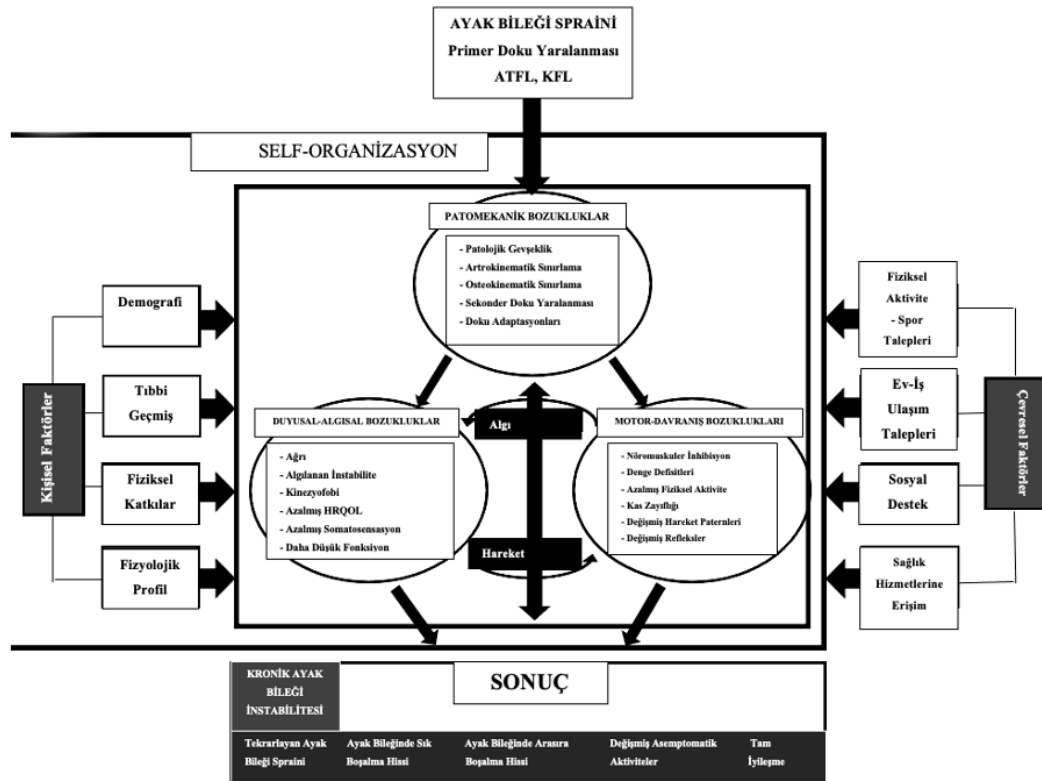
2.3.1. Lateral ayak bileği spraini yaralanma mekanizması. Lateral ayak bileği spraini, sıklıkla yürüyüş veya sıçrama sonrası iniş sırasında, alt bacak eksternal rotasyonda iken, ayağın aşırı inversiyon ve internal rotasyonda olmasıyla gerçekleşir (Şekil 6) (Hertel, 2002). Ligamanlarda dokunun yüklenme kapasitesini aşan bir gerilim olması, ligamentöz hasarlanmayla sonuçlanır. Sıklıkla ilk yaralan ligaman ATFL'dir, ikinci sırada bunu KFL takip eder. Literatürde; LAS'ın aynı zamanda subtalar eklemden artan supinasyon momentine bağlı olabileceği öngörülmüş ve artan supinasyon momentinin ayağın aşırı inversiyon ve internal rotasyonuna sebep olabileceği de belirtilmiştir (Hertel 2002).



Şekil 6. Lateral ayak bileği spraini yaralanma mekanizması (Al-Mohrej & Al-Kenani, 2017).

2.3.2. KAI ve patomekaniği. KAI'nin meydana geliş mekanizmasının, ilk defa ayak bileği sprain yaralanması mekanizmasından farklı olmadığı düşünülmektedir. İlk defa LAS yaşayan kişilerde oluşan; patomekanik, duyuşsal-algısal veya motor davranış bozuklukları bireyi tekrarlayan sprainlere yatkın hale getirir. KAI'nin nedenine ilişkin iki teori vardır; mekanik instabilite ve fonksiyonel instabilite (Hertel, 2002). Mekanik instabilite; ilk ayak bileği spraininden sonraki anatomik değişikliklerin sonucu olarak ortaya çıkar ve oluşan anatomik değişiklikler tekrarlı sprainlere yatkınlık geliştirecek eksikliklere yol açar (Hertel & Corbett 2019; Lin, J. Z., Lin, Y. A., Tai & Chen, 2022). Fonksiyonel instabilite kavramı ise ilk defa Freeman tarafından 1965'te "ilk ayak bileği sprainin yaşayan bireylerin aylar ve yıllar sonra bile ayağın 'boşalma hissi' eğiliminin olduğunu söyleyerek başvurdukları engellilik" (Freeman vd. 1965) olarak tanımlanmış ve bu tanımla beraber KAI'ye olan bakış açısında önemli bir değişiklikler oluşmuştur. Tekrarlayan sprainler sonucunda yumuşak dokuda hasar olmadığı halde kişi instabilite tarif ediyorsa bu tabloya klinik olarak fonksiyonel instabilite denir. Fonksiyonel instabilitenin semptomları; proprioseptif ve nöromüsküler kontrolde bozukluklar, kuvvet eksiklikleri, instabilite hissidir (Hertel & Corbett 2019; Biz vd. 2022). Fonksiyonel ve mekanik instabilite; KAI'nin en yaygın olası iki nedenini açıklamaya yardımcı olsa da KAI'ye yol açan tüm patolojik koşulları yeterince yansıtmamaktadır. KAI; mekanik instabilite, fonksiyonel instabilite veya ikisinin kombinasyonundan kaynaklanabilir (Hertel, 2002).

KAİ gelişmesi için öncelikle ilk yaşanan LAS semptomlarının devam ediyor olması gerekir. Yaralanma mekanizması olarak, inversiyon-internal rotasyon sprain kinematiğine sahip LAS sırasında lateral ligamanların kolojen liflerinin bozulması, yapısal doku hasarına neden olur ve ağrı, ödem, inflamasyon, gibi semptomlar hızla gelişir. Aynı zamanda yaralanmaya karşı geliştirilen psikolojik ve duygusal tepkiler, sensorimotor sistemde değişiklikler meydana getirebilir. Bu durum, yaralanma yaşayan bireyde başarılı iyileşme süreci yerine KAİ oluşmasını tetikleyecek spesifik bozuklukları oluşturabilir (Hertel & Corbett 2019). KAİ patomekaniği 3 ana başlık altında incelenebilir; patomekanik bozukluklar, motor davranışsal bozukluklar, duyusal algısal bozukluklar. Güncel KAİ modeline, duyusal-algısal bozukluklarla birlikte kişisel ve çevresel bileşen etkileşimlerinin de dahil edilmesi KAİ'ye kapsamlı yaklaşım sunar (Şekil 7) (Hertel & Corbett 2019).



Şekil 7. Güncel KAİ modeli (Hertel & Corbett 2019).

2.3.2.2. Patomekanik bozukluklar. Patomekanik bozukluklar; KAİ'ye katkıda bulunan ayak bileği eklem ve çevre dokuların yapısal anormalliği olarak

tanımlanmakta olup, biyopsikososyal modelin biyolojik bileşenini ifade eder (Hertel & Corbett 2019).

Ayak bileği sprainlerini takiben oluşan ligaman yaralanmaları sıklıkla etkilenen eklemlerde patolojik gevşeklik oluşturur. LAS sonrası hasarlanan ATFL ve KFL, özellikle tibiotalar ve subtalar eklemlerde patolojik gevşekliğe sebep olmaktadır. Fonksiyonel aktivite sırasında ayak bileği eklemi savunmasız pozisyonda olduğunda; patolojik gevşeklik, eklem instabilitesine ve eklemde yapısal hasara yol açabilir (Hertel, 2002).

KAİ'li bireylerde aynı zamanda artrokinematik kısıtlanmalar saptanmıştır. Fibula distalinin tibiaya göre anterior-inferior yönde yer değiştirmiş olabileceği ve buna bağlı olarak distal fibulanın anteriordan posteriora doğru translasyonunun kısıtlandığı öne sürülmüştür. Lateral malleolün anteriora yer değiştirmiş pozisyonda sıkışmış olması, ATFL'yi dinlenme pozisyonunda daha gevşek hale getirebilir. Fibulanın bu pozisyonel hatası da bireyi yeniden spraine yatkın hale getirebilir.

KAİ'li bireylerde görülen anatomik değişiklikler; sinoviyal ve dejeneratif değişiklikleri de kapsamaktadır. Talokrural ve subtalar eklem kapsüllerinde sinovyal inflamasyona sahip olan KAİ'li bireyler, çoğunlukla ayak bileği eklem kompleksi kemikleri arasındaki sinovyal hipertrofik dokunun sıkışmasına bağlı olarak tekrarlayan ayak bileği instabilite nöbetleri bildirmektedir. KAİ'li bireylerde, akut spraine sahip bireylere göre tibial plafondta daha büyük varus açılanmasına sahip olmaları oluşan dejeneratif değişikliklerdendir. Bu durumun, ayak bileği instabilitesine yanıt olarak gelişen bir değişiklik mi yoksa tekrarlı sprainlere sebebiyet verecek yapısal yatkınlık mı olduğu belirsizdir (Hertel, 2002; Bonnel, Toullec, Mabit, Tourné & Sofcot, 2010).

2.3.2.2.1. Dorsifleksiyon Eklem Hareket Açıklığı. KAİ'li bireylerde kısıtlı DFEHA bildirilmiştir. DFEHA'daki azalma; posterior-talar translasyonun kısıtlanması ve trisep suraedeki yumuşak doku adhezyonları ile ilişkilendirilmiştir. ATFL'nin yaralanmasıyla birlikte talus anteriorda sublukse olabilir ve pasif olarak posteriora yönlendirme olana dek malpozisyonda kalabilir. Ayak bileğinin hipersupinasyon pozisyonunda kalması, duruş sırasında eklemde tam kilitli pozisyonunu sağlanmasını engelleyebilir ve ayak bileğini spraine daha yatkın hale getirebilir. Ayak bileğinin DFEHA'sı; azalmış fonksiyonel yeteneklerin geri kazanılması ve yeniden yaralanma

riskinin azaltılması yönünde önemlidir (Terada, Pietrosimone & Gribble, 2013; Vallandingham, Gaven & Powden, 2019).

Sonuç olarak KAI'li bireylerde görülen patomekanik bozukluklar tekrarlayan ayak bileği sprainleri ve boşalma hissi epizodlarını tetikleyerek, ayak bileği ekleminde ikincil doku hasarına neden olabilir. İkincil doku hasarı duyuşsal-algısal ve motor-davranışsal bozuklukları etkileyerek var olan sorunu daha kötü hale getirebilir (Hertel & Corbett 2019)

2.3.2.3. Duyusal-algısal bozukluklar. Duyusal-algısal bozukluklar; bireyin bedeni, yaralanması ve kendisi hakkında hissettiği durumlar olarak tanımlanır ve somatosensöriyel, ağrı, kinezyofobi gibi psiko-sosyal ve psiko-fizyolojik yapılarıdaki bozuklukları içermektedir (Hertel & Corbett 2019).

KAI'li bireylerde somatosensasyonun çeşitli alanlarında bozulma bildirilmiştir. Bu bozulmanın, yaralanma sırasında ligaman ve eklem proprioseptörlerinin hasar görmesi sonucu oluştuğu varsayılmaktadır. Son kanıtlar, proprioseptif eksikliklerin, eklem mekanoreseptörleri ve peroneal kaslardaki kas içiği aktivitesindeki değişiklikten etkilenebileceği göstermiştir. Bununla beraber yürüyüş ve sıçrama sonrası iniş sırasında ilk temastan önce ayak bileği pozisyonunun doğru bir şekilde algılanamamasının tekrarlı sprain riskini artırdığı öngörülmüştür (Hertel, 2002; Hertel & Corbett 2019).

KAI'li bireylerde görülen ayak bileği ağrısının, diğer semptomlar üzerinde etkisi tam olarak bilinmemektedir. Kronik ağrı, Uluslararası Ağrı Araştırma Derneği (International Association of the Study of Pain) (IASP) tarafından “*gerçek veya potansiyel doku hasarı ile ilişkili, hoş olmayan duyuşsal veya duygusal deneyim olarak tanımlanan, doku iyileştiği halde 3-6 ay devam eden ağrı*” olarak kabul edilmektedir. Ağrı kronikleştiğinde, semptom olmaktan çıkıp esas problem olabilmektedir. Kronik ağrı, bireyin fonksiyonel aktiviteye katılma isteği ve yeteneğini etkileyebilir (Al Adal, Pourkazemi, Mackey & Hiller, 2019).

Boşalma hissi, KAI'li bireylerde ortak görülen şikayetlerdendir. Boşalma hissi; Uluslararası Ayak Bileği Konsorsiyumu (International Ankle Consortium) (IAC) tarafından, akut lateral ligaman spraine yol açmayan, ayağın genellikle yürüme ve koşma sırasındaki ilk temas sırasında yaşanan kontrolsüz ve öngörülemeyen inversiyon ataklarının düzenli olarak meydana gelmesidir (Delahunt vd. 2010; Gribble vd. 2014).

Tekrarlanan instabilite epizodları, bireyin yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Literatürde sıklıkla kullanılan sağlıkla ilgili yaşam kalitesi ölçekleri, günlük yaşamda fonksiyonellik ve kişisel ruh hali değerlendirmesini içerir. Yaşam kalitesi değerlendirmesi, fiziksel sağlık ve zihinsel sağlık olmak üzere alt parametrelere sahiptir. Sağlıkla ilgili yaşam kalitesi, tedavinin kapsamlı değerlendirilmesine olanak tanır. KAI'li bireylerde, sağlıkla ilgili yaşam kalitesinin alt ölçeklerinden olan zihinsel düzey ile ilgili olumsuz sonuçlar bildirilmemiştir ancak bireylerin fiziksel düzey ile ilgili olumsuz sonuçlara sahip olduğu bildirilmiştir (Arnold, Wright & Ross, 2011).

2.3.2.3.1. Fonksiyon. KAI'li bireylerde ilgili ayak bileği fonksiyonunda azalma mevcuttur. Literatürde fonksiyon ölçüm aracı olarak en iyi seçenek olarak görülen “Ayak ve Ayak Bileği Yetenek Ölçeği” (Foot and Ankle Ability Measure) (FAAM); ilgili ayak bileği için günlük yaşam aktiviteleri ve spor aktiviteleri olmak üzere farklı zorluk derecelendirmeleri olan alt ölçeklere sahiptir (Eechaute, Vaes, Van Aerschot, Asman & Duquet, 2007; Hansen, Obionu, Comins & Krogsgaard, 2022). KAI'li bireylerde görülen ayak bileği eklemi instabilite hissi; Uluslararası Ayak Bileği Konsorsiyumu (International Ankle Consortium) (IAC) tarafından, bireyin günlük yaşam aktiviteleri ve spor aktiviteleri sırasında ayak bileği eklemi savunmasız hissetme hali olarak tanımlanmakta olup, akut ligaman sprainini sürdürme korkusuyla ilişkili bulunmuştur. Ayak bileği instabilitesi, güvenilir ölçüm aracı olarak kabul edilen Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesinin Tanımlanması (Identification of Functional Ankle Instability (IdFAI) anketinin 11 ve üstü puan skorlamasıyla belirlenmektedir (Gribble vd. 2014).

