



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**FUTBOL OYUNCULARINDA DİNAMİK NÖROMÜSKÜLER
STABİLİZASYON TESTLERİ, AYAK BİLEĞİ PROPRİOSEPTİF
KESKİNLİĞİ VE ALT EKSTREMİTENİN FONKSİYONEL
PERFORMANS TESTLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ebru ERSOY

Danışman

Prof. Dr. Abdullah CANİKLİ

TOKAT- 2023

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Abdullah CANİKLİ danışmanlığında hazırlamış olduğum “Futbol Oyuncularında Dinamik Nöromusküler Stabilizasyon Testleri, Ayak Bileği Proprioseptif Keskinliği Ve Alt Ekstremitenin Fonksiyonel Performans Testleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

24/10/2023

Ebru ERSOY

JÜRİ KABUL VE ONAY SAYFASI

Ebru ERSOY tarafından hazırlanan “Futbol Oyuncularında Dinamik Nöromusküler Stabilizasyon Testleri, Ayak Bileği Proprioseptif Keskinliği ve Alt Ekstremitenin Fonksiyonel Performans Testleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 24/10/2023 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)**İmzası**

Üye (Başkan):

.....

Üye :

.....

Üye :

.....

Üye :

.....

Üye :

.....

ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu çalışma için bana gerekli araştırma ve çalışma imkânları sunan tüm Tokat Belediye Plevne Spor ve Pazar Spor yönetimine, oyunculara, antrenörlerine ve ölçümler sırasında bana yardımcı olan herkese teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmamda, bana rehberliğini esirgemeyen sayın danışmanım Prof. Dr. Abdullah CANİKLİ'ye, tüm sorularımı içtenlikle cevaplayan, fikir ve önerileriyle çalışmamın olgunlaşmasına yardımcı olan Doç. Dr. Yusuf SOYLU hocama ve değerli bilgilerini benimle paylaşan Doç. Dr. Erşan ARSLAN hocama bana kattıkları tüm her şey için saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Son olarak sevgilerini ve desteklerini her zaman hissettiğim babam Erdem ERSOY'a, annem Nebahat ERSOY'a, abim Ersin ERSOY'a ve tüm arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

FUTBOL OYUNCULARINDA DİNAMİK NÖROMÜSKÜLER STABİLİZASYON TESTLERİ, AYAK BİLEĞİ PROPRİOSEPTİF KESKİNLİĞİ VE ALT EKSTREMİTENİN FONKSİYONEL PERFORMANS TESTLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Ersoy, Ebru

Yüksek Lisans, Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Abdullah Canikli

Ekim 2023, xii + 65 sayfa

Bu çalışma, güncel bir yaklaşım olan gövde stabilizasyonu, ayak bileği proprioseptif keskinliği ve yaralanmadan sonra aktiviteye, spora, oyuna ve rekabete dönüşün her bir basamağı için kullanılan alt ekstremitte fonksiyonel performans testleri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca olası bir asimetrik cevabın test sonuçlarına etkisini incelemek için baskın ve baskın olmayan ekstremiteleri karşılaştırmıştır. Araştırmaya, yaşı 20.7 ± 1.6 yıl, boy uzunluğu 176.5 ± 6.7 cm, vücut ağırlığı 69 ± 7 kg, futbol deneyimi 8.2 ± 2.7 yıl, vücut kütle indeksi 22.1 ± 1.5 kg/m² olan 20 erkek futbol oyuncusu katılmıştır. Çalışmaya katılan futbolculara sağ ve sol taraf ekstremiteleri için sırayla, ayak bileği aktif hareket ayrımı proprioseptif keskinlik testi, DNS testlerinden intraabdominal basınç, diyafram ve kalça fleksiyon testleri daha sonra Y- denge testi, tek bacak sıçrama testi, yan sıçrama testi ve en son da çeviklik-T Testi yapılmıştır. DNS testlerinden diyafram testi ve kalça fleksiyon testi cevaplarında anlamlı pozitif farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Proprioepsiyonun sağ taraf ve sol taraf toplam skoru da pozitif ilişkili bulunmuştur ($p<0.05$). Bu sonuçlara ek olarak, ayak bileğinin dört farklı inversiyon derecesindeki proprioseptif keskinlik değerleri her bir derece için ayrı ayrı bakılmış olup sağ ve sol tarafta da sporcuların 16 derecedeki doğru yanıt ortalamaları, 12 ve 14 dereceye göre anlamlı ölçüde daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca, Y denge sol kompozit skor ve Y denge uzuv simetri indeksi aralarında pozitif anlamlı çıkmıştır ($p<0.05$). Sonuç olarak bu üç test grubunun da spor klinik pratiğinde uygulanması çok yenidir.

bu yüzden spordaki ve günlük yaşamdaki nöromüsküler fonksiyon, stabilizasyon ve performans ilişkisi konusundaki farkındalığın arttırılması sağlanmıştır. Ayrıca spor profesyonelleri arasında, klinik taramayı kolaylaştırmak ve yaralanma azaltma potansiyeline sahip müdahalelerin geliştirilmesi için bu konular göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Test Bataryası, İnversiyon Ayrım Aparatı, Proprioepsiyon



ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN DYNAMIC NEUROMUSCULAR STABILIZATION TESTS, ANKLE PROPRIOCEPTION ACUITY AND LOWER EXTREMITY FUNCTIONAL PERFORMANCE TESTS IN FOOTBALL PLAYERS

Ersoy, Ebru

Master's Thesis, Division of Physical Education and Sports

Advisor: Prof. Dr. Abdullah Canikli

September 2023, xii + 65 pages

This study examined the relationship among trunk stabilization, ankle proprioceptive acuity, a current approach, and lower extremity functional performance tests for each return step to activity, sports, play and competition after injury. This study also compared the dominant and non-dominant extremities to examine the effect of a possible asymmetric response on the test results. Twenty male football players participated (age: 20.7 ± 1.6 years, height: 175 ± 6.7 cm, body weight: 69.0 ± 7.0 kg, football experience: 8.2 ± 2.7 years, body mass index: 22.1 ± 1.5 kg/m²) in this study. Testing sessions involved assessments of the ankle active movement discrimination proprioceptive acuity test for the right and left side extremities, intra-abdominal pressure, diaphragm and hip flexion tests among the DNS tests, then the Y-balance test, single leg hop test, side hop test and T-drill agility test. Among the DNS tests, significant positive differences were found in the diaphragm test and hip flexion test responses ($p < 0.05$). The total score of the right side and left side of proprioception was also found to be positively correlated ($p < 0.05$). In addition to these results, proprioceptive acuity values at four different degrees of inversion of the ankle were examined separately for each degree, and the correct response averages of the athletes at 16 degrees on the right and left sides were found to be significantly higher than at 12 and 14 degrees ($p < 0.05$). Additionally, the Y balance left composite score and Y balance limb symmetry index were found to be positively significant ($p < 0.05$). As a result, applying these three test groups in sports clinical practice is

very new, so awareness about the relationship between neuromuscular function, stabilization and performance in sports and daily life has been increased. Additionally, sports professionals should consider these issues to facilitate clinical screening and the development of interventions with the potential for injury reduction.

Keywords: Test Battery, Inversion Discrimination Apparatus-Landing, Proprioception



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK SÖZLEŞME	i
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
KISALTMALAR LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	5
2.1. Fonksiyonel Test Bataryası	5
2.1.1. Y Denge Testi	6
2.1.2. Tek Bacak Sıçrama Testi	7
2.1.3. Yan Sıçrama Testi	8
2.1.4. Çeviklik T Testi	9
2.2. Proprioepsiyon	10
2.2.1. Proprioseptif Sistem ve Nöromusküler Kontrol	12
2.2.2. Proprioepsiyonun Ölçülmesi	13
2.2.3. Proprioepsiyonun Algılanması	13
2.2.4. Proprioepsiyonun Klinik Önemi	15
2.3. Dinamik Nöromusküler Stabilizasyon (DNS)	17
2.3.1. DNS İlkeleri	17
2.3.1.1. Ortak Merkezlenme (Fonksiyonel Eklem Merkezlenmesi)	18
2.3.1.2. Diyaframın Stabilize Edici İşlevi ve Bütünleşik Spinal Stabilizasyon Sistemi (BSSS)	19
3. YÖNTEM	22
3.1. Araştırma Grubu	22

3.2. Verilerin Toplanması	22
3.2.1. Antropometrik Ölçüm	22
3.2.2. Denge Testi	23
3.2.3. Tek Bacak Sıçrama Testi	25
3.2.4. Yan Sıçrama Testi	25
3.2.5. Çeviklik Testi	26
3.2.6. Aktif Hareket Ayrımı Proprioepsiyon Değerlendirmesi	26
3.2.7. Dinamik Nöromusküler Stabilizasyon (DNS) Testleri	28
3.2.7.1. İntraabdominal Basınç Testi	29
3.2.7.2. Diyafram Testi	30
3.2.7.3. Kalça Fleksiyon Testi	32
3.3. Verilerin Analizi	33
4. BULGULAR	34
5. TARTIŞMA	41
5.1. Proprioepsiyon Bulgularıyla Performans Testleri Sonuçlarının Tartışılması	41
5.2. Dinamik Nöromusküler Stabilizasyon Test Sonuçlarıyla Performans Cevaplarının Tartışılması	47
5.3. Dinamik Nöromusküler Stabilizasyon Sonuçlarıyla Proprioepsiyon Bulgularının Tartışılması	49
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR	53
EKLER	64
EK-1. Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni	64
ÖZGEÇMİŞ	65

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1. Denge, Tek Bacak Sıçrama, Yan Sıçrama ve Çeviklik Testleri Arasındaki Ortalama ve Standart Sapma Sonucu	34
Tablo 4.2. Denge, Tek Bacak Sıçrama, Yan Sıçrama ve Çeviklik Testleri İlişkisinin Sonuçları	34
Tablo 4.3. DNS Testleri ile Performans Testleri Arasındaki İlişki Sonuçları	35
Tablo 4.4. Proprioepsiyon Testinde Derece ve Yönler Göre Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	36
Tablo 4.5. Maucly Küresellik Testi Sonuçları	37
Tablo 4.6. Derece Gruplarına Göre Tekrarlı Ölçümler ANOVA Sonucu	37
Tablo 4.7. Sağ-Sol Yön Gruplarına Göre Tekrarlı Ölçümler ANOVA Sonucu	37
Tablo 4.8. Derece Grupları Arasında Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları	38
Tablo 4.9. DNS Testleri ve Proprioepsiyon Toplam Skor İlişkisinin Sonuçları	39
Tablo 4.10. DNS Testleri ve Proprioepsiyon 10-12-14-16 Derece İçin İlişki Sonuçları	39
Tablo 4.11. Performans Testleri ve Proprioepsiyon Toplam Skor İlişkisinin Sonuçları	40
Tablo 4.12. Performans Testleri ve Proprioepsiyon 10-12-14-16 Derece İçin İlişki Sonuçları	41

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Fonksiyonel Test Bataryası	6
Şekil 2.2 Tek Bacak Sıçrama Testinin Şematik Gösterimi	8
Şekil 2.3. Yan Sıçrama Testinin Şematik Gösterimi	9
Şekil 2.4. Çeviklik-T Testi	10
Şekil 2.5. Alt Ekstremitede Duyusal Reseptör Girdisine Karşı Dinamik Nöromüsküler Yanıtın Akış Şeması	14
Şekil 2.6. Fonksiyonel Stabilyiteyi Etkileyen Faktörler	16
Şekil 2.7. Kinetik Zincirde Kas Aktivitesinin Yönü	18
Şekil 2.8. Bütünleşik Spinal Stabilizasyon Sistemi (BSSS)	19
Şekil 2.9. Diyafram ve Pelvisin Hizalanması	21
Şekil 3.1. Y Denge Test Kiti	23
Şekil 3.2. Y Denge Testi Değerlendirme	24
Şekil 3.3. Ayak Bileği İnversiyon Ayırt Etme Aparatı (AİDAL)	27
Şekil 3.4. AİDAL ile Değerlendirme	28
Şekil 3.5. Puanlama İçin Görsel-Analog Skala	28
Şekil 3.6. İntraabdominal Basınç Testi Değerlendirme	29
Şekil 3.7. İntraabdominal Basınç Testinde A. Optimal Model, B. Patolojik Stereotip	30
Şekil 3.8. Diyafram Testi Değerlendirme	30
Şekil 3.9. Diyafram Testinde A. Optimal Model, B. Patolojik Stereotip	31
Şekil 3.10. Kalça Fleksiyon Testi Değerlendirme	32
Şekil 3.11. Kalça Fleksiyon Testinde A. Optimal Model, B. Patolojik Stereotip	32
Şekil 4.1. Derecelere ve Sağ-Sol Yönlerde Göre Doğru Yanıt Sayılarının Grafiği	36

KISALTMALAR LİSTESİ

Simgeler	Açıklamalar
AMEDA	Aktif Hareket Ayrımı Değerlendirmesi
AİDAL	Ayak Bileği İnversiyon Ayrım Aparatı
AIDAW	Ayak Bileği İnversiyonu Ayrım Aparatı-Yürüme
BKİ	Vücut Kitle İndeksi
BSSS	Bütünleşik Spinal Stabilizasyon Sistemi
CAI	Kronik Ayak Bileği İnstabilitesi
CS	Kompozit Skor / Bileşik Puan
DNS	Dinamik Nöromüsküler Stabilizasyon
FMS	Fonksiyonel Hareket Taraması
FPT	Fonksiyonel Performans Testi
İAB	İntraabdominal Basınç
JPR	Eklem Pozisyon Hissi
LSİ	Uzuv Simetri İndeksi
MSS	Merkezi Sinir Sistemi
TTDPM	Pasif Hareket Algılama Eşiği
TTDMD	Pasif Hareket Yönünü Algılanma Eşiği
YDT	Y Denge Testi
R	Sağ
L	Sol
Cm	Santimetre
Kg	Kilogram

1. GİRİŞ

Günümüzde yaklaşık 300 milyon futbolcu, antrenör ve hakemle futbol dünya çapında en yaygın olan spordur (Nouni-Garcia vd., 2019; Bizzini, Junge ve Dvorak, 2013). Aynı zamanda yüksek şiddette oynama yeteneği gerektiren futbol, bir temas sporudur (Valderrabano, Barg, Paul, Pagenstert ve Wiewiorski, 2014). Bu popülerite ve spora katılanların sayısı artmaya devam ettikçe, spor yaralanmalarının sayısı/insidansı da artmaktadır (Garrison, Westrick., Johnson ve Benenson, 2015; Junge ve Dvorak, 2004). Bu sebeple futbol, çoğu spor branşında olduğu gibi hem profesyonel hem de amatör oyuncular için önemli bir yaralanma riski taşır (Sadigursky vd., 2017).