2.3.2.3.2. Kinezyofobi. Kinezyofobi; tekrarlayan yaralanmalara ve ağrılı yaralanmalara karşı oluşan hassasiyet nedeniyle fiziksel aktiviteden korku-kaçınma durumudur (Ünver, Kara ve Yoldaş, 2020). Yeniden yaralanma korkusu ve hareket korkusu olarak da ifade edilebilir. Korku, önceki deneyimlere tepki olarak kaçınma davranışını oluşturabilir (Ünver, Kara ve Yoldaş, 2020). Yeniden yaralanma kaygısı ve yeniden yaralanma korkusu farklı olmalarına rağmen birlikte oluşabilir. Yeniden yaralanma kaygısı, olumsuz düşüncelerle ile karakterizedir ve etkisi hakkında daha az şey bilinmektedir. Yeniden yaralanma korkusu hem fizyolojik (kas koruması gibi) hem psikolojik (yaralanan bölgeye güven eksikliği gibi) etkenleri içerir (Hsu, Meierbachtol,

George & Chmielewski, 2017). Bilimsel araştırmalar, ayak bileği sprainini takiben görülen ve kronikleşen yeniden yaralanma korkusunun önemini vurgulamaktadır (Suttmiller & McCann, 2021). KAİ'li bireylerde yüksek kinezyofobi bildirilmiştir. Kinezyofobi bireyde; fiziksel aktivite katılımında azalma, spora dönüşte gecikme, hatta sporu bırakma gibi sonuçlar doğurabilmektedir. Aynı zamanda bireyin tedaviye katılımını olumsuz yönde etkileyerek rehabilitasyon süreci için engel teşkil etmektedir (McCriskin vd. 2015;  nver, Kara ve Yoldaş, 2020).

2.3.2.4. Motor-davranış bozuklukları. KAİ'li bireyler motor davranış bozuklukları fiziksel aktivitelerde eksiklik ve sensorimotor fonksiyonun motor yönünü oluşturur (Hertel & Corbett 2019).

Artrojenik kas inhibiyonu sıklıkla fibularis longus kasındaki H-refleks yanıtının değerlendirilmesiyle belgelenmektedir. KAİ'li bireylerde ayak bileği proksimalindeki kasların inhibisyonu, kortikospinal inhibisyon ve soleusun uyarılabilirliği arasındaki dengenin değiştiği de öne sürülmektedir. Aynı zamanda ani inversiyon sprainine yanıt olarak fibularis longus ve brevis kaslarında gecikmiş reaksiyon zamanı bulunmuştur. Gecikmiş motor yanıt, ayak bileğinin ani inversiyonunu engellemeye yönelik eversiyon kuvveti oluşturma yeteneğinde gecikme ile sonuçlanır (Hertel & Corbett 2019). Ayak bileğinde görülen eversiyon ve inversiyon kuvvet eksiklikleri, alt ekstremitenin yaralanmalardaki kinetik bağlantısı göz önünde bulundurulduğunda, kalça ve diz kas gücünde de değişiklikler oluşmasına sebep olabilmektedir (Khalaj, Vincenzino, Heales & Smith, 2020). Literatürde kuvvet eksikliklerinin nedeni belirsizliğini korumaktadır (Hertel, 2002). KAİ'li bireylerde, meydana gelen tüm kayıplar neticesinde, sağlıklı bireylere göre yürüme, koşma gibi farklı fonksiyonel aktivitelerde değişmiş hareket modelleri oluşmuştur. Değişen hareket modellerine, yürüme sırasında ayak bileğinde oluşan daha fazla inversiyon ve plantar fleksiyon, duruş sırasında basınç merkezinde meydana gelen lateral sapma ve fibularis kasının aktivasyonunda oluşan değişiklikler örnek verilebilir. Ayak bileğinde görülen supinasyonun, basınç merkezinin lateral sapmasına neden olabileceği öngörülmektedir. Koşu sırasında oluşan biyomekanik değişiklikler ise yürüme ile benzerdir (Hertel & Corbett 2019).

KAİ'li bireylerde devam eden semptomlar neticesinde hiç yaralanmamış bireylere göre fiziksel aktivitelere katılma isteğinde azalma görülmektedir. Araştırmalar; fiziksel aktivitenin osteoartrite karşı koruduğunu belirtilmiştir. Azalmış

fiziksel aktivitenin ele alınması, KAİ'nin diğer semptomları ile etkileşimi ve sekonder problem olarak oluşan osteoartrit önlenmesi açısından da önemlidir (Hubbard-Turner & Turner, 2015; Herzog, Kerr, Marshall & Wikstrom, 2019).

2.3.2.4.1. Postural kontrol. Postural kontrol; duruş sırasında denge durumunu sürdürme, elde etme veya yeniden oluşturma eylemi olarak tanımlanmıştır (Hertel, 2002). Postural kontrol optik, vestibüler ve somatosensöriyel sinir girdilerinin entegrasyonu ile sağlanmaktadır. Periferalden alınan bilgiler hareketin kontrolünün sağlanması için merkezi sinir sistemine iletilir. Merkezi sinir sistemi; hareket, kas aktivasyonu ve dengeleme stratejisini koordine eder ve ana hareket modeli oluşturulur. Kas ve eklem reseptörlerinden alınan propriosepsiyon bilgisi, motor kontrol için gereklidir. Propriosepsiyon hissi, vücudun pozisyonu ve hareketlerin kontrolü için önemlidir. Ayak bileği sprainini takiben ayak bileği eklem ve çevresindeki ligamanlar, tendonlar, mekanoreseptörlerde hasar oluşmaktadır. Ayak bileği reseptörlerindeki oluşan hasar sonucu eklem hareketi ve pozisyonu ile ilgili mesajların iletimindeki eksikliğin proprioseptif fonksiyonda bozulmaya neden olduğu tahmin edilmektedir. Propriosepsiyon ve nöromüsküler kontrol kombinasyonunda bozulma sonucu postural kontrolde defisit oluşmaktadır (Ross, & Guskiewicz, 2004; Miklovic, Donovan, Protzuk, Kang & Feger, 2018; Taghavi vd. 2022; Lapanantasin, 2022). KAİ'li bireylerde statik ve dinamik postural kontrolde tek taraflı defisit bildirilmiştir (Lin vd. 2022). Tek bacak üzerinde postural kontrolün sağlanması için ayak bileği pronasyon ve supinasyon yapmaktadır. Bu “ayak bileği stratejisi” olarak tanımlanmaktadır. Bozulmuş postural kontrole karşı KAİ'li bireylerde kompanse edici stratejiler oluşmaktadır. KAİ'li bireylerin, sprain yaşamayan bireylere göre postural kontrolü sürdürmek için daha fazla “kalça stratejisi” kullandıkları bildirilmiştir. Postural kontrol stratejisindeki bu değişiklik, ayak bileği-eklem disfonksiyonu sonucu oluşan merkezi nöral kontroldeki değişikliklerden kaynaklanmaktadır (Hertel, 2002).

2.3.2.5 Kişisel ve çevresel faktörler. Bireye ait demografik bilgiler, sağlık öyküsü, kişisel faktörler yaralanmaya karşı vereceği tepkiyi etkileyebilir. Özellikle bireyin daha önce geçirilmiş yaralanma öyküsüne sahip olması, tekrarlanan yaralanmaya karşı tutumunu belirler. Kişisel faktörlerin yanı sıra bireyin fiziksel aktivite ve spor katılımındaki tavrında toplumsal beklentiler de önemli rol oynar. Sağlık hizmetine ulaşım, alınan sağlık hizmetinin türü, sosyal destek gibi çevresel faktörler de iyileşme

sürecinde etkilidir. Tüm bunlar yaralanmaya karşı oluşan algı ve davranışı oluşturur. Yaralanma sonrası belirli semptomların ele alınmaması, bireyin değişen hareket modelini normalleştirerek sürdürmesi; uzun süreli kısıtlamaları beraberinde getirir. Bu kısıtlamalar KAI'lı bireylerde sıklıkla görülen ve kronik olarak değişen algı-eylem döngüleri; boşalma hissi epizodları ve tekrarlanan sprainlere yatkınlık oluşmasına zemin hazırlar (Hertel & Corbett 2019).

2.3.3. Risk faktörleri. Risk faktörlerinin belirlenmesi ve önlenebilir risk faktörlerinin hedeflenmesi gelecekteki yaralanmalar için önlem oluşturur. KAI'ye ilişkin risk faktörleri literatürde yaygın olarak iç ve dış faktörler olmak üzere 2 bölümde kategorize edilmiştir. İç faktörler; yaş, cinsiyet, boy, kilo, vücut kitle indeksi, önceki yaralanma, aerobik uygunluk, esneklik, kas gücü, propriosepsiyon, reaksiyon süresi, postural kontrol, anatomik uyum, ayak morfolojisi ve yetersiz rehabilitasyonu içerir. Dış faktörler ise belirli spor veya risk altındaki aktivite, rekabet seviyesi, oyun yüzeyi, ayakkabı tipi şeklinde sıralanabilir (McCriskin vd. 2015). Zayıf nöromüsküler kontrol, ileri yaş vb gibi iç faktörler, bir sporcu veya bireyi basit bir günlük aktivite sırasında yaralanmaya daha yatkın hale getirerek dış faktörlerle etkileşime girebilir. İç ve dış faktörlerin etkileşimi yeniden yaralanma ihtimali ve iyileşme süreci önemlidir (Meeuwisse, Tyreman, Hagel, & Emery, 2007).

2.4. Duyusal-Hedefli Ayak Bileği Rehabilitasyon Stratejileri (*Sensory-Targeted Rehabilitation Strategies*) (STARS)

Eklem mobilizasyonu; KAI'de eksikliği saptanan DFEHA ve postural kontrolü iyileştirmede etkili bulunmuştur (Hoch vd. 2012; Gilbreath, Gaven, Van Lunen & Hoch, 2014). Azalmış DFEHA talusun anterior yer değiştirmesiyle ve posterior talar translasyonda kısıtlanma ile ilişkilendirilmiştir (Denegar, Hertel & Fonseca, 2002; Wikstrom & Hubbard, 2010). Ayak bileği eklem mobilizasyonu, bozulmuş artokinematikğin iyileştirilmesi hedeflemektedir. Özellikle talokrural eklemde posterior talar kayma miktarını artırarak, DFEHA kısıtlılığını düzeltmektedir. Eklem mobilizasyonu aynı zamanda ilgili mekanoreseptörleri uyarak duyuusal bilgi iletimini artırmaktadır. Araştırmalarda somatosensöriyel bilgi eksikliği ile bağlantılı bulunan postural kontrol bozulmaları, mekanoreseptörlerin çeşitli manuel teknikler ile uyarılmasıyla olumlu sonuçlar vermiştir. Özellikle Maitland Grade 3 anterior-posterior

eklem mobilizasyonu, KAI'li bireylerde DFEHA ve postural kontrolü artırmada etkili bulunmuştur (Hoch & McKeon, 2011; Harkey, 2014). KAI'li kişilerde ayak plantar kısmında azalmış hassasiyet bildirilmiştir (Helly, Bain, Gribble & Hoch, 2020). Araştırmalar; ayak bileği plantar deri reseptörlerinin postural kontrol bağlantılı olduğunu ve plantar masajın

KAI'li bireylerde postural kontrolü iyileştirdiğini göstermiştir. Postural kontroldeki iyileşme, muskulotendinöz reseptörlerin değil plantar kütanöz reseptörlerin duyarlılığının artmasıyla ilişkili bulunmuştur (Wikstrom, Song, Lea & Brown, 2017). Ayrıca KAI'li bireylerde yapılan bir çalışmada; plantar masajın gözler açıkken etkili olması, postural kontrolü sürdürülmesiyle ilişkili sensorimotor sinyalleri algılama ve işleme yeteneğini geliştirebileceğini öne sürmektedir (LeClaire & Wikstrom 2012).

Duyusal Hedefli Ayak Bileği Rehabilitasyon Stratejileri (Sensory Targeted Rehabilitation Strategies (STARS); McKeon ve arkadaşları tarafından KAI'nin duyusal eksiklikleri giderilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışma; çeşitli duyusal girdiler aracılığıyla sensorimotor sistem üzerinde değişiklik sağlamayı hedeflemiştir. Bu girdiler; ayak bileği eklem reseptörleri, ayak plantar reseptörleri ve triseps suare içerisindeki musculotendinöz reseptörleri içermektedir (McKeon & Wikstrom, 2016). Kombine STARS tedavi protokolü; bu reseptörlerin uyarımını hedefleyen ve KAI tedavisinde kullanılan; talokrural eklem mobilizasyonu, plantar masaj ve trisep surae germe içermektedir (Harkey, 2014; McKeon & Wikstrom 2016; Helly vd. 2020; Jb, Lesley, I, Dj & Jt, 2020).

2.5. Denge Eğitimi

Denge eğitimi, literatürde ağırlık merkezini destek tabanı üzerinde tutarak vücut pozisyonunun farkındalığına odaklanan eğitim olarak tanımlanmaktadır (Wortmann & Docherty, 2013). Postural kontrol eksikliklerin giderilmesi, tekrarlayan ayak bileği sprain riskinin azaltılması ve kişinin bildirdiği fonksiyonda iyileşme sağlaması yönüyle KAI rehabilitasyonunda sıklıkla kullanılmaktadır (Wikstrom, Naik, Lodha & Cauraugh, 2009; Cruz-Diaz vd. 2015; Anguish & Sandrey, 2018; Burcal, Sandrey, Hubbard-Turner, McKeon & Wikstrom, 2019).

Hop to stabilizasyon egzersizi yaygın olarak kullanılan denge eğitim programıdır ve bireyin çeşitli denge aktivitelerini gerçekleştirirken tek bacak duruşunu

sürdürme becerisini artırmak için tasarlanmıştır (Minoonejad, Ardakani, Rajabi, Wikstrom & Sharifnezhad, 2019). Eğitimin basitten karmaşığa doğru ilerlemesi, öngörülemeyen sıçramalarla birlikte birey hedefe ulaştığında yeni zorluk seviyesinin oluşturulması müdahale etkinliğini artırmaktadır (Ardakani, Wikstrom, Minoonejad, Rajabi & Sharifnezhad, 2019).

KAI'lı bireylerde, hop to stabilizasyon aşamalı denge eğitiminin, görevlere ve çevresel kısıtlamalara kasten manipüle ederek, KAI ile ilgili sensorimotor limitasyonların üstesinden gelmek için sensorimotor sistemin adaptasyon yeteneğini önemli ölçüde geliştirdiğine inanılmaktadır (McKeon, 2008).



Bölüm 3

Yöntem

3.1. Çalışma Tasarımı

Bu çalışma, KAİ olan sporcularda izole duyuşal, izole motor ve kombine hedefli yaklaşımların postural kontrol, DFEHA, fonksiyon ve kinezyofobi üzerine etkilerinin araştırılması amacı ile randomize kontrollü, çift kör, prospektif bir çalışma olarak tasarlandı. Çalışmaya katılmak üzere gönüllü 102 sporcudan, “Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilitesi Tanımlaması” (Identification of Functional Ankle Instability (IdFAI)) kriterlerine uyan KAİ’li 21 sporcu çalışmaya dahil edildi.

Örnekleme büyüklüğü, G-Power (latest ver. 3.1.9.3; Heinrich-Heine- Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Germany) programı ile hesaplandı. Postural kontrol verilerinin tedavi sonrası fark değeri baz alınarak, %80 güç, %10 tip 1 hata ve %59 etki büyüklüğü ile her gruba 7 kişi olmak üzere, toplam 21 kişi çalışmaya dahil edildi (Burcal vd., 2017). Çalışmada %10 oranında katılımcı kaybı olabileceği göz önünde bulundurularak, çalışmaya 24 kişinin dahil edilmesine karar verildi.

Katılımcılar; motor, duyuşal ve kombine gruplara randomize edildi. Katılımcıların postural kontrol, DFEHA, fonksiyon ve kinezyofobi değeri değerlendirmeleri sırası ile Y Denge Testi, Ağırlık Aktarmalı Hamle Testi, Ayak ve Ayak Bileği Kullanabilirlik Ölçüsü ve Tampa Kinezyofobi Ölçeği ile değeri değerlendirildi. Tüm değeri değerlendirmeler, tedavi başında ve sonunda, kör bir değeri değerlendirmeci (fizyoterapist) tarafından tekrarlandı. Girişimler, tüm gruplara, altı hafta, haftada 3 kez, 20’şer dakika uygulandı.

Katılımcıların değeri değerlendirmeleri Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Laboratuvarında yapılmıştır. Tüm değeri değerlendirmeler, tüm gruplarda başlangıçta ve 6. hafta sonunda tekrarlandı.

Çalışmanın etik kurul onayı, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’ndan “2022.07.83” numarası ile alındı. Çalışmanın *ClinicalTrials.gov* sistemine kaydı, etik kurul onayı alındıktan sonra katılımcıların ölçümlerine başlanmadan evvel alındı (NCT05602233).

3.2. Katılımcılar

Çalışma evreni, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, antrenörlük bölümü öğrencilerini kapsamaktadır.

Çalışmaya dahil edilen katılımcılar www.randomizer.com sitesi ile yapılan randomizasyon sonucunda denge eğitim grubu (DE), STARS grubu (ST) ve kombine eğitim grubu (SDE) olmak üzere 3 gruba ayrıldı. Numaralara göre belirlenen gruplar, opak zarflara konularak katılımcılara seçtirildi. Girişimleri yapan fizyoterapist, zarfı açarak katılımcıyı ilgili girişim grubuna dahil etti.

Dahil edilme kriterleri:

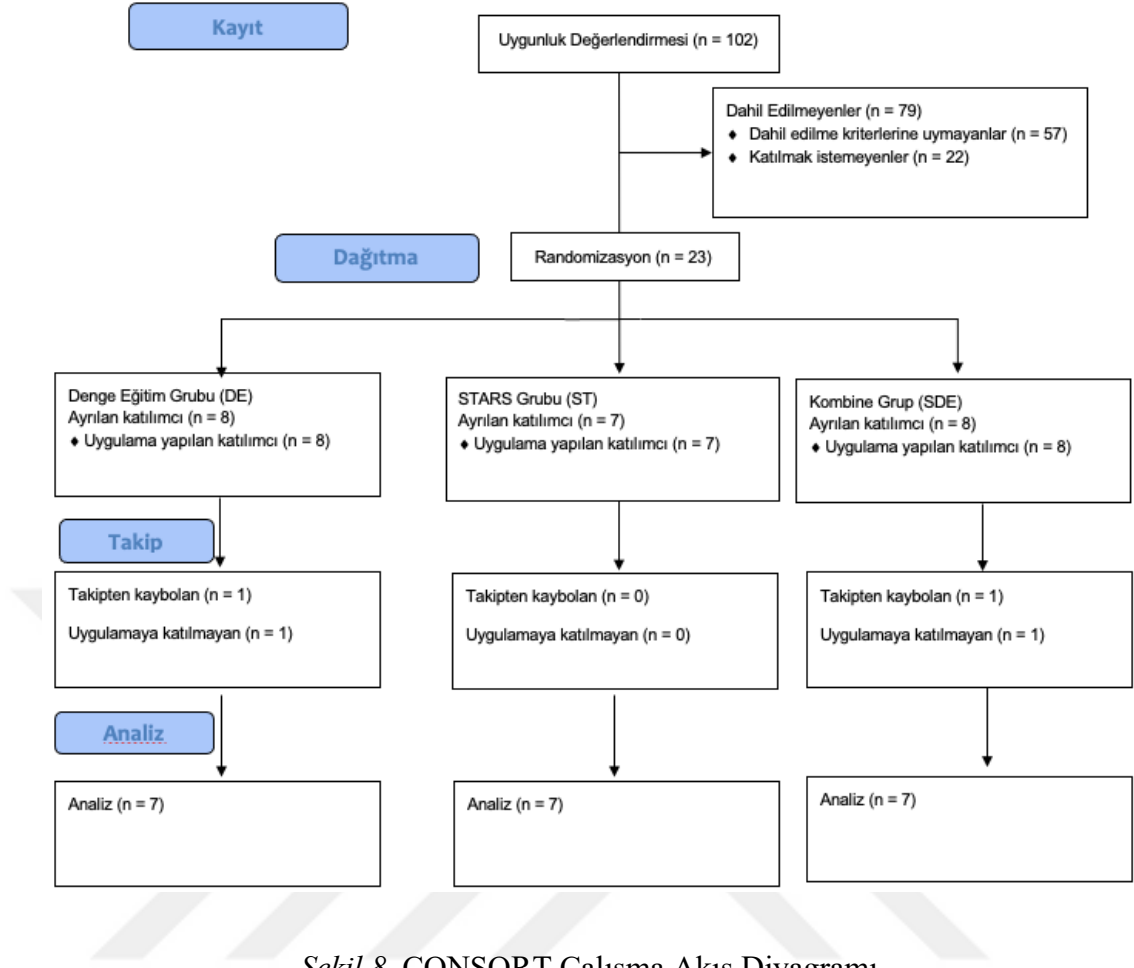
1. 18-25 yaş arasında olmak
2. 1 yıldan daha fazla süre önce ilk ayak bileği sprain öyküsüne sahip olmak
3. Son 6 ay içerisinde en az 2 “boşalma hissi” epizoduna sahip olmak
4. Fonksiyonel Ayak Bileği İnstabilite Tanımlaması (IdFAI) anket skorunun 11’in üzerinde olması
5. “Ayak ve Ayak Bileği Yetenek Ölçeği (Foot and Ankle Ability Measure) (FAAM)”, skorunun %90’dan az olması
6. “Ayak ve Ayak Bileği Yetenek Ölçeği Spor skalası (Foot and Ankle Ability Measure Sport Scale) (FAAM-S)”, skorunun %80’den az olması

Dışlanma kriterleri:

1. Alt ekstremitte cerrahi öyküsü
2. Alt ekstremitede sensorimotor fonksiyonu etkileyebilecek hastalık öyküsü
3. Dengeyi etkileyebilecek kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları

3.3. Değerlendirmeler

Araştırma verileri, yüz yüze toplandı. Katılımcıların demografik özellikleri kaydedildi ve IdFAI (Tayfur vd. 2020), FAAM-GYA ve FAAM-S (Çelik vd. 2016) anketleri dolduruldu. Çalışmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan katılımcılar belirlendi. Katılımcıları; postural kontrol, DFEHA, fonksiyon ve kinezyofobi değerlendirmeleri sırası ile Y Denge Testi, Ağırlık Aktarmalı Hamle Testi, FAAM ve Tampa Kinezyofobi Ölçeği ve değerlendirmeleri tamamlandı. Çalışmanın akış diyagramı Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. CONSORT Çalışma Akış Diyagramı

Demografik Özellikler

Katılımcıların yaş, boy uzunluğu ve vücut ağırlıkları kaydedildi. Katılımcılar, futbol (5), voleybol (3), tenis (3), pilates (3), kayak (2), basketbol (1), boks (1), yüzme (1), bocce (1) ve tekavonda (1) branşında uzman olan, 21 KAİ’li sporcudan oluşmaktadır.

3.3.1. Birincil ölçek: Postural kontrol değerlendirilmesi

Y denge testi: Y denge testi (YDT), alt ekstremité dinamik denge ve postural kontrolü değerlendirmek için sıklıkla kullanılmaktadır. YDT, yıldız gezi denge testinden (star excursion balance test) adapte edilmiş bir testtir. Yıldız gezi denge testi, sekiz farklı yönde 45’er derece aralıkla çizilen hatlarda, denge korunarak ve tek bacak çömelme hareketi yapılarak bireyin ayağı ile erişebildiği maksimum uzanmayı ölçen bir testtir. YDT ise yıldız denge testinden geliştirilmiştir ve üç yönde (anterior, posterolateral, posteromedial) uzanma içerir.

Katılımcıdan ayakkabılarını çıkararak, yıldız şeklinin tam ortasında durması istendi. Katılımcıya, testin başlangıç pozisyonu olarak testlenecek ayak bileğinin sabit olması ve ellerinin belinde olması direktifi verildi ve test süresince başlangıç pozisyonunu koruması istendi. Katılımcıdan, yer ile temas etmeyen ayak bileği ile anterior, posteromedial ve posterolateral yönlere uzanması istendi. Uzanmayı gerçekleştiren ayak bileği ile ağırlık aktarmadan, sadece çizgiye hafif bir dokunuş yapması ve diğer bacağıyla tek bacak duruşunu korurken uzanan bacağı tekrar merkeze döndürmesi istendi. Test esnasında, katılımcı her yöne, 4 deneme tekrarı yaptı. Destek ayağın yerden kalkması, ellerin belden ayrılması ve uzanma ardından başlangıç pozisyonuna kontrollü gelememe hata sayıldı. Hata sayılan durumların varlığında ölçüm tekrarlandı. Katılımcının her yöne 3 kez uzanma mesafesi, kör değerlendirmeci tarafından ölçüldü ve ortalaması santimetre olarak kaydedildi (Ateş, 2019; Söğüt, Harput & Bayrakçı Tunay, 2021). Bacak uzunluğunun farkının sonucu etkileyebilmesini önleyebilmek amacı ile her yön için veriler “(Maksimum Uzanma Mesafesi/Bacak Uzunluğu) x 100” formülüyle normalize edildi (Şekil 9), (Phillip & Hertel, 2003).

3.3.2. Dorsifleksiyon eklem hareket açıklığı değerlendirmesi

Ağırlık Aktarmalı Hamle Testi: Ağırlık aktarmalı hamle testi (AAHT), KAİ’li bireylerde hareket esnasında DFEHA’yı belirleyebilmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. AAHT ölçümü için mezura zemine sabitlendi. Katılımcıdan ellerini duvara koyarak ölçüm alınacak bacağı öne almasını, diğer bacağı ise dengeyi sağlamaya yardımcı olması için arkada pozisyonlanması istendi. Öndeki ayağın topuğunun yerle temasının kesilmesine izin vermeden, dizin duvarla temasının korunabildiği maksimum mesafe kör değerlendirmeci tarafından ölçüldü ve santimetre olarak kaydedildi (Şekil 10), (Powden, Hoch, J. M., & Hoch, M. C., 2015).



Şekil 9. Y Denge Testi



Şekil 10. Ağırlık Aktarmalı Hamle Testi

3.3.3. Fonksiyon değerlendirilmesi

Ayak ve Ayak Bileği Kullanabilirlik Ölçüsü: Ayak ve ayak bileği kullanılabilirlik ölçüsü (FAAM); alt ekstremita ile ilişkili kas-iskelet sistemi yaralanmaları ve bozuklukları olan bireylerde, kişinin kendi bildirdiği genel fonksiyon düzeyini değerlendirmek için kullanılır. Her ikisi de %0 ila %100 arasında puanlanan 2 alt başlıktan (günlük yaşam aktiviteleri [GYA] ve spor [S]) oluşmaktadır. FAAM-GYA, çeşitli fonksiyonel aktivitelerle ilgili 21 madde, FAAM-S, spora katılım ile alakalı farklı etkinliklere ilişkin 8 madde içermektedir. Katılımcıdan, her iki alt gruptaki soruları cevaplaması istendi. Soruların puan değerlendirmeleri 5'li likert ölçeği şeklindedir; hiç zorluk yok (4 puan), hafif zorluk (3 puan), orta derecede zorluk (2 puan), aşırı zorluk (1 puan), yapamam (0 puan). Anket puanlamaları; GYA alt başlığı için 0-84 ve spor alt başlığı 0-32 arasındadır. Katılımcının sorulara verdikleri cevapların puan karşılığı alınarak toplandı ve toplam puanın yüzdesi alındı. Daha yüksek puanlar, daha iyi fonksiyon yeteneğini göstermektedir (Martin, Irrgang, Burdett, Conti, & Van Swearingen, 2005; Çelik vd. 2016).

3.3.4. Kinezyofobi değerlendirilmesi

Tampa Kinezyofobi Ölçeği: Tampa kinezyofobi ölçeği (TKÖ), kas iskelet sistemi yaralanmalarında sıklıkla kullanılır. TKÖ, yaralanma korkusu/korku kaçınma parametrelerini içeren 17 maddelik bir ankettir. Katılımcıdan, (1= Kesinlikle katılmıyorum, 2=katılmıyorum, 3=katılıyorum, 4= Tamamen katılıyorum) şeklinde 4'lü likert ölçeğe sahip anketi cevaplaması istendi. Anketin; 4, 8, 12 ve 16. Sorularına verilen cevapların ters çevrilmesinden sonra total bir puan hesaplandı. Katılımcı verdiği cevaplara göre 17-68 arasında puan almaktadır. Daha yüksek puan düzeyi, kinezyofobisinin de yüksek olduğunu göstermektedir (McKeon & Wikstrom, 2016).

3.4. Girişim

Tüm gruptaki katılımcılar, 6 hafta boyunca, haftada 3 gün, 20 dakika olmak üzere toplam 18 seans aldı. DE grubundaki katılımcılara 6 hafta boyunca hop to stabilizasyon eğitimi, ST grubundaki katılımcılara 6 hafta boyunca STARS programı, SDE grubundaki katılımcılara 2 hafta STARS uygulamasının ardından, 4 hafta hop to

stabilizasyon eğitimi verildi. Tüm seanslar, aynı fizyoterapist tarafından uygulandı. Seans aralarında 24 saat olacak şekilde dinlenme molası verildi.