National Collegiate Athletic Association içindeki yaralanma verilerinin incelemeleri, sürekli olarak alt ekstremitte yaralanmasının toplam yaralanmaların %50'sinden fazlasını oluşturduğunu göstermektedir (Cook, Rushton, Martin, Herrington ve Heneghan, 2020). Çoğu yaralanma alt ekstremitelerde (%60-90); özellikle ayak bileği, diz (ön çapraz bağ) ve femurda (kuadriseps ve hamstringler) meydana gelmektedir (Sadigursky vd., 2017; Wong ve Hong, 2005). Sporcunun kas-iskelet yaralanması, sporcunun fiziksel sağlığını ve takımın başarısını önemli ölçüde etkileyebilir (Brumitt, Heiderscheit, Manske, Niemuth ve Rauh, 2013; Alentorn-Geli vd., 2009). Sakatlanan sporcular için aktiviteye geri dönüş, bir yaralanmadan sonra en yaygın endişe olmaya devam etmektedir (Hildebrandt vd., 2015). Bu durum sporcu için zaman kaybına neden olabilir ve kişi mümkün olan en kısa sürede yarışmaya geri dönmesi için baskı altındadır (Hildebrandt vd., 2015; Alentorn-Geli vd., 2009). Futbolda yaralanma insidansının bu kadar yüksek olması nedeniyle, yaralanma riskini azaltma potansiyeline sahip müdahalelerin geliştirilmesi ihtiyacı açıktır (Nouni-Garcia vd., 2019). Bu durum spor profesyonelleri arasında, gerekli araştırmaları yapmak için önemli bir itici güç olmuştur (Alentorn-Geli vd., 2009; Hildebrandt vd., 2015)

Futbolla ilgili yaralanmaların tıbbi tedavisinin sağlık harcamaları üzerinde dikkate değer bir sosyoekonomik etkisi de vardır ve kamu yararına bir konu olarak değerlendirilebilir (Nouni-Garcia vd., 2019; Bizzini, Junge ve Dvorak, 2013).

Örneğin, İsviçre’de 2010’da futbol yaralanmaları için sağlık hizmeti maliyeti yaklaşık 170 milyon Amerikan dolarıydı ve Yeni Zelanda yaralanma önleme programlarıyla 2004’ten 2011’e kadar yaklaşık 5,3 milyon Yeni Zelanda doları tasarruf etti (Bizzini vd., 2013). Yaralanmaların sadece %10 oranında azaltılmasının dünya çapında sosyal ve ekonomik maliyetlerde önemli bir azalmaya yol açabileceği varsayılmıştır (Dvorak, 2009). Uluslararası Olimpiyat Komitesi gibi uluslararası spor yönetim organları, sporcuların sağlığının korunmasını öncelikleri arasında ilan etti (Bizzini, 2013). Bu konu ışığında risk altındaki sporcuları belirlemek ve onları risk gruplarına ayırmak yaralanma önleme programlarının hedefleri arasındadır (Cooke vd., 2020; Brumitt vd., 2013; Tassignon vd., 2019). Bu programlarda yapılacak uygulamalar da yaralanma oranlarını azaltıp genel sporcu performansını iyileştirerek sağlık kaynaklarının daha uygun maliyetli bir şekilde kullanılmasını sağlayabilir (Brumitt vd., 2018; Mokha, Sprague ve Gatens 2016; Cooke vd., 2020; Smith, Dephillipo, Kimura, Kocher ve Hetzler, 2017).

Fiziksel durum değerlendirmesi başlangıçta ve atletik kariyer boyunca sürekli olarak değerlendirilir (Cooke vd., 2020). Elde edilen veriler, fiziksel nitelikleri değerlendirmek, antrenman reçetesini ve antrenman yüküne maruz kalmayı bildirmek için kullanılır (Gabbett vd., 2019). Ayrıca antrenman ve performans dönüşüm bir parçası olarak müdahaleler ve rehabilitasyon hakkında bilgi verir (Cooke vd., 2020).

Son raporlar, sporla ilgili yaralanma riski taşıyan sporcuları belirlemek için çeşitli fonksiyonel testlerin yeteneğini ileriye dönük olarak değerlendirmiştir (Hewet vd., 2015; Plisky, Rauh, Kaminski ve Underwood, 2006). Fonksiyonel performans testleri (FPT), spor performansının bileşenlerini (kuvvet, güç, çeviklik) değerlendirmek, nöromüsküler eğitim müdahalelerinin etkinliğini değerlendirmek, ekstremiteler yaralanmalarını ve sporcunun spora katılma yeteneklerini tahmin etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Hildebrandt vd., 2015; Smith vd., 2017).

Bu performans testlerini içeren bir test bataryası, karmaşık ekipman gerektirmeyen ve birden çok kez gerçekleştirilebilen tek ve tamamlayıcı alt testleri birleştiren değerlendirilmiş ve standartlaştırılmış bir protokolden oluşur (Hildebrandt

vd., 2015). Literatüre dayalı olarak önerilen test bataryasının tasarımı; aktiviteye dönüş, spora dönüş; oyuna dönüş ve rekabete dönüş olmak üzere dört seviyeye ayrılmıştır. Her seviye, çaba ve gerçekleştirme açısından zorluk seviyesi basitinden karmaşığa doğru sıralanmış testlerden oluşur (Hildebrandt vd., 2015). Bu bağlamda aşağıdaki dört test seçilmiş ve bu çalışmaya dâhil edilmiştir (Scinicarelli, Trofenik, Froböse ve Wilke, 2021). Aktiviteye dönüş için kullanılan test Y-denge testi, spora dönüş için kullanılan tek bacak sıçrama testi, oyuna dönüş için kullanılan yan sıçrama testi ve rekabete dönüşü belirlemede kullanılan test ise çeviklik-T testidir. Ayrıca bu batarya fonksiyonel hareket modellerini ve performansı değerlendirmek içinde etkili bir tarama aracıdır (Scinicarelli vd., 2021).

Kontrollü, güçlü ve hassas hareketler, spor aktivitelerinin ve fonksiyonel günlük aktivitelerin önemli bir parçasıdır (Ogard, 2011). Proprioepsiyon, dinamik aktiviteler sırasında eklemlerin pozisyon ve hareket algısında birincil duysal mekanizmadır (Riemann ve Lephart, 2002a). Somatosensoriyel sistem, proprioepsiyona katkıda bulunan çeşitli kaslar ve bağ dokusu reseptörlerinden merkezi sinir sistemine (MSS) çok sayıda girdi sağlar (Ogard, 2011). Bu akıştaki elemanlardan herhangi birinden veya kombinasyonundan gelen herhangi bir önemli değişiklik veya bilgi kaybı, normal hareket ve postüral stabilitede olası yaralanmalara yol açan önemli zorluklara neden olabilir (Ogard, 2011). Bu yüzden proprioseptif fonksiyonun tam olarak anlaşılması; spor yaralanması rehabilitasyonunu, performansa katkılarını ve etkilerini anlamak için önemlidir (Ogard, 2011).

Dinamik Nöromüsküler Stabilite (DNS), çeşitli postüral stabilizasyon modellerini değerlendiren fonksiyonel testin yanı sıra gelişimsel kinesiyojji modellerine dayalı nörofizyolojik, temelli bir rehabilitasyon yaklaşımıdır (Kobesova, Safarova ve Kolar, 2016). DNS testleri, klinik uygulamada gövde stabilizasyon fonksiyonunu değerlendirmede potansiyel olarak faydalı görünmektedir (Jacisko vd., 2021). Ayrıca Frank ve arkadaşları DNS'i optimal atletik performans için gerekli görmektedir (Frank, Kobesova ve Kolar, 2013).

Yukardaki bilgiler doğrultusunda bu değerlendirme yöntemlerinin her biri ayrı ayrı kendi içinde hem spor yaralanmaları nleme programları hem de yaralanma sonrası rehabilitasyon sürecinde çeşitli bağlamalarda kullanılmıştır. Ancak DNS testlerinin, ayak bileği eklem propriosepsiyonun ve alt ekstremite fonksiyonel performans testlerinin birbiriyle olan ilişkisine dair herhangi çalışmaya rastlanmamıştır.

Öncelikle bir risk durumundan bahsetmek için referans kabul edilen sağlıklı sporcuların norm verilerine ihtiyaç vardır ve sağlıklı bireylerin verileri bu spora dönüş için hangi aşamada karar verileceğini göstermek için çok önemlidir (Hildebrandt vd., 2015). O yüzden çalışmamızda daha önce bir alt ekstremite yaralanması geçirmemiş sporculardan alınan sonuçlarının ilişkisini inceleyeceğiz. Çalışma verilerimizin; yaralanma risk profiline katkıda bulunmak, yeniden yaralanma olasılığını azaltmak ve sakatlık sonrası spora güvenli dönüşü desteklemek için ilerideki çalışmalara katkı sağlayacağı düşünmekteyiz.

Bir diğer araştırma vurgusu da yüksek riskli futbol popülasyonlarında bahsedilen testleri bir arada uygulayarak spor profesyonellerinin sporcuda aktiviteye dönüş; spora dönüş, oyuna dönüş ve rekabete dönüş basamakları açısından bir referans belirleyebilmesini amaçlar.