3.4.1. STARS programı

STARS programı;

- Eklem mobilizasyonu,
- Plantar masaj,
- Triceps surae germeden oluşmaktadır.

Protokol, örnek çalışmayla birebir aynı uygulanmakta olup, her seansta bahsedilen tedavilerin kombinasyonu verilmiştir (McKeon & Wikstrom, 2016).

STARS Protokolü

Eklem mobilizasyonu: Katılımcıya uzun oturma pozisyonundayken, 2 set “grade 3 anterior-posterior talokrural eklem mobilizasyonu” uygulandı. Her setteki uygulama, 2 dakika sürdü. Setler arasında 1 dakika dinlenme molası verildi. Toplam tedavi süresi 5 dakika sürdü. (Şekil 11).

Plantar masaj: Katılımcı sırtüstü pozisyondayken, ayağın tüm plantar yüzeyine stroking ve kneeding kombinasyonu olarak plantar masaj uygulandı. Her set, 2 dakika sürecek ve setler arasında 1 dakika mola verilecek şekilde 2 set uygulama yapıldı. Toplam tedavi süresi 5 dakika sürdü (Şekil 11).

Trisep surae: Katılımcı, soles kasına izole germe yapılabilmesi için bir bacağı hafif fleksiyonda öne aldı ve diğer bacağı ile 2 set kalf germe gerçekleştirdi. Her set, 3 defa tekrarlanan ve 30 saniye süren germelerden oluşmaktadır. Her bir germe egzersizi arasında 10’ar saniye dinlenme molası verildi. Setler arasında 1’er dakika dinlenme süresi verildi (Şekil 11) (McKeon & Wikstrom, 2016).



Şekil 11. Sırasıyla; plantar masaj, eklem mobilizasyonu, triseps surae germe.

3.4.2. Denge eğitim programı

Denge eğitiminde hop to stabilizasyon programı kullanıldı. Tüm program fizyoterapist eşliğinde yapıldı. Katılımcılar, denge eğitiminin bir önceki seviyesini hatasız bir şekilde tamamladığında, testin sonraki aşamasına geçmelerine izin verildi. Egzersiz programının zorluk derecesinde ilerleme ve hata olarak kabul edilen durumların belirlenmesi, McKeon ve arkadaşları tarafından belirlenen protokole uygun olarak gerçekleştirildi (McKeon, 2008).

Sıçrama Hataları:

- Sıçrama gerçekleştirmeyen bacağın yer ile teması
- Aşırı gövde hareketi ($>30^\circ$ lateral fleksiyon)
- Ellerin belden ayrılması
- Sıçrama gerçekleştirmeyen bacdktan destek almak
- Belirlenen hedefi kaçırmak

Hop to stabilizasyon protokolü

Hop to stabilizasyon protokolü şu basamakları içermektedir:

I. Sıçrama (Hop to stabilizasyon)

II. Sıçrama ve ulaşım (Hop to stabilizasyon and reach)

III. Öngörülemeyen sıçrama (Unanticipated hop to stabilization)

IV. Gözler açık/ progresif/ tek ekstremitte üzerinde duruş aktiviteleri (Single-limb stance activities/eyes open)

V. Gözler kapalı/ progresif/ tek ekstremitte üzerinde duruş aktiviteleri (Single-limb stance activities/ eyes closed)

I. Sıçrama

Katılımcıdan etkilenmiş bacağı üzerinde dört farklı yöne (anterior-posterior (AP), medial-lateral (ML), anteromedial-posterolateral (AM-PL), anterolateral-posteromedial (AL-PM) sıçraması istendi. Katılımcı, her yön için 10 sıçrama (18-27-36 inç) gerçekleştirdi. Her tekrar; başlangıç konumundan hedef konuma sıçrama, dengeyi koruma ve ardından başlangıç konumuna tekrar sıçramadan oluşmaktadır.

Katılımcının her yön için hatasız on tekrar gerçekleştirememesi durumunda bir sonraki seviyeye geçmesine izin verilmedi (Şekil 12), (Şekil 13), (McKeon, 2008).

II. Sıçrama ve Ulaşım

Katılımcıdan ilk sıçramada olduğu gibi dört farklı yöne (AP, ML, AM/PL, AL/PM) sıçraması ve sıçrama sonunda, sıçramayı gerçekleştiren bacak üzerinde stabilizasyon sağlanmaları istendi. Katılımcı her yön için 5 sıçrama gerçekleştirdi. Her tekrar; başlangıç konumundan hedef konuma sıçrama, dengeyi koruma, ardından başlangıç konumuna dönme ve tekrar sıçrama ile hedefe konuma ulaşmayı içermektedir. Katılımcının, her yön için hatasız beş tekrar gerçekleştirememesi durumunda bir sonraki seviyeye geçmesine izin verilmedi (Şekil 12), (Şekil 13), (McKeon, 2008).

III. Öngörülemeyen Sıçrama

Katılımcıdan, 9 adet numaralandırılmış şeklin tam ortasında tek ayak üzerinde durması istendi. Katılımcı, önündeki bilgisayar tarafından 1-9 aralığında randomize olarak belirlenmiş bir dizi (örn sayı dizisi:1-5-7-8-3-9-2-4-6) rakamı takip ederek sıçrama gerçekleştirdi. Katılımcı, bilgisayar ekranındaki rakam değiştikçe, yeni sıçrama hedefini gerçekleştirdi. Katılımcının ulaşması gereken rakam için istediği kombinasyonu kullanmasına izin verildi (AP, ML, AM/PL veya AL/PM). Rakamlar arası saniye (5 sn- 3 sn- 1 sn) süreleri kısaltılarak ve rakam dizisi değiştirilerek zorluk seviyesi aşamalı olarak artırıldı (Şekil 14), (McKeon, 2008).

IV. Gözler Açık, Progresif, Tek Ekstremitte Üzerinde Duruş Aktiviteleri

Katılımcıdan gözler açık olarak tek ayak üzerinde dengede kalması istendi. Gözler açık/kapalı tek ekstremitte üzerinde duruş aktiviteleri yedi zorluk seviyesine sahipti. Çalışma grubumuzun katılımcıları 6 hafta boyunca dördüncü zorluk seviyesine kadar ilerleyebildi. Katılımcının her seviye için üç başarılı tekrar gerçekleştirmesi gerekti (Şekil 15) (McKeon, 2008).

V. Gözler Kapalı, Progresif, Tek Ekstremitte Üzerinde Duruş Aktiviteleri

Katılımcıdan gözler kapalı olarak tek ayak üzerinde dengede kalmaları istendi. Elleri kullanma şekli, zemin değişikliği ve süre protokole uygun olarak uygulandı. Katılımcının her seviye için üç başarılı tekrar gerçekleştirmesi gerekti (Şekil 15), (McKeon, 2008).

Gözler açık zorluk seviyeleri:

- Kollar göğüs hizasında 60 sn sert zeminde
- Kollar göğüs hizasında 30 sn köpük ped üzerinde
- Kollar göğüs hizasında 60 sn köpük ped üzerinde
- Kollar göğüs hizasında 90 sn köpük ped üzerinde

Gözler kapalı zorluk seviyeleri:

- Kollar açık 30 sn sert zeminde
- Kollar göğüs hizasında 30 sn sert zeminde
- Kollar göğüs hizasında 60 sn sert zeminde
- Kollar açık 30 sn köpük ped üzerinde



Şekil 12. Anterior-posterior, medial-lateral sıçrama



Şekil 13. Anteromedial-posterolateral, anterolateral-posteromedial sıçrama.



Şekil 14. Öngörülemeden sıçrama.



Şekil 15. Gözler açık/kapalı tek ayak duruş aktiviteleri.

3.5. İstatiksel Analiz

Veriler, SPSS yazılım versiyonu 22.0 (IBM Corp, Armonk, NY) kullanılarak analiz edildi. Normalite Shapiro-Wilk ile test edildi. Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) bağlı olmayan gözlemler arası faktör analizi kullanıldı. Ölçümler hem gruplar arası (Denge Eğitimi, STARS, Kombine) hem de grup içi zaman (ön test, son test) olarak gerçekleştirildi. Denge Eğitim, STARS ve Kombine gruptaki katılımcıların 6 haftalık müdahale öncesi ve sonrası postural kontrol, eklem hareket açıklığı, fonksiyon, instabilite hissi ve kinezyofobi ölçümleri karşılaştırıldı. Çoklu karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar için Bonferroni düzeltmesi uygulandı. Değişkenler ortalama $\pm$ standart hata olarak sunuldu. Kategorik değişkenler frekans ve yüzde olarak rapor edildi. Kovaryans matrislerinin eşitliği için Box testi uygulandı. Kısmi eta karelerinin (η^2) etki büyüklüklerini gösterdiği bildirildi. Etki büyüklüklerinin $<0,01$ küçük, $0,01-0,06$ orta ve $0,14$ büyük olarak önerildi (Richardson, 2011). İstatistiksel anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olarak belirlendi.

Bölüm 4

Bulgular

4.1. Demografik Özellikler

Çalışma 10.10.2022-22.12.2022 tarihleri arasında Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Laboratuvarında yapıldı. Çalışmaya; 7 ST grubu, 7 DE grubu, 7 SDE grubu olmak üzere 21 KAİ'li sporcu katıldı. Çalışma, katılımcı sayısı 21'e ulaşıncaya sonlandırıldı. Çalışma analizi 21 katılımcının bulguları ile yapıldı. Katılımcıların yaş ortalaması 20.95 ± 0.32 yıl, boy uzunlukları ortalaması 1.70 ± 1.93 cm, vücut ağırlığı ölçümleri ortalaması 67.14 ± 2.25 kg olarak saptanmıştır.

Gruplar arasında, katılımcıların yaşları, boy uzunlukları ve vücut ağırlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p > 0,05$). Katılımcılara ait demografik bilgiler tabloda özetlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Sporcuların Demografik Verileri

	Denge Eğitimi Grubu (n=7)	STARS grubu (n=7)	Kombine Grup (n=7)	P Değeri
Cinsiyet (n K/T)	4/7	3/7	6/7	
	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH	
Yaş (yıl)	21.29 ± 0.28	21.29 ± 0.60	20.29 ± 0.71	0,373
Boy Uzunluğu (m)	1.71 ± 3.54	1.71 ± 2.68	1.68 ± 4.10	0,783
Vücut Ağırlığı (kg)	66.57 ± 3.66	74.00 ± 3.63	60.85 ± 3.15	0,050

n: Olgu sayısı, Ort: Ortalama, SH: Standart Hata, K: Kadın, T: Toplam, $p < 0,05$: istatistiksel anlamlılık

4.2. Denge Değerlendirilmesi

DE ve SDE gruplarında, tedavi başında ve sonunda yapılan denge değerlendirmelerinde anterior (sırasıyla $p = 0,011$, $\eta p^2 = 0,31$, $p = 0,016$, $\eta p^2 = 0,28$), posterolateral (sırasıyla $p = 0,001$, $\eta p^2 = 0,49$, $p = 0,000$, $\eta p^2 = 0,53$), posteromedial yönlerde (sırasıyla $p = 0,000$, $\eta p^2 = 0,58$, $p = 0,000$, $\eta p^2 = 0,50$) istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$).

ST grubunun, tedavi başında ve sonunda yapılan denge değerlendirmelerinde posterolateral ve posteromedial yönlerde istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (sırasıyla $p = 0,006$, $\eta p^2 = 0,35$, $p = 0,001$, $\eta p^2 = 0,44$, ($p < 0,05$)). Sadece anterior yönde yapılan denge değerlendirmesinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p = 0,723$, $\eta p^2 = 0,00$, ($p > 0,05$)) (Tablo 2).

Katılımcıların, denge değerleri ile yapılan müdahalelerin arasında faktör x zaman kısmında etkileşim yoktur. Katılımcıların, tedavi başında ve sonunda yapılan denge değerlendirmelerinde, gruplar arası anterior, posterolateral, posteromedial yönlerde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (sırasıyla $p = 0,175$, $\eta p^2 = 0,17$, $p = 0,590$, $\eta p^2 = 0,05$, $p = 0,692$, $\eta p^2 = 0,04$, ($p > 0,05$)).

Tablo 2. Y Denge Testi Sonuçları

	Denge Eğitim Grubu (n=7)					STARS Grubu (n=7)					Kombine Grup (n=7)				
	GO±SH					GO±SH					GO±SH				
	İlk test	Son test	P	η_p^2		İlk test	Son test	P	η_p^2		İlk test	Son test	P	η_p^2	
Anterior	70.24±2.84	75.77±2.19*	0,011	0.31		74.25±2.84	74.95±2.19	0,723	0.00		71.21±2.84	76.41±2.19*	0,016	0.28	
P-Lateral	76.40±3.78	86.97±2.35*	0,001	0.49		74.45±3.78	83.80±2.35*	0,006	0.35		78.31±3.78	91.82±2.35*	0,000	0.53	
P-Medial	67.54±3.59	81.91±2.49*	0,000	0.58		71.88±3.59	82.80±2.49*	0,001	0.44		72.12±3.59	84.27±2.49*	0,000	0.50	

n: Olgu sayısı, Ort: Grup ortalaması, SH: Standart hata, η_p^2 : Kısmi eta kare, *Anlamlı ilk test-son test değişimi ($p < 0,05$), Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) bağlı olmayan gözlemler arası faktör analizi.

4.3. Eklem Hareket Açıklığı Değerlendirmesi

Katılımcıların, tedavi başında ve sonunda yapılan DFEHA değerlendirmelerinde DE ve SDE gruplarında grup içi sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (sırasıyla $p = 0,04$, $\eta p^2 = 0,21$, $p = 0,019$, $\eta p^2 = 0,27$; $p < 0,05$). Sadece ST grubunda tedavi başında ve sonunda yapılan DFEHA değerlendirmesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p = 0,400$, $\eta p^2 = 0,04$; ($p > 0,05$)) (Tablo 3).

Katılımcıların, DFEHA ile yapılan müdahalelerin arasında faktör x zaman kısmında etkileşim yoktur. Katılımcıların, tedavi başında ve sonunda yapılan DFEHA değerlendirmelerinde, tüm gruplarda, gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p = 0,455$, $\eta p^2 = 0,08$, ($p > 0,05$)).

Tablo 3. Ağırılık Aktarmalı Hamle Testi Sonuçları

	Denge Eğitim Grubu (n=7)				STARS Grubu (n=7)				Kombine Grup (n=7)			
	GO± SH				GO± SH				GO± SH			
	İlk Test	Son Test	P	η_p^2	İlk Test	Son Test	P	η_p^2	İlk Test	Son Test	P	η_p^2
AAHT	9.85±1.43	11.14±1.28*	0,04	0.21	9.85±1.43	10.35±1.28	0,400	0.04	9.07±1.43	10.57±1.28*	0,019	0.27

n: Olgu sayısı, GO: Grup ortalaması, SH: Standart hata, η_p^2 : Kısmi eta kare, AAHT: Ağırılık Aktarmalı Hamle Testi, * Anlamlı ilk test-son test değişimi ($p < 0,05$), Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) bağlı olmayan gözlemler arası faktör analizi.

4.4. Fonksiyonel Performans Değerlendirmesi

Katılımcıların, tedavi başında ve sonunda yapılan instabilite hissi değerlendirmelerinde DE grubu ve SDE gruplarında grup içi istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (sırasıyla $p = 0,000$, $\eta p^2 = 0,51$, $p = 0,000$, $\eta p^2 = 0,61$, ($p < 0,05$)).

Katılımcıların, tedavi başında ve sonunda yapılan FAAM-GYA değerlendirmelerinde DE grubu ve SDE gruplarında grup içi istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (sırasıyla $p = 0,001$, $\eta p^2 = 0,44$, $p = 0,001$, $\eta p^2 = 0,46$, ($p < 0,05$)).

Katılımcıların, tedavi başında ve sonunda yapılan FAAM-S değerlendirmelerinde DE grubu ve SDE gruplarında grup içi istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (sırasıyla $p = 0,001$, $\eta p^2 = 0,46$), ($p = 0,000$, $\eta p^2 = 0,52$), ($p < 0,05$)).

Katılımcıların, tedavi başında ve sonunda yapılan instabilite hissi, FAAM-GYA, FAAM-S değerlendirmelerinde ST grubu grup içi istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (sırasıyla $p = 0,108$, $\eta p^2 = 0,13$, $p = 0,504$, $\eta p^2 = 0,02$, $p = 0,264$, $\eta p^2 = 0,06$, ($p > 0,05$)) (Tablo 4).

Katılımcıların, instabilite hissi, FAAM-GYA ve FAAM-S ile yapılan müdahalelerin arasında faktör x zaman kısmında etkileşim yoktur. Katılımcıların, tedavi başında ve sonunda yapılan instabilite hissi, FAAM-GYA ve FAAM-S değerlendirmelerinde, tüm gruplarda gruplar arası gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (sırasıyla $p = 0,050$, $\eta p^2 = 0,28$), (sırasıyla $p = 0,053$, $\eta p^2 = 0,27$), ($p = 0,066$, $\eta p^2 = 0,26$), ($p > 0,05$)).

Tablo 4. Fonksiyonel Test Sonuçları

	Denge Eğitim Grubu (n=7)				STARS Grubu (n=7)				Kombine Grup (n=7)			
	GO ± SH				GO ± SH				GO ± SH			
	İlk Test	Son Test	P	η_p^2	İlk Test	Son Test	P	η_p^2	İlk Test	Son Test	P	η_p^2
IdFAI (skor)	21.57±1.81	11.57±2.27*	0,000	0.51	19.14±1.81	15.28±2.27	0,108	0.13	21.28±1.81	9.14±2.27*	0,000	0.61
FAAM- GYA (skor)	69.44±5.04	87.10±3.87*	0,001	0.44	76.80±5.04	79.95±0.02	0,504	0.02	74.51±5.04	92.95±3.87*	0,001	0.46
FAAM-S (skor)	55.34±7.13	81.22±4.84*	0,001	0.46	70.97±7.13	78.48±4.84	0,264	0.06	61.57±7.13	90.54±4.84*	0,000	0.52

n: Olgu sayısı, GO: Grup ortalaması, SH: Standart hata, η_p^2 : Kısmi eta kare, IdFAI: Identification of Functional Ankle Instability Questionnaire, FAAM: Foot and Ankle Ability Measure, FAAM-S: Foot and Ankle Ability Measure Sport Scale, *Anlamalı ilk test-son test değişimi ($p < 0,05$), Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) bağlı olmayan gözlemler arası faktör analizi.

4.5. Kinezyofobi Değerlendirmesi

Katılımcıların, kinezyofobi değerleri ile yapılan müdahalelerin arasında faktör x zaman kısmında grup içi etkileşim vardır. Katılımcıların, tedavi başında ve sonunda yapılan kinezyofobi değerlendirmelerinde DE, ST ve SDE gruplarında grup içi istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (sırasıyla $p = 0,000$, $\eta p^2 = 0,50$, $p = 0,007$, $\eta p^2 = 0,33$, $p = 0,000$, $\eta p^2 = 0,59$, ($p < 0,05$)). (Tablo 5).

Katılımcıların, kinezyofobi değerleri ile yapılan müdahalelerin arasında faktör x zaman kısmında gruplar arası etkileşim yoktur. Katılımcıların, tedavi başında ve sonunda yapılan kinezyofobi değerlendirmelerinde, tüm gruplarda gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p = 0,334$, $\eta p^2 = 0,11$, ($p > 0,05$)).

Tablo 5. Tampa Kinezyofobi Ölçeği Sonuçları

	Denge Eğitim Grubu (n=7)				STARS Grubu (n=7)				Kombine Grup (n=7)			
	GO ± SH				GO ± SH				GO ± SH			
	İlk Test	Son Test	P	η_p^2	İlk Test	Son Test	P	η_p^2	İlk Test	Son Test	P	η_p^2
TKÖ	46.71±3.34	35.42±2.36*	0,000	0.50	42.85±3.34	34.85±2.36*	0,007	0.33	46.28±3.34	32.57±2.36*	0,000	0.59

n: Olgu sayısı, GO: Grup ortalaması, SH: Standart hata, η_p^2 : Kısmi eta kare, TKÖ: Tampa Kinezyofobi Ölçeği, *Anlamlı ilk test-son test değişimi ($p < 0,05$), Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) bağlı olmayan gözlemler arası faktör analizi.

Bölüm 5

Tartışma

Çalışmamızda, KAİ'li sporcularda, STARS programı, denge eğitimi ve STARS'ı takiben verilen denge eğitiminin; postural kontrol, dorsifleksiyon eklem hareket açıklığı, fonksiyon ve kinezyofobi üzerine etkileri incelendi. Elde edilen sonuçlara göre, denge eğitimi ve STARS'ı takiben verilen denge eğitiminin tüm parametrelerinde iyileşme görülürken, STARS programında sadece posterolateral ve posteromedial yönlerde denge ve kinezyofobi değerlerinde iyileşme görüldü.

Postural kontrol defisiti, KAİ'nin yaygın görülen semptomlarından biridir (Wortmann & Docherty, 2013). KAİ'li bireylerde, ligaman ve eklem mekanoreseptörlerinde duyuşsal bilgi iletiminde eksiklikler olması postural kontrol defisiti oluşturmaktadır (Elsotohy, Salim, Nassif & Hanafy, 2021). KAİ bireylerde görülen semptomların, sensorimotor sistemde oluşan değişikliklerle ilişkili olması, kullanılan rehabilitasyon tekniklerinin sensorimotor sistemi hedeflemesini gerektirmektedir (Sefton, Yazar, Hicks-Little, Berry & Cordova, 2011). KAİ rehabilitasyonunda, sensorimotor sistem üzerinde olumlu etkilerinden dolayı denge eğitimi sıklıkla tercih edilmektedir (Gilbreath, 2014; LeClaire & Wikstrom 2012). KAİ değerlendirme ve tedavi metotlarını inceleyen guideline, lateral ayak bileği instabilitesi tedavisinde denge eğitiminin kanıt düzeyini A olarak vermektedir. Akut ve subakut lateral ayak bileği spraini sonrasında, denge eğitimi içeren bir egzersiz programına katılmamak, KAİ gelişimi açısından kanıt değeri I olarak belirtilmiştir (Martin, 2021).

KAİ'li bireylerin rehabilitasyonunda kullanılan çeşitli postural stabilizasyon programları vardır (Burcal vd. 2019). Son zamanlarda literatürde hop to stabilizasyon programının olumlu sonuçları dikkat çekmektedir (McKeon vd. 2008; Minoonejad vd. 2019). Ardakani ve arkadaşlarının KAİ'li bireyler üzerinde yaptığı çalışmada hop to stabilizasyon eğitiminin nöromüsküler kontrolü ve fonksiyonu iyileştirmede etkili olduğu belirtilmiştir (Ardakani vd. 2019). Benzer şekilde, McKeon ve arkadaşlarının, KAİ'li bireyler üzerinde yaptığı çalışmada 4 haftalık hop to stabilizasyon programının, fonksiyon ve postural kontrolü önemli ölçüde iyileştirdiği belirtilmiştir (McKeon vd. 2008). Bahsi geçen olumlu etkileri sebebi ile çalışmamızda denge eğitim programı olarak hop to stabilizasyon tercih edildi. Aşamalı denge eğitim programı olan hop to

stabilizasyon, zorluk seviyelerinin kademeli olarak yükseltilmesiyle sensorimotor sistemin uyum sağlama yeteneğini artırmaktadır (McKeon vd. 2008). KAI'li bireylerde yapılan çalışmada, ayak bileği DFEHA artışı ve dinamik denge ölçümleri arasında pozitif ilişki vurgulanmıştır. Özellikle anterior uzanma yönünün, posterolateral-posteromedial uzanma yönlerine göre daha fazla ayak bileği DFEHA gerektirdiği gösterilmiştir. Dolayısı ile ayak bileği DFEHA'sının anterior uzanma ile en güçlü ilişkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Basnett vd. 2013).

Çalışmamızın denge değerlendirmeleri, KAI'li bireylerde yaygın olarak kullanılan Y denge testi ile yapılmıştır (Ko, Wikstrom, Li, Weber & Brown, 2019). Çalışma sonuçlarımızda, SDE ve DE gruplarında, Y denge testi tüm yönlerde gelişme sağlanırken, ST grubunda sadece posterolateral-posteromedial yönde gelişme sağlanmış, anterior yönde gelişme sağlanamamıştır. ST grubunda sadece anterior dengede artış görülmemesi ve DFEHA'da gelişme sağlanmaması ile birlikte sonucumuz literatür ile benzerlik göstermektedir.

Postür ve hareket kontrolü için eklem reseptörleri ve muskulotendinöz reseptörlerden alınan kapsamlı duyuşal bilgi önemlidir (Lee, E., Cho & Lee, S. 2019). STARS kominasyonu; eklem mobilizasyon, plantar masaj ve trisep surae germe teknikleriyle, KAI'li bireylerde sensorimotor defisitlere katkıda bulunduğu düşünülen azalmış duyuşal girdiyi artırmayı hedeflemektedir (McKeon & Wikstrom, 2016). Literatürde, ayağın plantar yüzey kutanöz duyusunun dinamik stabilizasyonda önemli rol oynadığı ve plantar masaj uygulamasından sonra postural kontrolde meydana gelen iyileşmelerinin, plantar deri reseptörlerinin uyarılmasından kaynakladığı öne sürülmüştür (McKeon & Wikstrom, 2016; Wikstrom vd. 2017). KAI'li bireylere, gözler açık ve gözler kapalı uygulanan plantar masajın postural kontrol üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, plantar masajın deri ve kas içcikleri ile golgi tendon organları gibi yüzeyel kas sistemi reseptörlerinin duyarlılığını artırmasıyla bağlantılı olabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle plantar masajın bu reseptörleri "hazırlayabileceği" ve postural kontrol sırasında zayıf sensorimotor girdilere karşı daha duyarlı hale getirebileceği belirtilmiştir. Plantar masaj gözler açık iken postural kontrolü iyileştirmede etkili, gözler kapalı iken etkisiz bulunmuştur. Çalışma sonuçları, plantar masajın, kişinin postural kontrolünü sürdürülmesiyle ilişkili sensorimotor sinyalleri algılama yeteneğini geliştirebileceği kanısını doğrulamaktadır (LeClaire & Wikstrom, 2012).

Sonuçlarımızda, ST grubunun, anterior yönlerde gelişme sağlamaması, postural kontrol defisitlerinin sadece değişen propriyosepsiyon ve nöromüsküler kontrole bağlı değil aynı zamanda ayak bileğindeki kısıtlı DFEHA ile ilişkili olabileceği kanısını doğrulamaktadır (Grindstaff & Morton, 2017). Sonuçlarımızda, ST grubunda DFEHA’ında ve anterior dengede artış olmamasına rağmen posterolateral-posteromedial yönlerdeki dengede gelişme olması, literatür ile benzer şekilde sensörimotor sistemin stimüle edilmesinin postural kontrol defisitlerini iyileştirmede etkili olduğunu göstermektedir.

DFEHA’da kısıtlılık, KAİ’nin yaygın görülen semptomlardandır. Ayak bileği DFEHA kısıtlılığının, talusun posterior translasyonu ile bağlantılı olduğu belirtilmiştir ve distal tibianın pozisyonel hatası ile ilişkilendirilmiştir (Marrón-Gómez vd., 2015). KAİ’li bireyler için rehabilitasyon programının, DFEHA kısıtlamalarını iyileştirmeye yönelik eklem temelli mobilizasyon tekniklerini içermesi, postural kontrolün iyileştirilmesi açısından etkilidir (Hoch & McKeon, 2011; Hoch vd. 2012; Elsotohy vd. 2021).

DFEHA kısıtlılığının, dinamik postural görevler sırasında tüm alt ekstremité kinetik zincirini etkilediği belirtilmiştir. Dinamik postural görevler, yaralanma riski ile bağlantılı olduğu için önem taşımaktadır (Vallandingham vd. 2019). KAİ’li bireyler, denge eğitimi esnasında verilen pertürbasyonlara karşı vücut dengesini koruyabilmek için kompanse edici stratejiler geliştirmektedir (Conceição vd., 2016). Lateral ayak bileği spraini sonrası meydana gelebilen KAİ gelişimini önleyebilmek için koordinasyon ve postural kontrol stratejisi olarak bilenen kompensatuar mekanizmalar oluşturulmaktadır (Lin vd. 2022). Yaralanmamış bireyler, duyuşal girdileri dinamik olarak yeniden değerlendirerek ayak/ayak bileği kompleksi etrafındaki değişen somatosensoriyel girdiyi kompanse edebilir. Ancak KAİ’li bireylerde, yaralanmamış bireylere göre değişen somatosensoriyel girdiyi kompanse etme yeteneğinde azalma meydana geldiği belirtilmiştir (Uzlaşır, Özđıraz, Dağ ve Tunay, 2021). Motor planlama, yürütme ve duyuşal işleme değişiklikleri, KAİ’li bireylerde en çok görülen problemlerden biri olan postural kontrol defisitlerinin altında yatan mekanizmalarını temsil ediyor olabilir (Uzlaşır vd. 2021).