2.GENEL BİLGİLER

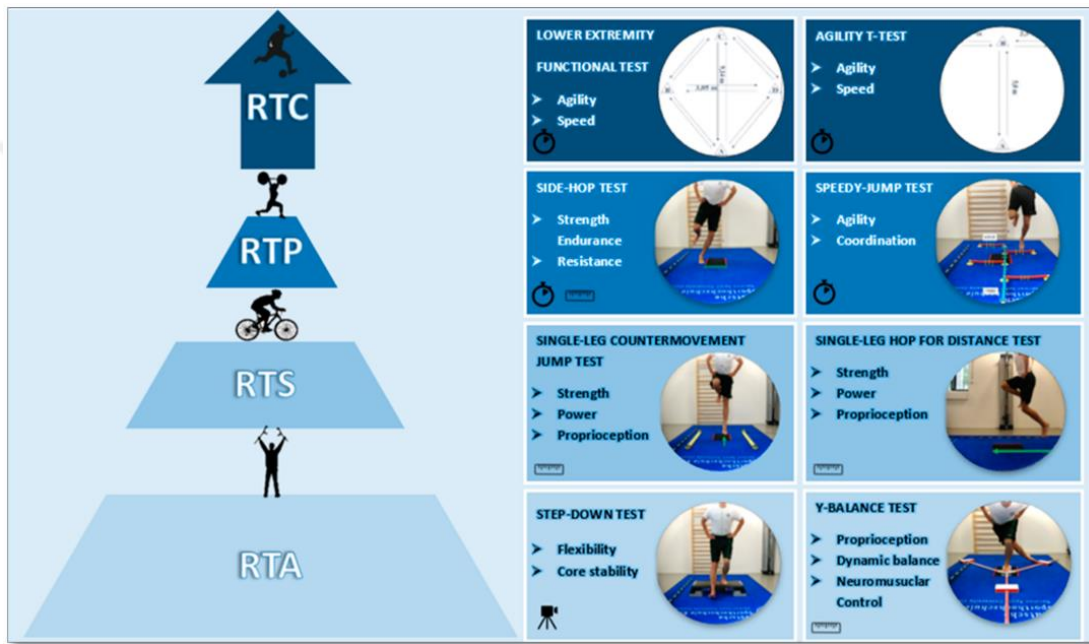
2.1. Fonksiyonel Test Bataryası

Fonksiyonel performans testleri (FPT) bir bireyin spor performansı için gerekli olan durumları taklit eden veya bunlara benzer hareket modellerinde meydana gelen çok düzlemli kuvvetleri üretmek ve bunlara uyum sağlamak için nöromüsküler sistemlerini koordine etme yeteneğinin değerlendirilmesini içerir (Cooke vd., 2020). FPT'nin laboratuvar dışında değerlendiriliyor olması, düzenli zaman aralıklarında çok sayıda sporcunun profilini çıkarmak için alternatifler sunar (Steffen, Kroke ve Krosshaug, 2014; Cooke vd., 2020). Bu testler spor dünyasının her yerinde ve birçok düzeyde kullanılmaktadır (Hegedus, McDonough, Bleakley, Cook ve Baxter, 2015)

FPT, sporcunun spora özgü aktivitenin doğasında var olan fiziksel talepleri tolere etme, spora dönüşle ilgili karar verme ve müsabakaya dönüşte yeniden yaralanmayı önleme yeteneğini belirlemeye yöneliktir (Clark, 2001; Vereijken vd., 2020; Abrams vd., 2014). Fiziksel performans testlerinin avantajı, testlerin uygulanmasının kolay olması, çok fazla zaman ve uzmanlık gerektirmemesidir ayrıca, testler pahalı ekipman gerektirmez ve birden fazla yerde tamamlanabilir (Hegedus vd., 2015).

Clark' a göre bir FPT seçerken, klinisyen güvenilirlik, geçerlilik, veri analizi ve üretilen verilerin anlamlı ve faydalı olması için rehabilitasyon sürecinin hangi noktasında bir FPT uygulanması gerektiği ile ilgili konuları kavramalıdır (Clark, 2001). Bu durum için literatürde kullanılan bir test bataryası bulunmaktadır (Scinicarelli vd., 2021). Etkili bir test bataryası, spora özgü fonksiyonel performans sonuçları sağlamak için kas gücü, dinamik denge, propriosepsiyon, hız ve çeviklik ile ilgili spora özgü hareket modellerini içermelidir (Manske ve Reiman, 2013), ayrıca basitten karmaşığa doğru kademeli olarak düzenlenen, farklı seviyelerdeki birkaç fonksiyonel testi kapsamalıdır (Hildebrandt vd., 2015; Gokeler, Welling, Zaffagnini, Seil ve Padua, 2017). Bu sebeple, batarya dizini ilk olarak postüral kontrol, dinamik denge ve eklem stabilitesinin değerlendirilmesi daha sonra, tek bacakla zıplama görevlerinin de olduğu kas gücü, propriosepsiyon ve nöromüsküler kontrol ölçümleri

ve en son olarak da yorgunluk durumunda çeviklik, hız ve direnci de değerlendirilmelidir (Scinicarelli vd., 2021). Belirtilenler ışığında Şekil 2.1’de gösterilen testlerden her seviye için bir test olmak üzere toplam dört test seçilmiştir bunlar; aktiviteye dönüş için Y-denge testi, spora dönüş için tek bacak sıçrama testi, oyuna dönüş için yan sıçrama testi ve rekabete dönüş için çeviklik-T testidir (Scinicarelli vd., 2021).



Şekil 2.1. Fonksiyonel Test Bataryası

(Scinicarelli vd., 2021)

2.1.1. Y-Denge Testi

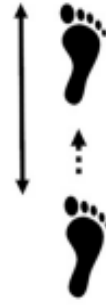
Y-Denge Testi fiziksel hazırlık ve yaralanma riskinin belirlenmesi, spora dönüş testi ile müdahale öncesi ve sonrası ölçümün belirlenmesi için literatürde sıklıkla kullanılmaktadır (Haksever, 2018; Gribble, Brigle, Pietrosimone, Pfile ve Webster, 2013; Plisky vd., 2009). Y Denge Testi, Yıldız Denge Testi’in güvenilirliğini ve saha uygunluğunu geliştirmek için kısaltılmış hali olarak tasarlanmıştır (Plisky, Schwartkopf-Phifer, Huebner, Garner ve Bullock, 2021). Anterior, posteromedial ve posterolateral olmak üzere üç farklı hareket yönünden

oluşan Y denge testi, tek bacak duruşu ile bu yönlerle uzanırken dinamik dengeyi değerlendirmek için kullanılmıştır (Arslan vd., 2021), ayrıca testin uygulanışının kolay oluşu ve üç yöne değişimi göstermesi yönünden de avantajları vardır (Haksever, 2018). Temelde dinamik postüral kontroldeki eksiklikleri ve iyileştirmeleri ayırt etmek için nesnel ölçümler sağlayabilir; yani alt ekstremitte yaralanmasını tahmin etme potansiyeline sahiptir (Gribble, Hertel ve Plisky, 2012). YDT, postüral kontrol ve denge kapasitelerini değerlendirmek açısından geçerli, güvenilir bir testtir (Haksever, 2018).

2.1.2. Tek Bacak Sıçrama Testi

Literatürde fonksiyonel performans testi ölçümleri arasında “hop, leap, jump” testleri sıklıkla kullanılmaktadır (Clark 2001; Lampros, Wiater ve Tanaka, 2022; Juris vd., 1997). Bazen çeviriler sırasında hoplama, atlama, sıçrama ve zıplama ifadeleri anlamsal olarak birbirinin yerine kullanılabilir. Bu çalışmada “hop” ifadesi “sıçrama” olarak çevrilerek kullanılmıştır. Tek abacak sıçrama testi, aynı ayak üzerinde kalkış ve inişi içerir (Clark, 2001). Ayrıca uygulanması için minimum ekipman ve zaman gerektiren pratik, performansa dayalı bir ölçüm olarak kullanılmaktadır (Dingenen, Truijen, Bellemans ve Gokeler, 2019). Ayrıca çalışılan en yaygın fonksiyonel performans testlerindendir (Hegedus vd., 2015).

Tek bacak sıçrama testi gibi fiziksel performans ölçümleri, bir sporcunun fonksiyonel durumunu değerlendirmek, uzuvlar arası karşılaştırmalar yapmak ve rehabilitasyon süreci boyunca ilerlemeyi izlemek ve müsabakaya dönüş sürecinde sıklıkla kullanılır (Dingenen vd., 2019). Testin yönetimi kolaydır (Dingenen, vd., 2019) ve Şekil 2.2’de gösterdiği gibi kişinin önceden belirlenmiş bir çizgiden olabildiğince uzağa zıplamaları ve aynı ayakla yere inmesini içerir (Clark, 2001).



Şekil 2.2. Tek Bacak Sıçrama Testinin Şematik Gösterimi

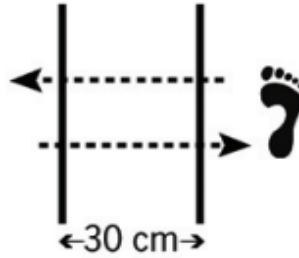
(Dingenen vd.,2019)

Bolglu ve Keskula, sağlıklı katılımcılarda mesafe için tek bacak sıçrama testine dayalı olarak uzuv simetri indeksi puanının göreceli güvenilirliğini değerlendirmiş ve bunun alt ekstremité performansının güvenilir bir ölçüsü olduğunu öne sürmüştür (Bolglu ve Keskula, 1997).

2.1.3. Yan Sıçrama Testi

Yan sıçrama testi hem sağlıklı hem de yaralı bireylerde alt ekstremité fonksiyonunu değerlendirmek için kullanışlıdır (Markström, Schelin ve Häger, 2018; Kamonseki, Cedin, Tavares-Preto ve Calixtre, 2018; Kockum ve Annette, 2015). Hem klinik hem de araştırma ortamlarında, antrenmanın ilerleyişini doğrulamak ve bir rehabilitasyon programı sırasında kas kuvveti, eklem stabilitesi ve nöromusküler kontroldeki gelişmelerden kaynaklanabilecek performans değişikliklerini ölçmek için uygulanabilir (Caffrey, Docherty, Schrader ve Klossner, 2009; Kamonseki, vd., 2018; Abrams vd., 2014). Tek bacakla yana sıçrama testinin uygulanması kolaydır ve çok az yer gerektirir ayrıca kontralateral bacağın dengeleme stratejilerini ortadan kaldırır ve bacaklar arasında doğrudan bir karşılaştırma sağlar (Markström, Schelin ve Häger, 2018). Test, Şekil 2.3'te modellendiği gibi 40 cm'lik bir mesafede kişinin tek bacakla kontrollü, hızlı ve tekrarlayan yana sekmeler yoluyla 30 saniye boyunca gerçekleştirdiği maksimum başarılı atlama sayısına odaklanmıştır (Caffrey, Docherty, Schrader ve Klossner, 2009) ve özellikle yorgunluğun diz stabilitesini

olumsuz etkilediği bilindiğinden dayanıklılığı hedeflemek üzere tasarlanmıştır (Markström vd., 2018).

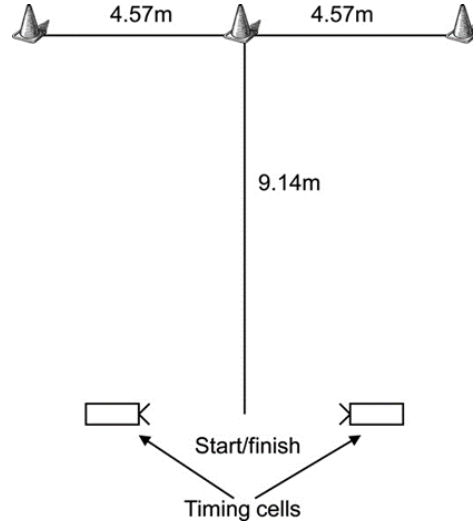


Şekil 2.3. Yan Sıçrama Testinin Şematik Gösterimi

(Caffrey, Docherty, Schrader ve Klossner, 2009)

2.1.4. Çeviklik-T Testi

Çeviklik, yön değiştirme ve mümkün olan en kısa sürede başlama ve durma kapasitesi olarak tanımlanabilir (Marin, Stefanica ve Rosculet, 2023). Birçok spor ve rekreasyonel aktivitede başarılı performans için gereklidir (Kilit, Arslan ve Soylu, 2019; Marin vd., 2023). Çevikliğin bileşenleri denge, koordinasyon, güç ve hız olarak tanımlanmıştır (Raya vd., 2013). Raya ve arkadaşları, farklı hareket düzlemlerindeki çeviklik ölçümünün klinisyenlere spora veya aktiviteye geri dönmek için hazır olma durumu hakkında bilgi sağlayabileceğini ileri sürmektedir (Raya vd., 2013). Çeviklik-T testi ileri, geri ve yanal hareketlerle çeviklik ve yön değiştirme hızının ölçümü için geçerli ve güvenilir bir testtir (Pauole, Madole, Garhammer, Lacourse ve Rozenek, 2000). Testin uygulanması nispeten basittir, çünkü minimum ekipman ve hazırlık gerektirir (Pauole vd., 2000). T-Testi Şekil 2.4'te gösterildiği gibi bir kişinin “T” şeklinde bir parkurda sırayla ileriye maksimum başlama, yan adımlar ve geriye doğru koşma ile dört yön değişikliğini içeren ve parkuru ne kadar hızlı tamamladığını değerlendiren, çift düzlemlili (önden ve sagittal) bir performans testidir (Munro ve Herrington, 2011).



Şekil 2.4. Çeviklik-T Testi

(Munro ve Herrington, 2011)

Yukarda bahsedilen her bir performans testi, klinikteki değişiklikleri ölçmenin yanı sıra spor performansını belirlemek veya geliştirmekle ilgilenen tüm popülasyonlar için hem bir kriter hem de sayısal bir hedef sağlar (Raya vd., 2013). Özetle fonksiyonel performans testleri, bir sporcunun sporda deneyimlerini yansıtan hareket görevleri sırasında güç üretme ve karşılama yeteneğini değerlendirir ve fiziksel veya nöromusküler kontroldeki eksiklikleri belirlemek için kullanılır (Cooke vd., 2020).