Eklem mobilizasyonunun, postural kontrolü hangi mekanizma ile iyileştirdiğine dair kanıtlar sınırlıdır. Eklem mobilizasyon tekniklerinin, DFEHA’da artış sağlaması, talusun posteriora translasyonun artması ve mekanoreseptörlerdeki duyuşal bilgi girdinin artırılması yoluyla nöromüsküler kontrolü etkilediği

belirtilmiştir (Landrum, Kelln, Parente, Ingersoll & Hertel, 2008; Cruz-Díaz, 2015). Çalışmamızda uygulanan talokrural grade- III antero-posterior mobilizasyon tekniği ile talokrural eklem pozisyonel hatasının düzeltilmesi hedeflendi (Cosby, Koroch, Grindstaff, Parente & Hertel, 2011; Hoch vd. 2012). KAİ'li bireyler üzerinde yapılan randomize kontrollü çalışmada, denge eğitiminin DFEHA'yı iyileştirmede etkili olduğu belirtilmiştir (Kim, Estudillo-Martínez, Castellote-Caballero, Estepa-Gallego & Cruz-Díaz, 2021). Denge eğitimini takiben, DFEHA iyileşmesinin postural kontrolün bileşenlerine (uzanma, sıçrama vb.) bağlı olabileceği, ilerleyici denge aktivitelerinin artan ayak bileği hareketi gerektirmesi ile bağlantılı bulunmuştur (Kim vd. 2021).

Çalışmamızda DFEHA ölçümleri literatürde DF limitasyonu değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan AAHT ile yapıldı (Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala & Santonja, 2014). Çalışma sonuçlarımıza göre DE ve SDE grubunda DFEHA'da gelişme sağlanırken, denge eğitimi almayan ST grubunda DFEHA'da gelişme sağlanamamıştır. Çalışmamızda, denge eğitimi alan DE ve SDE gruplarında, DFEHA'da gelişme sağlanması literatür ile benzerlik göstermektedir.

Talokrural antero-posterior mobilizasyon tekniği; KAİ'li bireylerde DFEHA kısıtlılığını iyileştirmede etkinlik göstermiştir (Hoch vd. 2012). Landrum ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, tek seans uygulanan talokrural eklem mobilizasyonun DFEHA'yı artırdığı belirtilmiştir (Landrum vd. 2008). Benzer şekilde, Harkey ve arkadaşlarının KAİ'li bireyler üzerinde yaptığı çalışmada, tek seans talokrural eklem mobilizasyonunun, DFEHA'nı iyileştirmede etkili bulunmuştur (Harkey vd. 2014). Gilbreath ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, tek seans mobilizasyon tedavisinin olumlu etkilerinden dolayı çoklu mobilizasyon tedavisinin etkileri artıracağı hipoteziyle yapılan çalışmada, çoklu mobilizasyon müdahalesinin DFEHA, denge ve GYA gelişmesinde olumlu sonuçlanmadığını belirtilmiştir (Gilbreath vd. 2014). Benzer şekilde, Vallandingham ve arkadaşlarının 2019 yılında, KAİ'li bireylerde yapılan eklem mobilizasyonlarının DFEHA ve postural stabilite üzerine etkilerini inceleyen metaanalizde, tek seans yapılan mobilizasyonun KAİ semptomları üzerinde orta düzey pozitif etkisi olduğu ve çoklu seans yapılan mobilizasyonun KAİ semptomları üzerinde zayıf düzeyde pozitif etkisi olduğu belirtilmiştir (Vallandingham vd. 2019). ST grubumuza 6 hafta boyunca, haftada 3 kez, toplam 18 seans STARS kombinasyonu uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarımıza göre, ST grubunda DFEHA'da iyileşme sağlanamamıştır. Bu sonuç, çoklu eklem

mobilizasyonu uygulamasının DFEHA artışında etkinliğinin azalması yönünde literatür ile benzerlik göstermiştir.

KAİ'li bireylerde fonksiyonel kısıtlamalar yaygın olarak görülmektedir (Hale, Hertel & Olmsted-Kramer, 2007; Hubbard-Turner & Turner, 2015). KAİ ile ilişkili boşalma hissi epizodları ve tekrarlı sprainler bireyin aktivitesini etkileyerek sağlıklı bir yaşam sürmesini engellemektedir. (Houston, Hoch, J. M., & Hoch, M. C, 2015). Literatürde fonksiyonel kısıtlılığı değerlendirme ölçeği olan FAAM'de ayak bileği instabilitesi olan bireylerin daha düşük puanlara sahip olduğu belirtilmiştir (Wikstrom vd. 2009). KAİ'li bireylerde DFEHA'da görülen iyileşmenin; sıçrama, koşma gibi fonksiyonel yeteneklerinin gelişmesinde etken olabileceği belirtilmiştir (McKeon & Wikstrom, 2016). Hoch ve arkadaşlarının, KAİ'li bireyler ile yaptıkları 2 haftalık anterior-posterior eklem mobilizasyon müdahalesinin fonksiyonu iyileştirmede olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir (Hoch vd. 2012). Mckeon ve arkadaşlarının KAİ'li bireylerde, STARS kombinasyonunun bileşenleri olan plantar masaj, triceps surae germe, talokrural eklem mobilizasyonunu tek tek uygulayarak, uygulamalarının etkinliklerini kıyaslayan çalışmada, fonksiyon sonuçlarında olumlu gelişmeler elde edilmiştir (McKeon & Wikstrom, 2016). Anguish ve arkadaşlarının, KAİ'li bireylerde yaptıkları 4 haftalık hop to stabilizasyon eğitiminin fonksiyon iyileşmesinde etkili olduğu görülmüştür (Anguish vd. 2018). Benzer şekilde, Mckeon ve arkadaşlarının, KAİ'li bireyler üzerinde yaptığı çalışmada, 4 haftalık hop to stabilizasyon eğitiminin fonksiyon iyileşmesinde etkili olduğu görülmüştür (Mckeon vd. 2008).

KAİ'li bireylerde birey tarafından bildirilen sonuç ölçütlerinin incelendiği sistematik derlemede; FAAM'nin KAİ'li hastalarda fonksiyonel sınırlamaları değerlendirmek için en uygun ölçüm aracı olduğu belirtilmiştir (Vallandingham vd. 2019). Dolayısı ile çalışmamızda fonksiyon ölçümleri, FAAM ile değerlendirilmiştir (Çelik vd. 2016). Çalışma sonuçlarımıza göre DE ve SDE grubunun fonksiyonda gelişme sağlaması, ST grubunun fonksiyonda gelişme sağlamaması, fonksiyonel yeteneklerin ayak bileği DFEHA'daki gelişme ile ilişki olabileceği yönüyle literatür ile uyumludur.

KAİ'li bireylerde sıklıkla görülen kinezyofobi, hareket veya aktivite korkusu olarak da adlandırılan bilişsel-duygusal faktördür. Duyusal-algısal değişiklikler, korku-kaçınma davranışının oluşmasını tetikleyebilir ve rehabilitasyon sürecinin etkinliği açısından değerlendirilmesi gerekir (Alshahrani & Reddy, 2022). Kinezyofobi özellikle sporcuların yeniden spora dönme aşamasında engelleyici unsur

olabilmektedir. KAİ rehabilitasyonda, yapılan girişimlerin kinezyofobi üzerine etkilerinin incelendiği çalışma sayısı sınırlıdır (Suttmiller vd. 2022). KAİ'li bireylerde kinezyofobi ve ayak bileği pozisyon hissi ile postural kontrol üzerinde etkilerinin incelendiği çalışmada; kinezyofobi ve postural kontrol arasında anlamlı ve orta düzeyde ilişki bulunmuştur. Kinezyofobinin, proprioseptif ve motor kontrol davranışı etkileyebileceği belirtilmiştir (Alshahrani & Reddy, 2022).

Çalışmamızda tampa kinezyofobi ölçeği ile değerlendirilen KAİ'li sporcuların kinezyofobi puanları müdahale sonrası tüm gruplarda önemli ölçüde iyileşme göstermiştir. Çalışma sonuçlarımıza göre tüm gruplarda kinezyofobi sonuçlarında iyileşme sağlanması, tüm grupların denge iyileşmeleriyle paralel sonuç göstermesi, kinezyofobinin postural kontrol ile ilişkili olması yönüyle literatürle uyumludur. DFEHA'nda artış olmadığı halde posterolateral ve posteromedial denge parametrelerinde artış gösteren ST grubumuzda bile kinezyofobinin düzelmiş olması kinezyofobinin iyileşmesi için eklem hareket açıklığından ziyade denge parametresinin artış göstermesi gerekliliğini vurgulamaktadır.

KAİ sonrası meydana gelen motor ve duyuşal problemlerin birbirinden bağımsız olmadığı ve birbirini etkilediği açıkça görülmektedir (Hertel, & Corbett, 2019). Literatürde, KAİ' ye ilişkin defisitlerin giderilmesi için uygulanan rehabilitasyon stratejilerinde yaygın olarak ya motor hedefli ya da duyu hedefli programların etkinliği karşılaştırılmıştır (Wright, Linens & Cain, 2017; Burton, Arthur, Rivera & Powden, 2020). Çoklu hedefli (duyu ve motor hedefli) tedavi programı etkinliğini araştıran çalışma sayısı sınırlıdır (Powden vd. 2019; Shin vd. 2020; Burton vd. 2020). Verilen bilgiler ışığında çalışmamızda, duyu hedefli gruba STARS programı, motor hedefli gruba denge eğitimi ve kombine gruba STARS'ı takiben verilen denge eğitimi verilmiştir.

Çalışmamızda kullandığımız STARS protokolü, McKeon ve arkadaşları tarafından KAİ'nin duyuşal eksikliklerini giderilmesi amacıyla planlanmıştır. KAİ'li bireyler üzerinde yapılan çalışmada (McKeon & Wikstrom, 2016), STARS kombinasyonun bileşenleri olan talokrural eklem mobilizasyonu, plantar masaj, triseps surae germe girişimlerinin; denge, DFEHA ve fonksiyon üzerine etkinliklerini, hiçbir uygulama verilemeyen kontrol grubuyla kıyaslanmıştır. Çalışma grubu katılımcılarına, 2 hafta boyunca STARS kombinasyonu bileşenlerinden biri uygulanmıştır. Mobilizasyon uygulanan grupta, DFEHA önemli ölçüde artış sağlanırken; plantar masaj uygulanan grupta, postural kontrolde artışında daha etki bulunmuştur (McKeon

& Wikstrom, 2016). Çalışma sonuçları, KAİ'li bireylerde plantar masaj ve mobilizasyon tekniğinin etkilerinin incelendiği daha önceki çalışmaların sonuçlarıyla tutarlıdır (Gilbreath vd. 2014; Wikstrom vd. 2017). Eklem mobilizasyonu ve plantar masajın izole etkilerinin anlamlı olmasından dolayı birbiriyle nasıl etkileşime gireceği anlaşılabilmesi için STARS kombinasyonunun KAİ rehabilitasyonunda kullanılması McKeon ve arkadaşları tarafından önerilmiştir (McKeon & Wikstrom, 2016). Bunun üzerine, Erik ve arkadaşları (Burcal vd. 2017) tarafından yapılan bir çalışmada ise, denge eğitimi ile STARS'la güçlendirilmiş denge eğitiminin KAİ semptomları üzerine etkileri kıyaslanmıştır ancak gruplar arası fark bulunmamıştır. Gruplar arası fark bulunamaması, STARS ve denge eğitimi girişimlerinin eş zamanlı uygulamalarının etkisi olarak yorumlanmıştır (Burcal vd. 2017). Literatür sonuçlarına istinaden, çalışmamızda STARS programını takiben denge eğitimi verilerek sıralı uygulama yöntemi denenmiştir. Ancak çalışma sonuçlarımıza göre, sıralı uygulanan STARS programı, diğer gruplara bir üstünlüğü bulunmamıştır. Çalışmamız, izole STARS kombinasyonunu kullanan ilk çalışma olması sebebi ile literatüre katkıda bulunmaktadır. Çalışmamızın tüm olumlu sonuçlarına rağmen STARS ile ilgili KAİ rehabilitasyonunda sınırlı sayıda çalışma olması, katkılarının artırılması için en etkili yöntem uygulanmamış olabilir (McKeon & Wikstrom, 2016; Burcal, Trier, & Wikstrom, 2017; Wikstrom & McKeon, 2017; McKeon & Wikstrom, 2019).

Bildiğimiz kadarıyla bu çalışma izole STARS kombinasyonunun etkilerinin incelendiği ilk çalışma olduğundan çalışma sonuçlarının diğer çalışmalar ile kıyaslanabilmesi zordur. Ancak STARS; KAİ'nin duyuşal eksikliklerini hedeflemesi açısından KAİ rehabilitasyonunda umut vaad edicidir. STARS'ın KAİ rehabilitasyonunda katkılarını artırmak için kombine rehabilitasyon programına dahil edilmesi önemlidir ve bu alanda daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır.

5.1. Limitasyonlar

1. Çalışma programının yoğun ve uzun süreli olması katılımcıların konsantrasyonunu çalışma boyunca aynı seviyede korumasına engel teşkil etmiş olabilir.
2. Çalışma grubu katılımcılarının farklı spor branşı gruplarından olması ve çalışmanın küçük örneklem büyüklüğün e sahip olması mevcut sonuçları değerlendirmede dikkate alınmalıdır.
3. Çalışmanın kontrol grubunun olmaması, izole STARS kombinasyonunun etkilerini yorumlamak için limitasyonlardan biri sayılabilir.



Bölüm 6

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, KAI'li sporcularda 6 haftalık denge eğitimi, STARS programı ve STARS'ı takiben verilen denge eğitiminin postural kontrol, dorsifleksiyon eklem hareket açıklığı, fonksiyon ve kinezyofobi üzerine etkilerini kıyaslamak amacıyla gerçekleştirildi. Sonuçlar sıralı uygulanan STARS'ın, STARS programı ve denge eğitimden daha etkili olmadığını göstermektedir. Çalışma sonuçlarımıza göre STARS'ın tamamlayıcı tedavi olarak uygulanmasını tavsiye etmekteyiz. Gelecekteki araştırmalar için önerimiz; STARS kombinasyonu yerine farklı STARS bileşenleri ile güçlendirilmiş denge eğitiminin KAI semptomları üzerine etkilerini kıyaslamaktır.

Kinezyofobinin KAI semptomlarını nasıl etkilediği ve farklı rehabilitasyon tekniklerinin etkilerinin kıyaslanabilmesi açısından daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAI'li bireylerde hop to stabilizasyon eğitiminin DFEHA iyileşmesindeki altta yatan mekanizmanın anlaşılabilmesi ve farklı denge eğitim programlarının DFEHA üzerinde etkilerinin kıyaslanabilmesi açısından daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

- Akdoğan, M. ve Ateş, Y. (2016). Ayak Bileği ve Distal Tibia Anatomisi, TOTBİD Dergisi; 15:158–165 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği doi: 10.14292/totbid.dergisi.2016.21
- Al Adal, S., Pourkazemi, F., Mackey, M., & Hiller, C. E. (2019). The Prevalence of Pain in People With Chronic Ankle Instability: A Systematic Review. *Journal of athletic training*, 54(6), 662–670. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-531-17>
- Alghadir, A. H., Iqbal, Z. A., Iqbal, A., Ahmed, H., & Ramteke, S. U. (2020). Effect of Chronic Ankle Sprain on Pain, Range of Motion, Proprioception, and Balance among Athletes. *International journal of environmental research and public health*, 17(15), 5318. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155318>
- Al-Mohrej, O. A., & Al-Kenani, N. S. (2016). Chronic ankle instability: Current perspectives. *Avicenna journal of medicine*, 6(4), 103–108. <https://doi.org/10.4103/2231-0770.191446>
- Al-Mohrej, O. A., & Al-Kenani, N. S. (2017). Acute ankle sprain: conservative or surgical approach?. *EFORT open reviews*, 1(2), 34–44. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.1.000010>
- Alshahrani, M. S., & Reddy, R. S. (2022). Relationship between Kinesiophobia and Ankle Joint Position Sense and Postural Control in Individuals with Chronic Ankle Instability-A Cross-Sectional Study. *International journal of environmental research and public health*, 19(5), 2792. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052792>
- Anguish, B., & Sandrey, M. A. (2018). Two 4-Week Balance-Training Programs for Chronic Ankle Instability. *Journal of athletic training*, 53(7), 662–671. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-555-16>
- Ardakani, M. K., Wikstrom, E. A., Minoonejad, H., Rajabi, R., & Sharifnezhad, A. (2019). Hop-Stabilization Training and Landing Biomechanics in Athletes With

- Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Journal of athletic training*, 54(12), 1296–1303. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-550-17>
- Arnold, B. L., Wright, C. J., & Ross, S. E. (2011). Functional ankle instability and health-related quality of life. *Journal of athletic training*, 46(6), 634–641. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-46.6.634>
- Ateş, B. (2019). Y Denge Test Performansı ile Hamstring Esnekliği Arasındaki İlişki. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 4(1), 93-103. DOI: 10.31680/gaunjss.514993
- Attenborough, A. S., Hiller, C. E., Smith, R. M., Stuelcken, M., Greene, A., & Sinclair, P. J. (2014). Chronic ankle instability in sporting populations. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(11), 1545–1556. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0218-2>
- Babu, D., & Bordoni, B. (2022). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Medial Longitudinal Arch of the Foot. In StatPearls. StatPearls Publishing.
- Basnett, C. R., Hanish, M. J., Wheeler, T. J., Miriovsky, D. J., Danielson, E. L., Barr, J. B., & Grindstaff, T. L. (2013). Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability. *International journal of sports physical therapy*, 8(2), 121–128.
- Biz, C., Nicoletti, P., Tomasin, M., Bragazzi, N. L., Di Rubbo, G., & Ruggieri, P. (2022). Is Kinesio Taping Effective for Sport Performance and Ankle Function of Athletes with Chronic Ankle Instability (CAI)? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 58(5), 620. <https://doi.org/10.3390/medicina58050620>
- Bohay, D. R., & Manoli, A., 2nd (1995). Subtalar joint dislocations. *Foot & ankle international*, 16(12), 803–808. <https://doi.org/10.1177/107110079501601212>
- Bonnel, F., Toullec, E., Mabit, C., Tourné, Y., & Sofcot (2010). Chronic ankle instability: biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated

- lesions. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR*, 96(4), 424–432. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2010.04.003>
- Brockett, C. L., & Chapman, G. J. (2016). Biomechanics of the ankle. *Orthopaedics and trauma*, 30(3), 232–238. <https://doi.org/10.1016/j.mporth.2016.04.015>
- Burcal, C. J., Trier, A. Y., & Wikstrom, E. A. (2017). Balance Training Versus Balance Training With STARS in Patients With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Journal of sport rehabilitation*, 26(5), 347–357. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0018>
- Burcal, C. J., Sandrey, M. A., Hubbard-Turner, T., McKeon, P. O., & Wikstrom, E. A. (2019). Predicting dynamic balance improvements following 4-weeks of balance training in chronic ankle instability patients. *Journal of science and medicine in sport*, 22(5), 538–543. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.11.001>
- Burton, C. A., Arthur, R. J., Rivera, M. J., & Powden, C. J. (2020). The Examination of Repeated Self-Mobilizations With Movement and Joint Mobilizations on Individuals With Chronic Ankle Instability. *Journal of sport rehabilitation*, 30(3), 458–466. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0363>
- Cain, M. S., Ban, R. J., Chen, Y. P., Geil, M. D., Goerger, B. M., & Linens, S. W. (2020). Four-Week Ankle-Rehabilitation Programs in Adolescent Athletes With Chronic Ankle Instability. *Journal of athletic training*, 55(8), 801–810. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-41-19>
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2014). A simplified version of the weight-bearing ankle lunge test: description and test-retest reliability. *Manual therapy*, 19(4), 355–359. <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.03.008>
- Conceição, J. S., Schaefer de Araújo, F. G., Santos, G. M., Keighley, J., & Dos Santos, M. J. (2016). Changes in Postural Control After a Ball-Kicking Balance Exercise in Individuals With Chronic Ankle Instability. *Journal of athletic training*, 51(6), 480–490. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.8.02>

- Cosby, N. L., Koroch, M., Grindstaff, T. L., Parente, W., & Hertel, J. (2011). Immediate effects of anterior to posterior talocrural joint mobilizations following acute lateral ankle sprain. *The Journal of manual & manipulative therapy*, 19(2), 76–83. <https://doi.org/10.1179/2042618610Y.0000000005>
- Cruz-Díaz, D., Lomas Vega, R., Osuna-Pérez, M. C., Hita-Contreras, F., & Martínez-Amat, A. (2015a). Effects of joint mobilization on chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *Disability and rehabilitation*, 37(7), 601–610. <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.935877>
- Cruz-Díaz, D., Lomas-Vega, R., Osuna-Pérez, M. C., Hita-Contreras, F. H., & Martínez-Amat, A. (2015b). Effects of 6 Weeks of Balance Training on Chronic Ankle Instability in Athletes: A Randomized Controlled Trial. *International journal of sports medicine*, 36(9), 754–760. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1398645>
- Cruz-Díaz, D., Hita-Contreras, F., Martínez-Amat, A., Aibar-Almazán, A., & Kim, K. M. (2020). Ankle-Joint Self-Mobilization and CrossFit Training in Patients With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Journal of athletic training*, 55(2), 159–168. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-181-18>
- Çelik, D., Malkoç, M., & Martin, R. (2016). Evidence for reliability, validity and responsiveness of Turkish Foot and Ankle Ability Measure (FAAM). *Rheumatology international*, 36(10), 1469–1476. <https://doi.org/10.1007/s00296-016-3485-4>
- Dawe, E. J. C., & Davis, J. (2011). (vi) Anatomy and biomechanics of the foot and ankle. *Orthopaedics and Trauma*, 25(4), 279–286. <https://doi.org/10.1016/j.mporth.2011.02.004>
- Delahunt, E., Coughlan, G. F., Caulfield, B., Nightingale, E. J., Lin, C. W., & Hiller, C. E. (2010). Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. *Medicine and science in sports and exercise*, 42(11), 2106–2121. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181de7a8a>

- Denegar, C. R., Hertel, J., & Fonseca, J. (2002). The effect of lateral ankle sprain on dorsiflexion range of motion, posterior talar glide, and joint laxity. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 32(4), 166–173. <https://doi.org/10.2519/jospt.2002.32.4.166>
- Dejong, A. F., Koldenhoven, R. M., & Hertel, J. (2020). Proximal Adaptations in Chronic Ankle Instability: Systematic Review and Meta-analysis. *Medicine and science in sports and exercise*, 52(7), 1563–1575. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002282>
- Eechaute, C., Vaes, P., Van Aerschot, L., Asman, S., & Duquet, W. (2007). The clinimetric qualities of patient-assessed instruments for measuring chronic ankle instability: a systematic review. *BMC musculoskeletal disorders*, 8, 6. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-8-6>
- Elsotohy, N. M., Salim, Y. E., Nassif, N. S., & Hanafy, A. F. (2021). Cross-education effect of balance training program in patients with chronic ankle instability: A randomized controlled trial. *Injury*, 52(3), 625–632. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.09.065>
- Ficke, J., & Byerly, D. W. (2022). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot*. In StatPearls. StatPearls Publishing.
- Freeman M. A. (1965). Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 47(4), 669–677.
- Gilbreath, J. P., Gaven, S. L., Van Lunen, L., & Hoch, M. C. (2014). The effects of mobilization with movement on dorsiflexion range of motion, dynamic balance, and self-reported function in individuals with chronic ankle instability. *Manual therapy*, 19(2), 152–157. <https://doi.org/10.1016/j.math.2013.10.001>
- Golanó, P., Vega, J., de Leeuw, P. A., Malagelada, F., Manzanares, M. C., Götzens, V., & van Dijk, C. N. (2010). Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial

essay. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA, 18(5), 557–569. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1100-x>

Gribble, P. A., Delahunt, E., Bleakley, C. M., Caulfield, B., Docherty, C. L., Fong, D. T., Fourchet, F., Hertel, J., Hiller, C. E., Kaminski, T. W., McKeon, P. O., Refshauge, K. M., van der Wees, P., Vicenzino, W., & Wikstrom, E. A. (2014). Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. *Journal of athletic training*, 49(1), 121–127. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.1.14>

Gribble P. A. (2019). Evaluating and Differentiating Ankle Instability. *Journal of athletic training*, 54(6), 617–627. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-484-17>

Grindstaff, T. L., Dolan, N., & Morton, S. K. (2017). Ankle dorsiflexion range of motion influences Lateral Step Down Test scores in individuals with chronic ankle instability. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 23, 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.07.008>

Gutierrez, G. M., Kaminski, T. W., & Douex, A. T. (2009). Neuromuscular control and ankle instability. *PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation*, 1(4), 359–365. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2009.01.013>

Gwani, A. S., Asari, M. A., & Mohd Ismail, Z. I. (2017). How the three arches of the foot intercorrelate. *Folia morphologica*, 76(4), 682–688. <https://doi.org/10.5603/FM.a2017.0049>

Halabchi, F., & Hassabi, M. (2020). Acute ankle sprain in athletes: Clinical aspects and algorithmic approach. *World journal of orthopedics*, 11(12), 534–558. <https://doi.org/10.5312/wjo.v11.i12.534>

Hale, S. A., Hertel, J., & Olmsted-Kramer, L. C. (2007). The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 37(6), 303–311. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2322>

- Hall, E. A., Docherty, C. L., Simon, J., Kingma, J. J., & Klossner, J. C. (2015). Strength-training protocols to improve deficits in participants with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *Journal of athletic training*, 50(1), 36–44. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.71>
- Hall, E. A., Chomistek, A. K., Kingma, J. J., & Docherty, C. L. (2018a). Balance- and Strength-Training Protocols to Improve Chronic Ankle Instability Deficits, Part I: Assessing Clinical Outcome Measures. *Journal of athletic training*, 53(6), 568–577. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-385-16>
- Hall, E. A., Chomistek, A. K., Kingma, J. J., & Docherty, C. L. (2018b). Balance- and Strength-Training Protocols to Improve Chronic Ankle Instability Deficits, Part II: Assessing Patient-Reported Outcome Measures. *Journal of athletic training*, 53(6), 578–583. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-387-16>
- Hansen, C. F., Obionu, K. C., Comins, J. D., & Krogsgaard, M. R. (2022). Patient reported outcome measures for ankle instability. An analysis of 17 existing questionnaires. *Foot and ankle surgery : official journal of the European Society of Foot and Ankle Surgeons*, 28(3), 288–293. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2021.04.009>
- Harkey, M., McLeod, M., Van Scoit, A., Terada, M., Tevald, M., Gribble, P., & Pietrosimone, B. (2014). The immediate effects of an anterior-to-posterior talar mobilization on neural excitability, dorsiflexion range of motion, and dynamic balance in patients with chronic ankle instability. *Journal of sport rehabilitation*, 23(4), 351–359. <https://doi.org/10.1123/jsr.2013-0085>
- Helly, K. L., Bain, K. A., Gribble, P. A., & Hoch, M. C. (2020). The Effect of Plantar Massage on Static Postural Control in Patients With Chronic Ankle Instability: A Critically Appraised Topic. *Journal of sport rehabilitation*, 30(3), 507–511. <https://doi.org/10.1123/jsr.2020-0092>
- Hermans, J. J., Beumer, A., de Jong, T. A., & Kleinrensink, G. J. (2010). Anatomy of the distal tibiofibular syndesmosis in adults: a pictorial essay with a multimodality approach. *Journal of anatomy*, 217(6), 633–645. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2010.01302.x>

- Hertel J. (2002). Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *Journal of athletic training*, 37(4), 364–375.
- 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>
- Hertel, J., & Corbett, R. O. (2019). An Updated Model of Chronic Ankle Instability. *Journal of athletic training*, 54(6), 572–588. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-344-18>
- Herzog, M. M., Kerr, Z. Y., Marshall, S. W., & Wikstrom, E. A. (2019). Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *Journal of athletic training*, 54(6), 603–610. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-447-17>
- Hiller, C. E., Kilbreath, S. L., & Refshauge, K. M. (2011). Chronic ankle instability: evolution of the model. *Journal of athletic training*, 46(2), 133–141. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-46.2.133>
- Hoch, M. C., & McKeon, P. O. (2011). Joint mobilization improves spatiotemporal postural control and range of motion in those with chronic ankle instability. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 29(3), 326–332. <https://doi.org/10.1002/jor.21256>
- Hoch, M. C., Andreatta, R. D., Mullineaux, D. R., English, R. A., Medina McKeon, J. M., Mattacola, C. G., & McKeon, P. O. (2012). Two-week joint mobilization intervention improves self-reported function, range of motion, and dynamic balance in those with chronic ankle instability. *Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society*, 30(11), 1798–1804. <https://doi.org/10.1002/jor.22150>
- Houston, M. N., Hoch, J. M., & Hoch, M. C. (2015). Patient-Reported Outcome Measures in Individuals With Chronic Ankle Instability: A Systematic Review. *Journal of athletic training*, 50(10), 1019–1033. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.9.01>

- Hsu, C. J., Meierbachtol, A., George, S. Z., & Chmielewski, T. L. (2017). Fear of Reinjury in Athletes. *Sports health*, 9(2), 162–167. <https://doi.org/10.1177/1941738116666813>
- Hubbard-Turner, T., & Turner, M. J. (2015). Physical Activity Levels in College Students With Chronic Ankle Instability. *Journal of athletic training*, 50(7), 742–747. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.3.05>
- Jaber, H., Lohman, E., Daher, N., Bains, G., Nagaraj, A., Mayekar, P., Shanbhag, M., & Alameri, M. (2018). Neuromuscular control of ankle and hip during performance of the star excursion balance test in subjects with and without chronic ankle instability. *PloS one*, 13(8), e0201479. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201479>
- Jastifer, J. R., & Gustafson, P. A. (2014). The subtalar joint: biomechanics and functional representations in the literature. *Foot (Edinburgh, Scotland)*, 24(4), 203–209. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2014.06.003>
- Jb, F., Lesley, T., I, H., Dj, C., & Jt, H. (2020). Whole-body vibration and stretching enhances dorsiflexion range of motion in individuals with chronic ankle instability. *Physical therapy in sport: official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 44, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.04.001>
- Khalaj, N., Vicenzino, B., Heales, L. J., & Smith, M. D. (2020). Is chronic ankle instability associated with impaired muscle strength? Ankle, knee and hip muscle strength in individuals with chronic ankle instability: a systematic review with meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 54(14), 839–847. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100070>
- Kim, K. M., Estudillo-Martínez, M. D., Castellote-Caballero, Y., Estepa-Gallego, A., & Cruz-Díaz, D. (2021). Short-Term Effects of Balance Training with Stroboscopic Vision for Patients with Chronic Ankle Instability: A Single-Blinded Randomized Controlled Trial. *International journal of environmental*

research and public health, 18(10), 5364.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18105364>

Ko, J., Wikstrom, E., Li, Y., Weber, M., & Brown, C. N. (2019). Performance Differences Between the Modified Star Excursion Balance Test and the Y-Balance Test in Individuals With Chronic Ankle Instability. *Journal of sport rehabilitation*, 29(6), 748–753. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0078>

Landrum, E. L., Kelln, C. B., Parente, W. R., Ingersoll, C. D., & Hertel, J. (2008). Immediate Effects of Anterior-to-Posterior Talocrural Joint Mobilization after Prolonged Ankle Immobilization: A Preliminary Study. *The Journal of manual & manipulative therapy*, 16(2), 100–105.
<https://doi.org/10.1179/106698108790818413>

Lapanantasin, S., Thongloy, N., Samsee, M., Wonghirunsombat, N., Nuangpulsarp, N., Ua-Areejit, C., & Phattaraphanasakul, P. (2022). Comparative effect of walking meditation and rubber-band exercise on ankle proprioception and balance performance among persons with chronic ankle instability: A randomized controlled trial. *Complementary therapies in medicine*, 65, 102807. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2022.102807>

LeClaire JE, Wikstrom EA. (2012). Massage for Postural Control in Individuals With Chronic Ankle Instability. *Athl Train Sports Health Care*.;4(5):213-219.