2.2 Proprioepsiyon

Tarihte birçok farklı bilim insanı proprioepsiyonu farklı kavramlarla ifade etmeye çalışmıştır (Riemann ve Lephart, 2002a; Ogard 2011). Araştırmacılar tarafından farklı “proprioepsiyon” kavramsallaştırmaları, farklı tanımlara yol açmıştır ve bunların tarihsel ortaya çıkışının dikkate alınması burada önemlidir (Han, Waddington, Adams, Anson ve Liu, 2016)

Proprioepsiyon kelimesi Latince bir kelime olup algı kavramıyla birlikte “kişinin kendisi”, “kişinin kendi kendini algılaması” anlamına gelir ayrıca bu kendilik algısı kavramı, kişinin beden oryantasyonu ve pozisyonuyla birlikte hareket

duyusuna sahip olma yeteneği olarak tanımlanabilir (Hillier, Immink ve Thewlis, 2015).

Propriosepsiyon kelime olarak kullanılmamış olsa da kavramsal olarak 1557 yılında ilk defa Scaliger tarafından “hareket hissi” olarak tanımlanırken (aktaran Pekmez, 2019), 1826 yılında Charles Bell “hareketin ve pozisyonun algılanması, altıncı his” olarak tanımlamıştır (aktaran Hiller, Han, Waddington, Adams, Anson ve Liu, 2016). 1880 yılında Henry Charlton Bastian ise “kinestezi” kavramının daha uygun olacağını ifade etmişken (aktaran Coşkun 2011), 1883 yılında Duchenne “eklemlerin algılamada rolü” olarak bu kavramdan bahsetmiştir (aktaran Takkin 2021). Sherrington 1906 yılında ‘proprioseptif alan’dan bahsederken “propriosepsiyon” kelimesi ilk defa kullanılmıştır (aktaran Hiller vd., 2016; Riemann ve Lephart, 2002a).

O zamandan bu zamana kadar terim, çeşitli duyuları tanımlamak için kullanılmış ve bu nedenle biraz belirsiz hale gelmiştir (Hiller vd., 2016; Riemann ve Lephart, 2002a). Özetle proprioepsiyon kavramı zaman içerisinde sensorimotor sistemde yanlış bir şekilde kinestezi, eklem pozisyon hissi, (ortak) konum hissi, uzayda vücut pozisyonu, hareket veya güç hissi, denge, somatosensasyon ve refleks eklem stabilitesi gibi kavramlarla eş anlamlı olarak ya da birbirlerinin yerine kullanılmıştır (Riemann ve Lephart, 2002a; Hiller vd., 2016).

Günümüzde proprioepsiyon kavramı genel olarak 3 alt başlığıyla birlikte yani vestibüler ve görsel katkılarla pozisyon hissi, kinestezi ve son olarak kuvvet hissi olarak adlandırılan harekete karşı gerilim/direnç hissini de içine alan dokunma duyusunun özelleşmiş bir versiyonu olarak tanımlanabilir (Lephart, Pincivero, Giraudo ve Fu, 1997; Riemann ve Lephart, 2002a; Niessen, Veeger, ve Janssen, 2009; Clark, 2014). Ancak bunlarla sınırlı değildir ve proprioepsiyon, kas reaksiyon zamanı ve dengeyi de kapsayan oldukça geniş bir kavramdır (Lephart vd., 1997; Ergen ve Ulkar, 2008; Pekmez, 2019; Ogard, 2011).

2.2.1. Proprioseptif Sistem ve Nöromusküler Kontrol

Sensorimotor kontrolün motor bileşeni olan nöromusküler kontrol veya motor kontrol, basitçe kas aktivasyonu üzerindeki sinir sistemi kontrolü olarak ifade edebilir (Riemann ve Lephart, 2002a; Clark, 2014). Her ne kadar nöromusküler kontrol tüm motor aktiviteleri, proprioepsiyon da duyuşal iletinin temelini oluştursa da genel motor programı kontrol eden sinirsel komutlardan kolaylıkla ayrılamazlar ve bu karmaşık etkileşimi içerecek şekilde genişletilebilirler (Riemann ve Lephart, 2002a; Hewett vd., 2002; Hewett, Paterno, ve Myer, 2002). Özetle hepsi merkezi sinir sisteminin (MSS) kontrolü altındadır (Novak vd., 2021a).

Nöromusküler kontrol, motor çıktıyı oluşturmak için hazırlayıcı (ileri besleme) ve bu harekete dönüt (geri besleme) olarak ortaya çıkan dinamik kısıtlamaların proprioseptif aracılı aktivasyonu olarak tanımlanmıştır (Clark, 2014; Riemann ve Lephart, 2002a). Sağlıklı bir bireyde bu sistemin dengede sürdürülebilmesi için genellikle 2 farklı kontrol sistemi vardır, bunlar ileri besleme (hazırlayıcı) ve geri besleme (reaktif) nöromusküler kontroldür (Clark, 2014). Görsel ve vestibüler bilgiyle birlikte duyuşal girdi motor aktiviteler sırasında her iki kontrol şekli için gerekli bilgileri sağlar; ancak, bilgi işleme yöntemleri farklıdır (Riemann ve Lephart, 2002a).

İleri beslemeli (hazırlayıcı) kontroller, duyuşal tespitten önce meydana gelen ve iskelet kasını önceden programlayan öngörülü eylemler olarak tanımlanmıştır (Riemann ve Lephart, 2002a; Clark, 2014). Bir, ileri besleme (hazırlayıcı) kontrolü sırasında duyuşal bilginin işlenmesi, geri besleme kontrolleri başlatılana kadar aralıklı olarak kullanılır (Riemann ve Lephart, 2002a). İleri beslemeli motor stratejisi eylemleri büyük ölçüde tespit edilen duyuşal (proprioseptif) uyaranla ilgili önceki deneyimlere göre şekillenir (Riemann ve Lephart, 2002a; Clark, 2014).

Duyuşal algılamadan sonra sistem içinde düzeltici bir tepkinin uyarılması genellikle geri besleme (reaktif) kontrolleri olarak kabul edilir ve duyuşal bilginin sürekli olarak işlenmesiyle an be an yanıt kontrolü sağlar (Clark, 2014; Riemann ve Lephart, 2002a). Ne yazık ki, bir eylemi geri besleme veya ileri besleme olarak

sınıflandırmak, tanımlarının önerdiği kadar kolay değildir. Bazı durumlarda, örneğin postüral kontrolün sürdürülmesi sırasında olduğu gibi hem ileri beslemeli hem de geri beslemeli kontrolün bir kombinasyonu mevcuttur (Riemann ve Lephart, 2002a). Literatürde alt ekstremité dinamik nöromüsküler kontrolündeki eksiklikler, bir yaralanma risk faktörü olarak gösterilmiştir (Plisky vd., 2021).

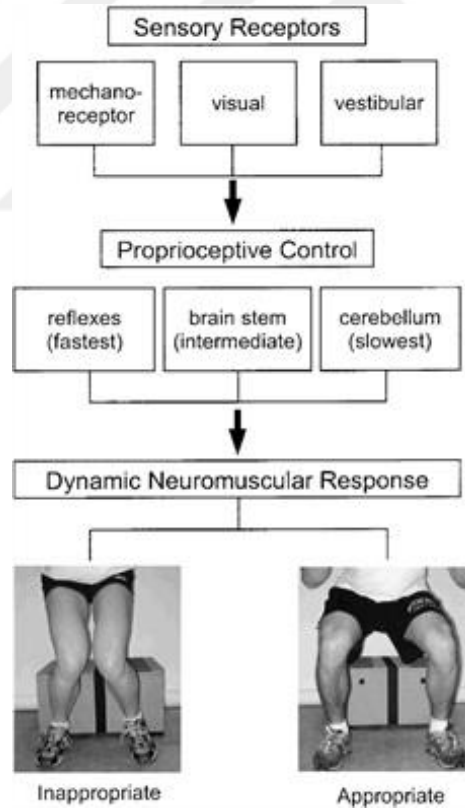
2.2.2. Proprioepsiyonun Ölçülmesi

Yukarıda açıklanan proprioepsiyonu kapsayan nörofizyolojik süreçlerin karmaşıklığından dolayı, açıkça tek bir proprioepsiyon ölçümü yoktur (Hillier ve ark. 2015). Proprioseptif mekanizmaları incelenmesinde ve değerlendirilmesinde, kavramın çok yönlülüğü göz önüne alındığında şaşırtıcı olmayan şekilde literatürde çok çeşitli yöntemler kullanılabilmektedir (Hillier ve ark. 2015; Riemann, Myers ve Lephart, 2002; Clark, Röjjezon ve Treleaven, 2015). Ölçüm yöntemlerinin farklı varyasyonlardan olan proprioseptif alt duyuların ölçülmesi için kullanılan üç ana test tekniği vardır bunlar; pasif hareket algılama eşiği (TTDPM) ile pasif hareket yönünü algılanma eşiği (TTDMD), eklem pozisyon hissi (JPR) ve aktif hareket ayrımı değerlendirmesi (AMEDA) testleridir, aynı zamanda testlerin özelliğine göre aktif yada pasif yöntemlerle ölçülebilirler (Röjjezon vd., 2015; Han vd., 2016; Hillier vd., 2015; Riemann, Myers ve Lephart, 2002; Clark vd., 2015). Testler sadece bilinçli proprioepsiyonu test ederken, günlük aktivitelerde çoğunlukla bilinçaltı proprioepsiyona bağımlı olduğumuz açıktır o yüzden bu tür testler literatürde kullanılsa da genellikle cevaplardan daha fazla sorguya neden olurlar (Hillier vd., 2015; Ogard, 2011).

2.2.3. Proprioepsiyonun Algılanması

Proprioepsiyon; duyuusal bir uyarının algılanması, afferent yollarla nöral sinyalin merkezi sinir sistemine taşınması ve burada sinyalin işlenmesi, daha sonra oluşan cevabın efferent yolla gerekli yerlere iletimiyle beraber hareketin ve fonksiyonel görevlerin sağlandığı karmaşık bir yapılanma tarafından gerçekleştirilir (Kılıç, 2018; Ogard, 2011). Proprioepsiyon kavramı, merkezi ve periferik süreçleri içeren karmaşık bir sistemdir. (Güçmen, 2021). Dolayısıyla periferik ve merkezi sinir sisteminin (MSS) entegre çalışması ile sağlanmaktadır (Coşkun, 2022).

Sinir sistemi düzeyinde bu süreçleri biraz daha açacak olursak. Periferik proprioseptif yolağı, eklem çevresindeki kapsüloligamentöz oluşumlar ve kaslarda bulunan mekanoreseptörler oluştururlar. Periferik yolaktaki sinapslar, proprioseptif duyuyu merkezi sinir sistemine iletir (Kaya vd., 2020; Coşkun, 2022). Daha sonra periferden tarafından toplanan bilgiler kortikal proprioseptif yolakların üç düzeyinde işlenir. Omurilik düzeyindeki yanıtlar, omurilik reflekslerinin aktivasyonu yoluyla dinamik kas stabilizasyonu sağlar. Beyincik, vestibüler, görsel ve somatosensoriyel sistemlerden gelen girdileri entegre ederek duruş ve dengeye aracılık eder. Beynin kortikal merkezleri ise istemli motor işlevleri kontrol eder. (Griffin, 2003). Şekil 2.5'te duyuşsal bilgi girişinde nöromüsküler yanıtın akış şeması gösterilmiştir. (Hewett, Paterno ve Myer, 2002).



Şekil 2.5. Alt Ekstremitelerde Duyusal Reseptör Girdisine Karşı Dinamik Nöromüsküler Yanıtın Akış Şeması

(Hewett, Paterno ve Myer, 2002)

Propriosepsiyonun algılanmasında iki düzey bulunmaktadır. Bunlar bilinçaltı (şuursuz) düzey ve bilinçli (istemli) düzeydir. (Ergen, Ülkar ve Erarslan, 2008; Neder, 2019). Bilinçli proprioepsiyon, vücudun kendisinden gelen içsel mekanik bilgiyle ilişkilidir, reseptörleri daha çok eklem ve eklem kapsülüne yerleşmişlerdir buradaki bilgi serebral kortekse gittiği için şuurlu olarak algılanır (Neder, 2019; Pekmez, 2019; Röjjezon, Clark ve Treleaven, 2015). Bilinçaltı proprioepsiyon ise, kas içciklerinden ve gerilim reseptörlerinden (golgi tendon) gelen uyarıların serebellar (beyincik) ve spinal düzeyde yorumlanmasıyla bilinçaltı aktivite olarak gerçekleştirir (Proske ve Gandevia, 2009). Bu durum duyuşsal bilginin hangi merkezi sinir sistemi elemanına iletiildiğine göre değişir (Neder, 2019; Pekmez, 2019; Röjjezon vd., 2015).

Özetle eklem pozisyon hissi ve kinestezi özellikle kortikal etkileşimlerden dolayı bilinçli olarak algılanır ancak taşınım yoluna bağlı olarak bilgi serebellar (beyincik) düzeyine de iletiildiğinden ve bilinçaltı aktivite de söz konusudur (Neder, 2019; Pekmez, 2019; Proske ve Gandevia, 2009). Kas fonksiyonu ve reflekslerin düzenlenmesi de bilinçaltı proprioepsiyonla sağlanır (Pekmez, 2019; Neder, 2019). Son olarak nöromüsküler kontrol de primer olarak eklemlerin serebellar ve spinal düzeyde bilinçaltı kontrolüdür (Pekmez, 2019; Clark, 2014; Riemann ve Lephart, 2002a).

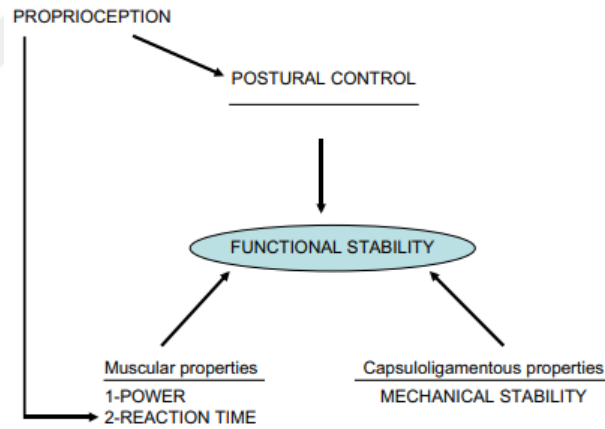
2.2.4. Proprioepsiyonun Klinik Önemi

Proprioepsiyonun tanımları farklılık gösterse de atletik yaralanmaların önlenmesi ve rehabilitasyonda önemi değişmemektedir (Laskowski, Newcomer-Aney, Smith, 2000). Spora bağlı yaralanma riskini azaltmanın yanı sıra spor yaralanması sonrasında fonksiyonel performansı artırmada ağırlıklı olarak proprioepsiyon ve nöromüsküler kontroldeki değişiklikler sorumludur (Zech vd., 2010).

Sporda, görsel kanal genellikle rakipler, top veya hedef hakkındaki bilgileri işlemekle meşgul olduğundan diğer proprioseptif kaynaklara daha fazla ihtiyaç vardır (Han, Anson, Waddington, Adams ve Liu, 2015). Burada merkezi sinir sistemi sinyali ve proprioseptif geri bildirim arasındaki geliştirilmiş koordinasyonun bir

sonucu olarak eylem oluştuğunda nöral adaptasyonlar ortaya çıkar (Craig, 2004; Ogard, 2011) ve propriosepsiyon yoluyla motor öğrenme ve yeniden öğrenmeye katkı sağlanır (Ribeiro ve Oliveira, 2007).

İyi propriosepsiyon, yapılar üzerindeki aşırı bir yüklenmenin üstesinden gelmek ve belirli bir görevi yerine getirmek için vücut bölümlerini verimli, etkili ve koordineli bir şekilde hareket ettirmek anlamına gelir, bu genel anlamda motor kontroldür ve özellikle postüral kontrolün düzenlenmesi ve sürdürülmesi için önemlidir (Ribeiro ve Oliveira, 2007; Ogard, 2011; Tropp vd., 1992). Sadece eklem için düşünecek olursak fonksiyonel eklem stabilitesi, kasların ve mekanik stabilizatörlerin uygun aktivasyonu ile bir eklemi stabilize etme yeteneği olarak tanımlanabilir (Ergen & Ulkar, 2008; Zouita vd., 2009). Aynı şekilde fonksiyonel (dinamik) eklem stabilitesi proprioseptif sistemin ürünüdür ve şekil 2.6'da foksiyonel stabiliteyi etkileyen faktörler gösterilmiştir. (Ergen & Ulkar, 2008; Riemann ve Lephart, 2002a).



şekil 2.6. Fonksiyonel Stabiliteyi Etkileyen Faktörler

(Ergen & Ulkar, 2008)

Goble ve arkadaşlarının yaptığı beyin görüntüleme çalışması, proprioseptif sinyallerin merkezi olarak işlenmesinin, postüral ve denge kontrolü için gerekli olduğunu öne srmştir (Goble vd., 2011). Klinisyenler genellikle yaralanma riskini, yaralanmadan kaynaklanan ilk eksiklikleri ve bir yaralanmadan sonraki iyileşme düzeyini değerlendirmek için postüral kontrol değerlendirmelerini kullanır (Plisky ve ark. 2006).

2.3. Dinamik Nöromüsküler Stabilizasyon (DNS)

Dinamik Nöromüsküler Stabilizasyon veya DNS, Vojta'nın refleks hareket üzerinde yaptığı çalışmadan etkilendikten sonra Profesör Pavel Kolar tarafından rehabilitasyon alanında geliştirilen güncel bir kavramdır (Sharma ve Yadav, 2020). DNS, motor bozuklukları değerlendirmek ve tedavi etmek için bebeklerdeki hareketin gelişim sürecini kullanan gelişimsel kinesiyojoloji modellerine dayanan nöromüsküler ve fonksiyonel bir yaklaşımdır (Frank, Kobesova ve Kolar, 2013). DNS yaklaşımı, baş ve boynun, omurganın, göğüs kafesinin ve pelvisin “nötr” ve “optimal” hizalanmasıyla, ideal vücut fonksiyonunu elde etmek için beyin stimülasyonunu manipülasyon, postüral farkındalık, hassas nefes alma düzeni ve eğitimle birleştirir (Frank, Kobesova ve Kolar, 2013; Ghavipanje, Rahimi ve Akhlaghi, 2022).

2.3.1. DNS'in Temel İlkeleri

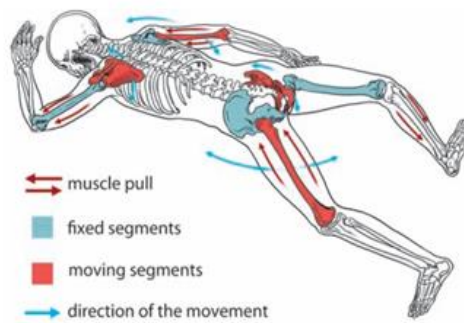
DNS, yaşamın ilk yılındaki gelişimsel kinesiyojoloji ilkelerini kapsar; bu ilkeler ideal postür, fonksiyonel eklem merkezlemesi ve optimum solunum ile karakterize doğuştan gelen motor kalıpları veya programları içerir (Davidek, Andel ve Kobesova, 2018).

Gelişimsel kinezyoloji, erken çocukluk döneminde örneğin kavrama, dönme, emekleme, yürüme gibi sırayla devam eden motor fonksiyon gelişiminin genetik olarak önceden belirlenmiş ve öngörülebilir olmasına dayanan bir modeldir (Sharma ve Yadav, 2020). Yeni doğan döneminde kemikler, kaslar ve diğer yumuşak dokular morfolojik olarak olgunlaşmamıştır, zamanla merkezi sinir sisteminin (MSS) olgunlaştıkça bebeğin duruşu kontrol etmesi, yerçekimine karşı dik bir duruş elde etmesi ve amaca yönelik kas işlevi giderek daha fazla ortaya çıkar (Sharma ve Yadav, 2020; Frank, Kobesova ve Kolar, 2013). Tüm bu hareket kalıpları veya kas sinerjileri, öngörülebilir bir gelişimsel sırayla otomatik olarak meydana gelir (Kolar, 2014). Kısacası, beynin olgunlaşması motor kalıpların gelişimini etkiler ve bu da yapısal gelişimi etkiler (Frank vd., 2013).

Gelişimsel kinesiyojji duyu-motor kontrolün üç seviyesine dayanmaktadır bunlar; (1) değışken hız ve genlikte vücut parçalarının brüt hareketi ile görüntülendiğı beyin sapı ve omurilik seviyesi, (2) herhangi bir ekstremite, baş ya da boyun hareketinden önce diyafram, pelvik taban, karın duvarı ve spinal ekstansörlerin sinerjistik aktivasyonunun meydana geldiğı subkortikal seviye ve (3) hareket modelinin gelişiminin meydana geldiğı motor kontrolün kortikal seviyesidir (Kolar ve Kobesova, 2014).

2.3.1.1. Ortak Merkezlenme (Fonksiyonel Eklem Merkezlenmesi)

Eğer yeterli MSS kontrolü ve kasların optimal dengeli aktivasyonu söz konusuysa, her hareket ve duruş sırasında eklemlerin fonksiyonel olarak merkezlenmiş bir konuma gelmesini sağlanmış olur, bunun için stabilize edici kas fonksiyonuna ve yerel ve uzak kasların koordinasyonuna ihtiyaç vardır (Kolar, 2014). Eklem bu merkezi konumunu sürdürmesi, dinamik bir nöromüsküler stratejidir ve optimum eklem hareketi için mekanik avantaj sağlar (Sharma ve Yadav, 2020). Merkezlenmiş bir eklemden, kemikler arası temas maksimumdur ve yükün eklem boyunca yeterli şekilde aktarılmasına ve kinetik zincirin optimum şekilde çalışmasına izin verir Şekil 2.7’de gösterilmiştir (Kobesova, Valouchova ve Kolar, 2015; Kolar, 2014). Böylelikle eklem kapsülünde ve tendonlarda en fazla yükleme, en az gerilim meydana gelmiş olur ve yükleme sırasında her eklem yapısı korunacaktır (Sharma ve Yadav, 2020).



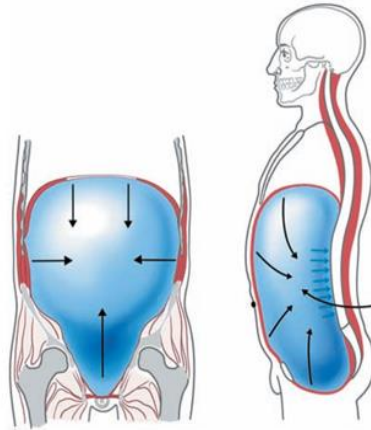
Şekil 2.7. Kinetik Zincirde Kas Aktivitesinin Yönü

(Kobesova vd., 2015)

2.3.1.2. Diyaframın Stabilize Edici İşlevi ve Bütünleşik Spinal Stabilizasyon Sistemi (BSSS)

Kolar tarafından tarif edilen bütünleşik spinal stabilizasyon sistemi (BSSS), servikal fleksörler ve ekstansörler, diyafram, transversus abdominis, multifidus ve pelvik tabanı içeren omurganın tüm intrinsik kaslarının, dengeli koaktivasyondan oluşur (Kobesova, Valouchova ve Kolar, 2015; Frank vd., 2013).

Bu derin spinal stabilize edici kaslar, “derin core” oluştururlar ve bilinçaltı düzeyde herhangi bir basit amaca yönelik hareketten önce otomatik olarak kasılarak hareket için sabit bir taban (punktum fixum) sağlar ve bilinçaltı düzeyinde “İleri beslemeli kontrol mekanizması” altında çalışırlar (Frank vd., 2013). Bu stabilizatör kaslar, omurganın dinamik stabilitesini sağlamaya hizmet eden intraabdominal basınç (İAB) ile koordineli olarak omurga stabilizasyonu sağlar (Frank vd., 2013; Akuthota, Ferreiro, Moore ve Fredericson, 2008). İAB'deki artış omurgayı stabilize etmektedir (Frank vd., 2013). Spinal stabilize edici kasların koaktivasyonu Şekil 2.8'de gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Bütünleşik Spinal Stabilizasyon Sistemi (BSSS)

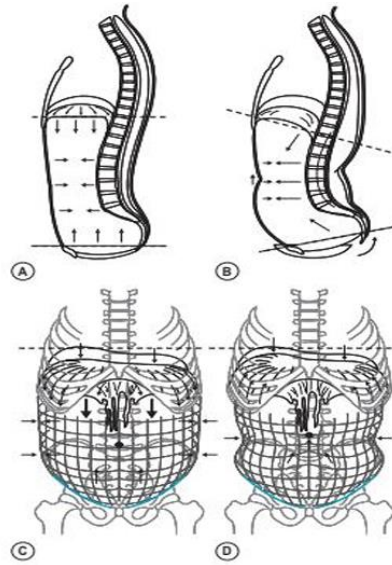
(Kobesova vd., 2015)

Gelişimin erken evresinde diyafram kası sadece solunum görevi görür (Frank vd., 2013). Diyaframın yerçekimine karşı postüral rolü, bebek yüzüstü pozisyonda başını kaldırmaya başladığında veya sırtüstü pozisyonda alt ekstremiteleri kaldırmaya başladığında yani karın solunumuyla göğüs solunumu koordine

edildiğinde gelişir ve böylece diyafram hem solunum görevini hem de postüral stabiliteyi sağlayarak ikili işlevini yerine getirmeye başlar (Sharma ve Yadav, 2020; Frank vd., 2013). Diyaframın ikili rolü, özellikle atletik performansı içeren karmaşık görevler için, omurga stabilitesi ve ortaya çıkan tüm hareketler için esastır (Frank vd., 2013).