Lee, S., Lin, J., Hamid, K. S., & Bohl, D. D. (2019). Deltoid Ligament Rupture in Ankle Fracture: Diagnosis and Management. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 27(14), e648–e658. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-18-00198>

Lee, E., Cho, J., & Lee, S. (2019). Short-Foot Exercise Promotes Quantitative Somatosensory Function in Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research*, 25, 618–626. <https://doi.org/10.12659/MSM.912785>

- Lezak, B., & Varacallo, M. (2021). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot Veins. In StatPearls. StatPearls Publishing.
- Lin, J. Z., Lin, Y. A., Tai, W. H., & Chen, C. Y. (2022). Influence of Landing in Neuromuscular Control and Ground Reaction Force with Ankle Instability: A Narrative Review. *Bioengineering (Basel, Switzerland)*, 9(2), 68. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9020068>
- Marrón-Gómez, D., Rodríguez-Fernández, Á. L., & Martín-Urrialde, J. A. (2015). The effect of two mobilization techniques on dorsiflexion in people with chronic ankle instability. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 16(1), 10–15. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.02.001>
- Martin, R. L., Irrgang, J. J., Burdett, R. G., Conti, S. F., & Van Swearingen, J. M. (2005). Evidence of validity for the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM). *Foot & ankle international*, 26(11), 968–983. <https://doi.org/10.1177/107110070502601113>
- McCollum, G. A., van den Bekerom, M. P., Kerkhoffs, G. M., Calder, J. D., & van Dijk, C. N. (2013). Syndesmosis and deltoid ligament injuries in the athlete. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 21(6), 1328–1337. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-2205-1>
- McCriskin, B. J., Cameron, K. L., Orr, J. D., & Waterman, B. R. (2015). Management and prevention of acute and chronic lateral ankle instability in athletic patient populations. *World journal of orthopedics*, 6(2), 161–171. <https://doi.org/10.5312/wjo.v6.i2.161>
- McKeon, P. O., Ingersoll, C. D., Kerrigan, D. C., Saliba, E., Bennett, B. C., & Hertel, J. (2008). Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(10), 1810–1819. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817e0f92>

- McKeon, P. O., & Wikstrom, E. A. (2016). Sensory-Targeted Ankle Rehabilitation Strategies for Chronic Ankle Instability. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(5), 776–784. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000859>
- McKeon, P. O., & Wikstrom, E. A. (2019). The effect of sensory-targeted ankle rehabilitation strategies on single-leg center of pressure elements in those with chronic ankle instability: A randomized clinical trial. *Journal of science and medicine in sport*, 22(3), 288–293. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.08.017>
- Medina McKeon, J. M., & Hoch, M. C. (2019). The Ankle-Joint Complex: A Kinesiologic Approach to Lateral Ankle Sprains. *Journal of athletic training*, 54(6), 589–602. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-472-17>
- Meeuwisse, W. H., Tyreman, H., Hagel, B., & Emery, C. (2007). A dynamic model of etiology in sport injury: the recursive nature of risk and causation. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 17(3), 215–219. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3180592a48>
- Miklovic, T. M., Donovan, L., Protzuk, O. A., Kang, M. S., & Feger, M. A. (2018). Acute lateral ankle sprain to chronic ankle instability: a pathway of dysfunction. *The Physician and sportsmedicine*, 46(1), 116–122. <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1409604>
- Minoonejad, H., Karimizadeh Ardakani, M., Rajabi, R., Wikstrom, E. A., & Sharifnezhad, A. (2019). Hop Stabilization Training Improves Neuromuscular Control in College Basketball Players With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Journal of sport rehabilitation*, 28(6), 576–583. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0103>
- Moracia-Ochagavía, I., & Rodríguez-Merchán, E. C. (2019). Lisfranc fracture-dislocations: current management. *EFORT open reviews*, 4(7), 430–444. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.4.180076>
- Norkus, S. A., & Floyd, R. T. (2001). The anatomy and mechanisms of syndesmotic ankle sprains. *Journal of athletic training*, 36(1), 68–73.

- Phillip A.G, Hertel J. (2003). Considerations for Normalizing Measures of the Star Excursion Balance Test, *Journal measurement in education and exercise* 7(2):89-100. Doi: 10.1207/S15327841MP EE0702_3
- Picot, B., Hardy, A., Terrier, R., Tassignon, B., Lopes, R., & Fourchet, F. (2022). Which Functional Tests and Self-Reported Questionnaires Can Help Clinicians Make Valid Return to Sport Decisions in Patients With Chronic Ankle Instability? A Narrative Review and Expert Opinion. *Frontiers in sports and active living*, 4, 902886. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.902886>
- Polat, O., Güler, İ., Tek, İ. , Öğüt, H. & Yıldız, A. (2002). Ayak Bileği Lateral Ligament Yaralanmaları Tedavisi ve Klinik Deneyimlerimiz. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 55 (3),. DOI: 10.1501/Tipfak_00000000025
- Powden, C. J., Hoch, J. M., & Hoch, M. C. (2015). Reliability and minimal detectable change of the weight-bearing lunge test: A systematic review. *Manual therapy*, 20(4), 524–532. <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.01.004>
- Powden, C. J., Hoch, J. M., Jamali, B. E., & Hoch, M. C. (2019). A 4-Week Multimodal Intervention for Individuals With Chronic Ankle Instability: Examination of Disease-Oriented and Patient-Oriented Outcomes. *Journal of athletic training*, 54(4), 384–396. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-344-17>
- Richardson JTE., (2011). Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational Research Review*, (6):135-47.
- Rockar P. A., Jr (1995). The subtalar joint: anatomy and joint motion. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 21(6), 361–372. <https://doi.org/10.2519/jospt.1995.21.6.361>
- Ross, S. E., & Guskiewicz, K. M. (2004). Examination of static and dynamic postural stability in individuals with functionally stable and unstable ankles. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 14(6), 332–338. <https://doi.org/10.1097/00042752-200411000-00002>

- Savage-Elliott, I., Murawski, C. D., Smyth, N. A., Golanó, P., & Kennedy, J. G. (2013). The deltoid ligament: an in-depth review of anatomy, function, and treatment strategies. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 21(6), 1316–1327.
- Sefton, J. M., Yazar, C., Hicks-Little, C. A., Berry, J. W., & Cordova, M. L. (2011). Six weeks of balance training improves sensorimotor function in individuals with chronic ankle instability. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 41(2), 81–89. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3365>
- Shin, H. J., Kim, S. H., Jung, H. J., Cho, H. Y., & Hahm, S. C. (2020). Manipulative Therapy Plus Ankle Therapeutic Exercises for Adolescent Baseball Players with Chronic Ankle Instability: A Single-Blinded Randomized Controlled Trial. *International journal of environmental research and public health*, 17(14), 4997. <https://doi.org/10.3390/ijerph17144997>
- Söğüt, B., Harput, G. & Bayrakçı Tunay, V. (2021). YILDIZ DENGİ TESTİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 32(2), 191-199. DOI: 10.21653/tjpr.816605
- Suttmiller, A. M. B., & McCann, R. S. (2021). Injury-Related Fear in Individuals With and Without Chronic Ankle Instability: A Systematic Review. *Journal of sport rehabilitation*, 30(8), 1203–1212. <https://doi.org/10.1123/jsr.2021-0015>
- Suttmiller, A. M. B., Cavallario, J. M., Baez, S. E., Martinez, J. C., & McCann, R. S. (2022). Perceived instability, pain, and psychological factors predict function and disability in individuals with chronic ankle instability. *Journal of athletic training*, 10.4085/1062-6050-0605.21. Advance online publication. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0605.21>
- Şeker, A., Talmaç M., Sarıkaya İ. (2014). Yürümenin biyomekaniği, *Biomechanics of the gait*, TOTBİD Dergisi 2014; 13:314–324 *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği* doi: 10.14292/totbid.dergisi.2014.35

- Taghavi Asl, A., Shojaedin, S. S., & Hadadnezhad, M. (2022). Comparison of effect of wobble board training with and without cognitive intervention on balance, ankle proprioception and jump landing kinetic parameters of men with chronic ankle instability: a randomized control trial. *BMC musculoskeletal disorders*, 23(1), 888. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05706-x>
- Taner, D. (Ed). (2000). Fonksiyonel ANATOMİ Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi (Gözden geçirilmiş baskı). Ankara: PALME Yayıncılık.
- Tayfur, A., Şendil, A., Karakaya, J., & Ergun, N. (2020). Cross-cultural adaptation, validity, and reliability of Turkish version of Identification of Functional Ankle Instability (IdFAI) scale. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 54(3), 300–304. <https://doi.org/10.5152/j.aott.2020.03.256>
- Terada, M., Pietrosimone, B. G., & Gribble, P. A. (2013). Therapeutic interventions for increasing ankle dorsiflexion after ankle sprain: a systematic review. *Journal of athletic training*, 48(5), 696–709. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.4.11>
- Theisen, A., & Day, J. (2019). Chronic Ankle Instability Leads to Lower Extremity Kinematic Changes During Landing Tasks: A Systematic Review. *International journal of exercise science*, 12(1), 24–33.
- Uzlaşır, S., Özdiraz, K. Y., Dağ, O., & Tunay, V. B. (2021). The effects of stroboscopic balance training on cortical activities in athletes with chronic ankle instability. *Physical therapy in sport: official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 50, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.03.014>
- Ünver, G., Kara, E. & Yoldaş, A. (2020). Investigation of Sports Injuries and Kinesiophobia in Volleyball Players . *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 5 (4) , 443-455 . DOI: 10.31680/gaunjss.779513
- Vallandingham, R. A., Gaven, S. L., & Powden, C. J. (2019). Changes in Dorsiflexion and Dynamic Postural Control After Mobilizations in Individuals With Chronic Ankle Instability: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of athletic training*, 54(4), 403–417. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-380-17>

- Van Boerum, D. H., & Sangeorzan, B. J. (2003). Biomechanics and pathophysiology of flat foot. *Foot and ankle clinics*, 8(3), 419–430. [https://doi.org/10.1016/s1083-7515\(03\)00084-6](https://doi.org/10.1016/s1083-7515(03)00084-6)
- Walter, W. R., Hirschmann, A., Tafur, M., & Rosenberg, Z. S. (2018). Imaging of Chopart (Midtarsal) Joint Complex: Normal Anatomy and Posttraumatic Findings. *AJR. American journal of roentgenology*, 211(2), 416–425. <https://doi.org/10.2214/AJR.17.19310>
- Walter, W. R., Hirschmann, A., Alaia, E. F., Tafur, M., & Rosenberg, Z. S. (2019). Normal Anatomy and Traumatic Injury of the Midtarsal (Chopart) Joint Complex: An Imaging Primer. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 39(1), 136–152. <https://doi.org/10.1148/rg.2019180102>
- Wikstrom, E. A., Naik, S., Lodha, N., & Cauraugh, J. H. (2009). Balance capabilities after lateral ankle trauma and intervention: a meta-analysis. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(6), 1287–1295. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318196cbc6>
- Wikstrom, E. A., Tillman, M. D., Chmielewski, T. L., Cauraugh, J. H., Naugle, K. E., & Borsa, P. A. (2009). Self-assessed disability and functional performance in individuals with and without ankle instability: a case control study. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 39(6), 458–467. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2989>
- Wikstrom, E. A., & Hubbard, T. J. (2010). Talar positional fault in persons with chronic ankle instability. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 91(8), 1267–1271. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.04.022>
- Wikstrom, E. A., Song, K., Lea, A., & Brown, N. (2017). Comparative Effectiveness of Plantar-Massage Techniques on Postural Control in Those With Chronic Ankle Instability. *Journal of athletic training*, 10.4085/1062-6050.52.4.02. Advance online publication. <https://doi.org/10.4085/1062-6050.52.4.02>

- Wikstrom, E. A., & McKeon, P. O. (2017). Predicting balance improvements following STARS treatments in chronic ankle instability participants. *Journal of science and medicine in sport*, 20(4), 356–361. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.09.003>
- Wright, C. J., Linens, S. W., & Cain, M. S. (2017). A Randomized Controlled Trial Comparing Rehabilitation Efficacy in Chronic Ankle Instability. *Journal of sport rehabilitation*, 26(4), 238–249. <https://doi.org/10.1123/jsr.2015-0189>
- Wortmann, M. A., & Docherty, C. L. (2013). Effect of balance training on postural stability in subjects with chronic ankle instability. *Journal of sport rehabilitation*, 22(2), 143–149. <https://doi.org/10.1123/jsr.22.2.143>
- Yener, N., Tuncel, M. (Ed). (2001). TEMEL ANATOMİ (Gözden geçirilmiş baskı). Ankara: METU PRESS Yayınevi.
- Yetkin, H. & Kanatlı, U. (2006). Ligament injuries of the ankle. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 36 (0), 9-20. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aott/issue/18112/190902>
- Yılmaz T., Yakut Y., Uygur F., Uluğ N., (2011). Tampa Kinezyofobi Ölçeği'nin Türkçe versiyonu ve test-tekrar test güvenilirliği, *Fizyoterapi Rehabilitasyon.*, 22(1):44-49
- Youssef, N. M., Abdelmohsen, A. M., Ashour, A. A., Elhafez, N. M., & Elhafez, S. M. (2018). Effect of different balance training programs on postural control in chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 20(2), 159–169.