Nefes alındığı sırada diyafram eksantrik kasılarak düzleşir ve diyaframın nefes alma ve postüral görev sırasındaki bu kaudal alçalması karın içi basıncı artırırken karın duvarının da eksantrik olarak genişlemesine neden olur daha sonra karın duvarının hacmini sürdürebilmek için bu eksantrik kasılmayı, yine karın duvarının izometrik kasılması takip eder (Sharma ve Yadav, 2020). İdeal koşullar altında, bu kas aktiviteleri, fiziksel iş seviyesi ve hareket gereksinimleri ile orantılı olarak gerçekleşir ve kasların bu koordineli kasılması ekstremitelerin hareketi için dengeleyici bir rol oynar (Sharma ve Yadav, 2020). Böylece, postüral fonksiyon diyafram tarafından desteklenmiş olur özetle, diyafram destekli solunum yoluyla İAB artırılır ve gövdeyi stabilize etmeye yardımcı olur (Kolar, 2014). İşlevsel faaliyetler veya beceri yürütme için iyi hareket modelleri sağlamak amacıyla tüm stabilizatörlerin orantılı olarak etkinleştirilmesi çok önemlidir. Eğer bir kinetik zincirdeki halka (kas veya kasın bir kısmı) yetersiz veya zayıfsa, stabilite veya hareket kaybını telafi etmek için kinetik zincirdeki başka bir kas(lar) kullanılabilir (Frank ve ark., 2013).

Kolar'a göre, İAB regülasyonu ve BSSS, diyaframın yetersiz postüral fonksiyonu nedeniyle bozulabilir, bu da genellikle yüzeysel spinal ekstansörlerin telafi edici aktivitesi nedeniyle omurgada artan kompresif kuvvetlere ve göğüs kafesinin anormal pozisyonuna bağlı olarak üst ve alt göğüs kasları arasındaki dengesizlikle birlikte anormal pozisyona neden olur (Frank vd., 2013). Şekil 2.9'da A ve C'de diyafram, karın kasları ve pelvik taban arasında dengeli koordinasyon varken B ve D'de uygunsuz koordinasyon gözükmemektedir (Sharma ve Yadav, 2020).



Şekil 2.9. Diyafram ve Pelvisin Hizalanması

(Sharma ve Yadav, 2020)

Özetle bozulmuş kas koordinasyonu, yumuşak doku ve eklem gelişimini daha sonra eklem pozisyonunu (yani eklem merkezlenmesini), kinematik zinciri ve nihayetinde tüm postürü değiştirir ve anatomik ve biyomekanik kusurlara neden olabilir (Frank ve diğerleri, 2013).

Bunun için hedef, stabilizatörlerin koaktivasyonu için gerekli olan ideal hareket kalıplarını yani egzersizleri tekrarlayarak günlük hareketlerin ve becerilerin bir parçası olacak şekilde otomatikleştirilmiş bir model oluşturmaktır (Frank vd., 2013; Kolar, 2014). Ve bu yolla nöromüsküler bozuklukların düzeltilmesi ile hareket düzeltme süreci başlamış olur (Mahdieh ve ark., 2020).

Dikkatli analiz ve rehabilitasyon yoluyla kas dengesizliği ele alınmazsa, bu, MSS’de kalıcı ve sabitlenmiş yetersiz motor programlara, kronik ağrıya veya düşük performansa yol açabilir (Davidek, Andel ve Kobesova, 2018). Bu nedenle, düzeltici stabilizasyon stratejileri her zaman herhangi bir eğitim programının temel ilkesi olmalıdır (Frank ve ark., 2013). Bu yüzden DNS, hem kas-iskelet sistemi aşırı kullanım yaralanmalarının iyileşmesi hem de yaralanmaların önlenmesi için spor rehabilitasyonu ve performans alanında hızla ilgi ve kabul görmektedir (Frank vd., 2013; Kolar, 2014).

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Araştırma grubunu sağ bacağı 20 genç futbolcu (yaş= 20.7 ± 1.68 yıl; kilo= 69 ± 7 kg; boy= 176.5 ± 6.7 cm; futbol deneyimi= 8.2 ± 2.7 yıl; vücut kütle indeksi= 22.1 ± 1.5 kg/m²) oluşturmaktadır. Bu oyuncular bölgesel amatör lig takımlarının üyeleri ve ayrıca ortalama haftada ≥ 4 antrenman birimi (~100 dakika) antrenman iş yüküne alışkindır. En az 5 yıldır antrenman yapmış ve futbol maçlarında yer almışlardır. Son 6 ay içinde yakın zamanda sakatlığı olan ve daha önce sakatlık sorunu olan, antrenmanlara aralıklı devam eden ve katılmaya istekli olmayan oyuncular çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmaya başlamadan önce katılımcılara çalışma ile ilgili potansiyel olarak ortaya çıkabilecek fayda ve riskler detaylı olarak anlatılmış olup bilgilendirilmiş onam formları imzalatılmıştır. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Etik Kurulu'ndan (Tarih: 08/12/2022 ve 237601 karar numarası ile) izin alınmıştır (EK-1) ve çalışma Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yürütülmüştür.

3.2. Verilerin Toplanması

Katılımcılar, testlerden önce 15 dakikalık serbest ısınmalarını gerçekleştirdiler. Daha sonra sırasıyla aktif hareket ayrımı proprioepsiyon testi, DNS'in intraabdominal basınç, diyafram ve kalça fleksiyon testleri, Y denge testi, tek bacak sıçrama testi, yan sıçrama testi ve çeviklik-T testi ile toplamda 8 testi sağ ve sol ayak için olmak üzere gerçekleştirdiler. Her test için 2'şer dakikalık dinlenme aralıkları verildi. Test ölçümleri günün aynı saatinde yapıldı ve sporculara testlerden en az 24 saat önce ağır egzersiz ve kafein tüketiminden kaçınmaları bilgisi verilmiştir.

3.2.1. Antropometrik Ölçüm

Çalışmaya gönüllü olarak katılan sporcuların testlerden önce tüm demografik ve antropometrik değerlendirmeleri yapılmıştır. Boy uzunluğu duvara monte edilmiş 1 milimetre hassasiyetinde olan boy skalasıyla ölçülmüştür. Katılımcılar boy ölçümleri sırasında dik pozisyonundadır. Ayakları çıplak ve topuk, sırt ve başın arka kısmı ölçüm skalasına bitişik olarak yapılmıştır. Katılımcıların vücut ağırlığı, baskül

kullanılarak çıplak ayakla ve sadece şort, tişört giyilmesine dikkat edilerek ölçülmüştür. Vücut kitle indeksi (BKİ) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır: $\text{Ağırlık (kg)} / \text{Boy(m)}^2$

3.2.2. Denge Testi

Y denge testine başlamadan önce, her oyuncunun her iki bacağının uzunluğu, sırtüstü yatar pozisyonda anterior superior iliak kenardan medial malleolün en distal kısmına kadar standart bir mezura ile ölçtü (Arslan vd., 2021; Plisky vd., 2009). Ölçümün standardizasyonu için Y denge testinin alt ekstremité versiyonu olan Y Denge Test Kiti (Perform Better, West Warwick, Rhode Island) kullanıldı. Şekil 3.1’deki test kiti, yarım santimetre artışlarla işaretlenmiş birbirine bağlı üç silindirik boru biçimli ahşap çubuktan ve her çubukta, sporcunun göstergeye ağırlık vermeden parmak uçlarıyla iterek hareket ettirdiği hareketli bir gösterge plakasından oluşmaktadır (Gonell vd., 2015).



Şekil 3.1. Y Denge Testi Kiti

Test çıplak ayakla gerçekleştirilmiştir ve ölçüm yönleri denge testinin alt ekstremité versiyonu protokolüne göre yani duruş ayağına göre adlandırılmıştır. (Gonell vd., 2015). Sporcuların asıl testten önce üç erişim yönünün her birinde her bacakta üç deneme yapmalarına izin verildi (6 deneme) (Clemente vd., 2022). Sporcuya, eller belde sabit olacak şekilde duruş ayağının en uzun parmağın en distal

ucu sabit bloğun ön kenarının hemen arkasında olacak şekilde platformun ortasında (değerlendirilmekte olan) bacak üzerinde durması talimatı verildi (Gribble vd., 2012). Sporcuya, tek bacak duruşunu korurken, serbest uzvuyla değerlendirilmekte olan yöne doğru plakayı mümkün olduğunca itmesi talimatı verildi. Sırasıyla anterior, posteromedial ve posterolateral yönde uzanması talimatı verildi her yön için üç tekrar yapıldı (Gonell, Romero ve Soler, 2015; Gribble vd., 2012; Plisky vd., 2009; Arslan vd., 2021). Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Y Denge Testi Değerlendirme

Sporcu, test sırasında araştırmacı tarafından izlendi ve göstergeyi tekmeleyerek veya itme yoluyla göstergeyi hızlandırarak hareket ettirmesine izin verilmedi. Maksimal uzanma mesafesi, göstergenin proksimal kenarında ayağın ulaştığı en uzak noktada kaydedildi. Sporcu egzersiz sırasında dengesini kaybettiğinde (ayağını yere koyduğunda) ya da platformdaki ayağının topuğunu kaldırdığında deneme iptal edildi ve tekrarlandı. Ayağın tüm yüzeyi, tüm hareket süresi boyunca platformla temas halinde kaldı.

Testteki genel performansın analizi için uzuv uzunluğuna normalize edilen bileşik bir erişim mesafesi, baskın/baskın olmayan taraflar için aşağıdaki formül (Gonell vd., 2015) kullanılarak hesaplandı ve kompozit skor / bileşik puan (CS) olarak santimetre (cm) cinsinden kaydedildi.

CS = [(maksimum anterior erişim mesafesi + maksimum posteromedial uzanma mesafesi + maksimum posterolateral uzanma mesafesi) / (bacak uzunluk $\times$ 3)] $\times$ 100

Daha sonra ortalama değer, standart sapma ve uzuv simetri indeksi (LSİ) (%), hesaplandı. Aşağıdaki formül kullanılarak baskın olmayan uzvun performansının baskın uzvun performansına bölünmesi ve sonucun 100 ile çarpılmasıyla hesaplandı (Bishop, Read, Chavda ve Turner, 2016; Lambert vd., 2020). (%100 başarı, baskın olmayan ve baskın uzuv arasındaki mükemmel performans simetrisini gösterir).

$$LSİ = [(baskın olmayan/baskın) * 100]$$

3.2.3. Tek Bacak Sıçrama Testi

Tek bacak sıçrama testi, kas kuvveti ve güç eksikliklerini değerlendirmek için geçerli ve güvenilir bir testtir (Dingenen vd., 2019). Öncelikle testin içeriği ve uygulanma yöntemi bireylere açıklandı. Katılımcılar, ayak parmakları zemine işaretlenmiş başlangıç çizgisinde tek bacak üzerinde ayakta durma pozisyonunda başladılar ve aynı bacak üzerine inecek şekilde mümkün olduğunca uzağa zıpladılar. Sporcuların ivme kazanmak için kollarını sallamalarına izin verildi (Lambert vd., 2020). İnişten sonra ayak konumun zeminde üç saniye boyunca sabit tutulması gerekiyordu (kronometre ile ölçüldü), aksi takdirde deneme geçersiz sayıldı (Munro ve Herrington, 2011). Atlama mesafesi daha sonra, zemin üzerinde işaretlenen başlangıç çizgisinden inişin gerçekleştiği noktadaki katılımcıların topuğuna kadar olan kısım bir mezura ile santimetre (cm) cinsinden ölçülmüştür (Munro ve Herrington, 2011). Daha sonra ortalama değer, standart sapma ve uzuv simetri indeksi LSİ (%) belirlenip analiz edildi.

3.2.4. Yan Sıçrama Testi

Yan sıçrama, kontrollü, hızlı ve tekrarlayan yanal sıçramalar yoluyla dayanıklılığı değerlendirmek için kullanılan geçerli ve güvenilir bir testtir (Markström, Schelin ve Häger, 2018; Caffrey vd., 2009). Sporcular, zemin üzerine çizilmiş 40 cm aralıklı iki paralel çizginin üzerinden yanlara atlayarak tek bacak üzerinde ayakta durma pozisyonunda başladılar. Katılımcılar, bir kronometre

kullanılarak kaydedilen, 30 saniye içinde mümkün olduğu kadar çok atlama yaptı. Son atlamayı takiben ayakları yere değdikten sonra son noktada üç saniye boyunca pozisyonunu korudular, aksi takdirde deneme geçersiz sayıldı (Markström, Schelin ve Häger, 2018). Geçersiz atlamalar için kullanılan kriterler; test edilen bacakla çizgiye basma, ekstra/çift sıçrama yapma ve kontra-lateral bacağı basma olarak kabul edildi (Markström, Schelin ve Häger, 2018). Başarılı atlamaların sayısı gözlemci tarafından anlık olarak sayıldı ve not edildi (Munro ve Herrington, 2011). Daha sonra ortalama değer, standart sapma ve uzuv simetri indeksi LSI (%) belirlenip analiz edildi.

SKOR = Toplam Atlamalar- Hatalı Atlamalar, olacak şekilde kaydedildi.

3.2.5. Çeviklik Testi

Çeviklik-T Testi maksimum hızla başlama ve devamında yan adımlar, geriye doğru koşma ile çeviklik ve yön değişiminin ölçümü için geçerli, güvenilir bir testtir (Raya vd., 2013). Düzen, başlangıç çizgisi ve 9,14 m uzağına yerleştirilen ikinci koni ve onun da her iki yanına 4,57 m arayla yerleştirilen T şeklinde 2 koni ile düzenlenmiştir (Pauole vd., 2000). Test, prosedürüne göre yapılmıştır (Munro ve Herrington, 2011; Raya vd., 2013). Eğer sporcu konilere dokunmadıysa, yan koşma hareketini bacaklarını çaprazlayarak yaptıysa veya sprint veya yan koşma sırasında öne bakmadıysa yani gövdesini bozduysa, denemeler geçersiz kabul edildi. Skor, sporcu başlangıç noktasını terk eder etmez ilk sprint anından testi tamamlayıp başlangıç noktasına tekrar döndüğünde çizgiyi geçer geçmez son sürat anına kadar bir kronometre ile ölçülüp saniye cinsinden hesaplandı (Munro ve Herrington, 2011).

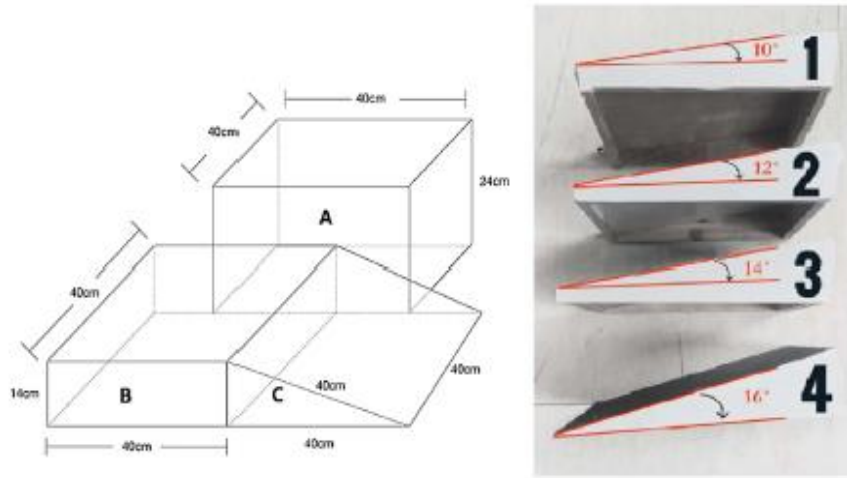
3.2.6. Aktif Hareket Ayrımı Değerlendirmesi

AMEDA'lar, normal ağırlık aktarma koşullarında test etmesi, test yönteminin insanın fonksiyonel performansı ile ilişkilendirilmesi, test edilmeyen uzuvlara fiziksel kısıtlamalar getirmemesi ve amaca yönelik olması sebebiyle tercih edilmektedir (Shao vd., 2023; Han, Waddington, Anson, Adams, 2015).

AMEDA'lar arasında AİDAL (Ayak Bileği İnversiyon Ayrım Aparatı) sporcularda daha ayırt edici bulunmuştur (Han vd., 2022) ve çalışmamızda

kullanılmıştır. AİDAL, genellikle ayak bileği yaralanmalarının meydana geldiği dinamik koşulları kopyalamak için yeni bir ayak bileği proprioseptif değerlendirme aracı olarak tasarlanmıştır bu nedenle, ayak bileği proprioepsiyon testinin ekolojik geçerliliğinin, spor ve günlük aktivitelerde karşılaşılan daha zorlu koşulları daha iyi yansıtabilmesi için daha fazla geliştirilmesi gerekebilir (Han vd., 2022)

Ayak Bileği İnversiyon Ayırt Etme Aparatı (AİDAL), zorlu olarak seçilmiş bir görevde, kısa bir düşüşten (10 cm), iniş sırasında bir kişinin farklı ayak bileği inversiyon açılarını ayırt etme yeteneğini değerlendirmek için kullanılır ve Şekil 3.3'te gösterilmiştir (Han vd., 2022). AİDAL'ın 3 parçası vardır: kalkış platformu (A), destek ayağı için yatay iniş platformu (B) ve test ayağı (C) için kamalı iniş platformu. A ve B arasındaki yükseklik farkı 10 cm'dir. Kamalı platform (C) için oluşturulabilecek 1,2,3 ve 4 nolu ayak bileği inversiyonu açıları sırasıyla 10°, 12°, 14° ve 16° dir (Han vd., 2021).



Şekil 3.3. Ayak Bileği İnversiyon Ayırt Etme Aparatı (AİDAL)

(Han vd., 2021)

Katılımcılar ayakkabısız test edildi ve iniş platformuyla ilgili görsel bilgilerin etkisini ortadan kaldırmak için test sırasında bakışlarını tek bir noktada tutmaları talimatı verildi ve test sırasında aparata doğru aşağı bakmalarına izin verilmedi. Her denemede, katılımcılardan kalkış platformundan test ayağı önde AİDAL'e inmeleri ve kalçaları ve dizleri doğal bükülü olarak her iki ayağı üzerinde aynı anda iniş yapmaları istendi (Han vd., 2021). Şekil 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. AIDAL ile Değerlendirme

Test prosedürü, sağ ve sol ayak için olmak üzere, sırayla dört ayak bileği iniş pozisyonunda asıl testten önce öğretmek için her eğitimde 3 tur olmak üzere ısınma olarak yapıldı (12 deneme). Asıl test, her bir ayak bileği inversiyon açısı için toplam 10 tekrarın bulunduğu rastgele sırayla sunulan 40 atlamadan oluşuyordu. Katılımcılardan alıştırmalar seansındaki dört farklı ayak bileği inversiyonunu hatırlamaları ve her test denemesinde ayak bileği inversiyonu miktarı hakkında kesin bir yargıya varmaları, yere iner inmez yanıt vermeleri istendi ayrıca test sonuna kadar yargılarının doğruluğuna dair hiçbir geri bildirim verilmedi (Han vd., 2021).

3.2.7. Dinamik Nöromusküler Stabilizasyon (DNS) Testleri

DNS'ye göre üç postüral test her katılımcıda aynı sırayla arka arkaya değerlendirdi. Her katılımcıya her bir testten önce tam olarak aynı talimatlar verildi. Değerlendirme için zaman sınırı yoktu. Test uygulayıcısı her katılımcıyı aktivasyonun miktarını ve asimetriyi değerlendirmek hem palpasyonla hem de görsel olarak değerlendirdi. DNS değerlendirmesi görsel-analog skala ile 0 (gerekli aktiviteyi gerçekleştirememeye yani mutlak yetersizliğini) – 100 (ideal aktivasyonu temsil eder) arasında puanlandı (Jacisko vd., 2021; Kolar, 2014). Şekil 3.5'te gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Puanlama İçin Görsel-Analog Skala

(Jacisko vd., 2021)

DNS testleri daha önce başka araştırma projelerinde güvenilir değerlendirme yöntemleri olarak rapor edilmiştir (Sembera vd., 2022; Jacisko vd., 2021; Novak vd., 2021b). Tüm DNS testleri, katılımcı ayaklarının yere temas etmediği yükseklikte bir yerde otururken elleri gövde yanında ya da dizlerinin üzerinde gevşek bir pozisyondayken değerlendirildi ve testler Kobesova ve diğerleri tarafından açıklanan ayrıntılı prosedürlere göre yapıldı (Kobesova vd., 2020).

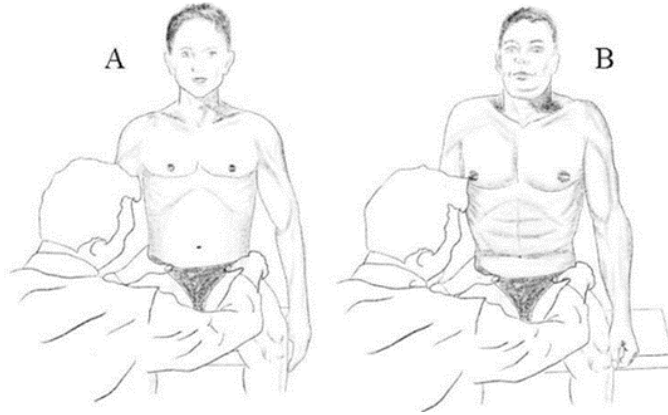
3.2.7.1. İntraabdominal (İAB) Basınç Testi

Katılımcının, inguinal ligamentinin üzerinden alt karın bölümleri Şekil 3.6'daki gibi bilateral olarak palpe edildi.



Şekil 3.6. İntraabdominal Basınç Testi Değerlendirme

Katılımcıya, kaslarını sakice değerlendiricinin parmaklarına doğru iterek İAB'yi etkinleştirmesi talimatı verildi. Aktivasyonun miktarı ve simetrisi palpasyonla değerlendirildi. Daha sonra kompensasyon olup olmadığını anlamak için karın, göbek ve omuz hareketi görsel olarak gözlemlendi, kompensasyon Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. İntraabdominal Basınç Testinde A. Optimal Model, B. Patolojik Stereotip

(Kobesova vd., 2020)

Kişide alt abdominal duvar aktivasyonu olması beklenir ve katılımcı değerlendiricinin parmaklarını İAB yoluyla itmeli. Umblikus nötr pozisyonda ve göğüs kaudal pozisyonda kalmalıdır. Bu pozisyonu bozarsa ve rektus abdominis aktivasyonu ile kompanse ederse test puanın düşeceği ve stabilizasyonun yeterli olmadığı kabul edilir.

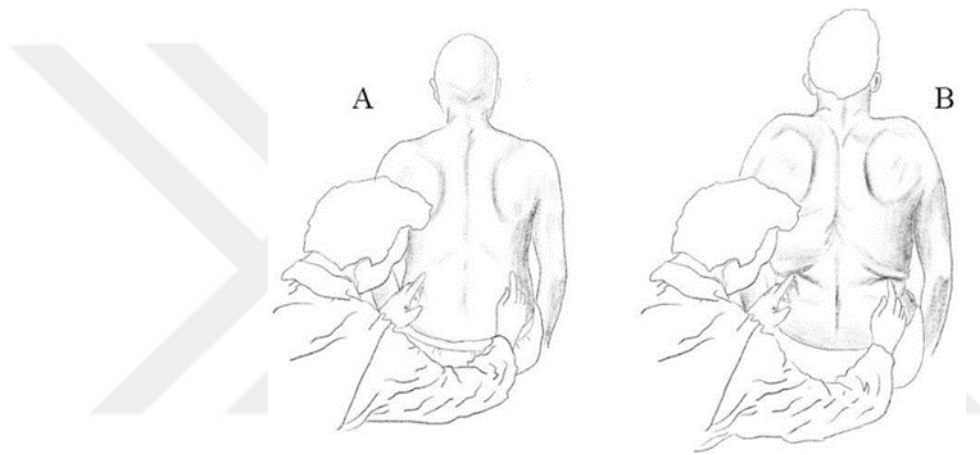
3.2.7.2. Diyafram Testi

Değerlendirici, katılımcının arkasına geçip, orta parmağını katılımcının superior lumbar triangle bölgesine ve başparmağını interkostal aralığa Şekil 3.8'deki gibi bilateral olarak yerleştirir.



Şekil 3.8. Diyafram Testi Değerlendirme

Katılımcıya derin bir nefes alması ve karın duvarını harekete geçirmek için değerlendiricinin parmaklarına doğru itmesi talimatı verildi. Bir önceki testten farklı olarak kaslarını iterek değil de ve solunumla fonksiyonuyla parmakları itmeye çalışmıştır. Karın duvarı aktivasyonunun miktarını ve simetrisini değerlendirildi. Ardından, değerlendirici, omurgayı (dik ve stabil) ve omuz hareketleri veya patolojik sinkinezi (istemsiz hareket) varlığını izlerken alt kaburgaların lateral hareketini görsel olarak gözlemledi. Yani bu değerlendirmede beklenen durum; alt yan duvar aktivasyonu, kaburgalar yana genişlemesidir. Şekil 3.9’da olması gereken optimal model ve patolojik stereotip gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Diyafram Testinde A. Optimal Model, B. Patolojik Stereotip.

(Kobesova vd., 2020)

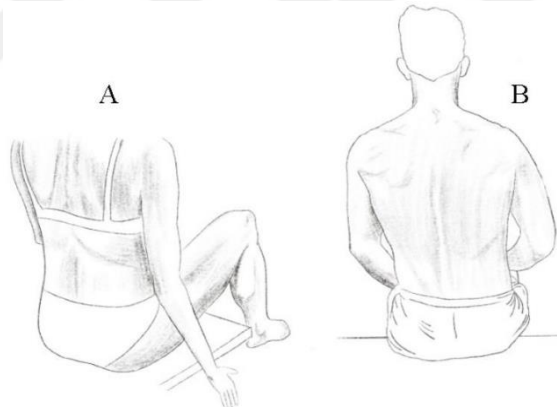
3.2.7.3. Kalça Fleksiyon Testi

Bu test prosedür olarak bir önceki teste benzemektedir. Katılımcıya, sağ bacağı (yaklaşık 10 ila 20 cm) yavaşça kaldırması söylendi. Katılımcı bu pozisyonu korurken derin nefes aldı ve karın duvarının latero-dorsal bölümlerinin aktivitesi, iki taraflı palpasyonla (diyafram testinde olduğu gibi) değerlendirildi. Şekil 3.10’da gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Kalça Fleksiyon Testi Değerlendirme

Ardından, herhangi bir spinal ve pelvik hareketle kompensasyon olup olmadığı Şekil 3.11’de gösterildiği gibi görsel inceleme ile değerlendirildi. Kişide omurganın dik pozisyonunu sürdürmesi ve pelvisin stabil kalması beklenir. Kifoza, lordoz ya da omurganın yana kayması kompensasyon kabul edilir.



Şekil 3.11. Kalça Fleksiyon Testinde A. Optimal Model, B. Patolojik Stereotip.

(Kobesova vd., 2020)

3.3. Verilerin Analizi

Araştırmanın analizinde, tanımlayıcı bilgiler için aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri kullanılmıştır. Proprioepsiyon testlerinin analizi bölümünde sporcuların faaliyet gösterdiği eğim dereceleri ve sağ-sol yön gruplarına göre doğru yanıt skorlarına yönelik istatistiksel analiz bulguları sunulmuştur. Verilerin normallik sonuçları çarpıklık basıklık $[-2,2]$ değerlerine ve QQ-grafiklerine

bakılarak değerlendirilmiştir. Faaliyet gösterilen eğim derecelerine ve yönlere göre anlamlı bir farklılığın olup olmadığı, gruplar bağımlı bir yapı sergilediği için çift yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Tekrarlı ölçümler ANOVA testi uygulanırken Mauchly küresellik testi sonucuna bakılmış ve testin sonucuna göre uygun istatistikler seçilmiştir. Uygulanan testler sonucunda derece ve yön grupları arasındaki doğru yanıt ortalamalarının anlamlı ölçüde farklılaşıp farklılaşmadığı değerlendirilmiştir. Derece grupları arasındaki çoklu karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmeli eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmıştır. Sporcuların faaliyet gösterdiği derece ve yön grupları için doğru yanıt verilerine dönük tanımlayıcı istatistikler de test bulgularına ek olarak araştırma sonuçlarında verilmiştir.

Son olarak testlerin birbirleri arasındaki ilişkisini anlamak için Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. İstatistiksel hesaplamalarda ve yorumlamalarda istatistik anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak seçilmiştir. Verilerin istatistiksel analizleri IBM SPSS 28 istatistik paket programında yapılmıştır (IBM Corp, 2021).

4. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde genç erkek futbolcuların performans testleri, propriosepsiyon ve DNS değerlendirme testlerine ait istatistiksel analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.1. DNS Testleri, Denge, Tek Bacak Sıçrama, Yan Sıçrama ve Çeviklik Testleri Arasındaki Ortalama ve Standart Sapma Sonucu

	Ortalama	Standart Sapma
YDT Sağ Kompozit Skor (cm)	98.3	6.5
YDT Sol Kompozit Skor (cm)	97.3	7.9
Y Denge LSİ (cm)	95.4	6.5
Tek Bacak Sıçrama LSİ (cm)	99.8	9.7
Yan Sıçrama LSİ (cm)	99.2	13.5
Çeviklik (s)	10.3	1.0
DNS -İAB	80	13.6
DNS-Diyafram	74.9	10.9
DNS-Kalça Fleksiyon	75.7	9.1

Tablo 4.1 incelendiğinde DNS İntraabdominal basınç (İAB), DNS diyafram testi, DNS kalça fleksiyon testi ve performans testlerine ait Y denge testi (YDT) ve tek bacak sıçrama, yan sıçrama ve çeviklik testlerinin ortalama ve standart sapma analizi sonuçları verilmektedir.

Tablo 4.2. Denge, Tek Bacak Sıçrama, Yan Sıçrama ve Çeviklik Testleri İlişkisinin Sonuçları

Değişkenler (n = 20)	1	2	3	4	5	6
1 YDT Sağ Kompozit Skor (cm)	1	.615**	-.282	-.051	-.093	.021
2 YDT Sol Kompozit Skor (cm)		1	.606**	.238	-.111	.044
3 Y Denge LSİ (cm)			1	.328	-.018	.028
4 Tek Bacak Sıçrama LSİ (cm)				1	-.074	.393
5 Yan Sıçrama LSİ (cm)					1	-.233
6 Çeviklik (s)						1

*p<0.05; **p>0.01

Tablo 4.2 incelendiğinde Y denge testi (YDT) ve tek bacak sıçrama, yan sıçrama ve çeviklik testlerine ait ilişki analizi sonuçları verilmektedir. Analiz sonuçları incelendiğinde Y denge, tek bacak sıçrama, yan sıçrama ve çeviklik testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür (p>0.05). YDT kompozit skor sağ ve YDT kompozit skor sol aralarında anlamlı çıkmıştır (p>0.01). Ayrıca

YDT kompozit skor sol ve Y denge testi LSI (uzuv simetri indeksi) de aralarında pozitif anlamlı çıkmıştır ($p>0.01$).

Tablo 4.3. DNS Testleri ile Performans Testleri Arasındaki İlişki Sonuçları

Değişkenler (n = 20)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 DNS-İAB	1	,263	,005	-,107	-,006	,121	-,238	,265	1
2 DNS-Diyafram		1	,490*	,022	,250	,274	,279	,255	,263
3 DNS-Kalça Fleksiyon			1	-,108	,119	,230	,025	-,070	,005
4 YDT Sağ Kompozit Skor (cm)				1	,615**	-,253	-,051	-,106	-,107
5 YDT Sol Kompozit Skor(cm)					1	,606**	,238	-,118	-,006
6 Y Denge LSI (cm)						1	,328	-,014	,121
7 Tek Bacak Sıçrama LSI (cm)							1	-,068	-,238
8 Yan Sıçrama LSI (cm)								1	,265
9 Çeviklik (s)									1

* $p<0.05$; ** $p>0.01$

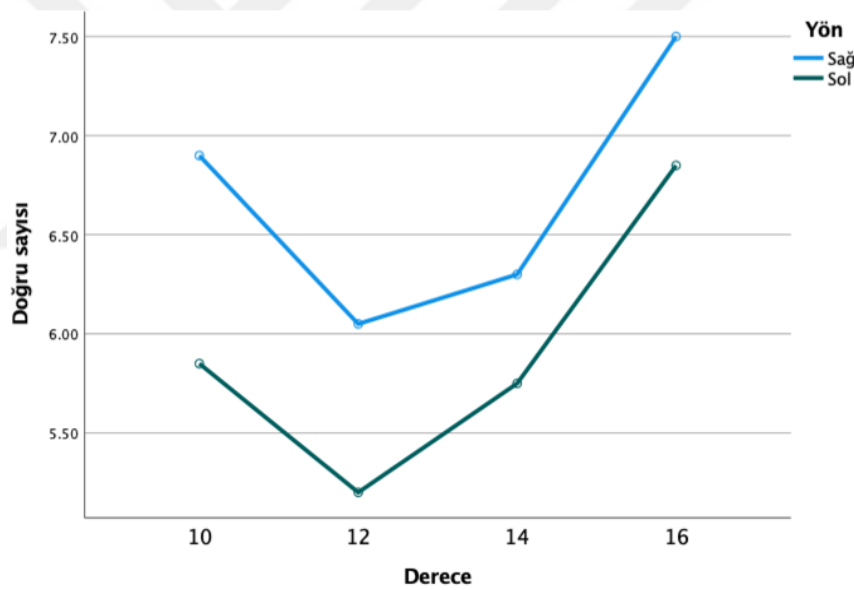
Tablo 4.3 incelendiğinde DNS İntraabdominal basınç (İAB), DNS diyafram testi, DNS kalça fleksiyon testi ve performans testlerine ait ilişki analizi sonuçları verilmektedir. Analiz sonuçları incelendiğinde DNS diyafram testi ve DNS kalça fleksiyon testi aralarında pozitif anlamlı çıkarken ($p<0.05$), DNS'in intraabdominal basınç, diyafram testi, kalça fleksiyon testleri ile Y denge, tek bacak sıçrama, yan sıçrama ve çeviklik testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür ($p>0.05$).

Tablo 4.4. Propriosepsiyon Testinde Derece ve Yönler Göre Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Derece	Sağ				Sol				Toplam			
	Ort	SS	Min	Maks	Ort	SS	Min	Maks	Ort	SS	Min	Maks
10	6.900	2.827	1	10	5.850	2.739	2	10	6.375	2.798	1	10
12	6.050	1.791	3	10	5.200	2.802	0	10	5.625	2.361	0	10
14	6.300	2.342	2	10	5.750	2.573	2	10	6.025	2.444	2	10
16	7.500	2.685	2	10	6.850	3.249	0	10	7.175	2.960	0	10

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum

Tablo 4.4'te sporcuların faaliyet gösterdiği farklı eğim derecelerine ve sağ-sol yönlerine göre doğru bilme sayılarına yönelik tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. Ortalamalara bakıldığında sporcuların en yüksek doğru yanıt düzeyi sağ ve sol bölüm için 16 derecede gözlenmektedir. En düşük doğru yanıt düzeyi ise sağ ve sol bölüm için 12 derecede yer almaktadır. Benzer şekilde sporcuların genelinde de en yüksek doğru yanıt düzeyi 16 derecede gözlenirken; en düşük doğru yanıt düzeyi 12 derecede gözlenmektedir. Genel ortalamaya bakıldığında, sağ tarafın toplam propriosepsiyonu ($6,6 \pm 1,8$), sol tarafın toplam propriosepsiyonu ($5,9 \pm 2,4$) ve propriosepsiyonun toplam skoru ($6,3 \pm 2,0$) yani sporcuların doğru yanıt düzeyi 10 üzerinden 6,3'tür ve bu değer, sporcuların yaklaşık %63 düzeyinde doğru yanıt verdiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4.1. Derecelere ve Sağ-Sol Yönler GÖRE Doğru Yanıt Sayılarının Grafiği

Şekil 4.1'de sporcuların faaliyet gösterdiği derece ve yön gruplarına ait doğru yanıt ortalamalarının grafiksel gösterimi sunulmuştur. Ancak derece ve yön grupları arası sonuçlarda ortalama farklılıkların bulunmasına karşın, anlamlılık testi bulgularına göre kesin yorumlar yapılacaktır.

Tablo 4.5. Mauchly Küresellik Testi Sonuçları

Faktör	Mauchly-W	Ki-kare istatistiği	sd	p
Derece	0.877	4.821	5	0.438

sd: Serbestlik derecesi

Tablo 4.5'te tekrarlı ölçüm ANOVA testine ait Mauchly küresellik testi bulguları verilmiştir. Küresellik testinin anlamlılık değerine göre, analizde küresellik varsayımı sağlanmıştır ($p>0.05$). Bu durumda tekrarlı ölçüm ANOVA testi uygulanırken herhangi bir düzeltme işlemi yapılmadan analiz sonuçları değerlendirilecektir.

Tablo 4.6. Derece Gruplarına Göre Tekrarlı Ölçümler ANOVA Sonucu

Kaynak	KT	sd	KO	F	p
Derece	52.100	3	17.367	5.516	0.001

KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması, sd: Serbestlik derecesi

Tablo 4.6'de derece grupları arasında doğru yanıt ortalamaları açısından anlamlı bir farklılığın olup olmadığını gösteren tekrarlı ölçümler ANOVA sonucu yer almaktadır. Analiz sonucunda dört farklı derece grubundan en az ikisi arasında, doğru yanıt ortalamalarına göre istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Derece grupları arasındaki farklılıkların kaynağını bulmak için çoklu karşılaştırma testi uygulanacaktır.

Tablo 4.7. Sağ-Sol Yön Gruplarına Göre Tekrarlı Ölçümler ANOVA Sonucu

Kaynak	KT	sd	KO	F	p
Yön	6.006	1	6.006	1.280	0.265

KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması, sd: Serbestlik derecesi

Tablo 4.7'de sağ-sol yön grupları arasında doğru yanıt ortalamalarına göre anlamlı bir farklılığın olup olmadığını gösteren tekrarlı ölçümler ANOVA sonucu verilmiştir. Analiz sonucunda sağ-sol yön grupları arasında, doğru yanıt ortalamalarına göre istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0.05$).

Tablo 4.8. Derece Grupları Arasında Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Derece-1	Derece-2	Ortalama fark	p
10	12	0.750	0.443
	14	0.350	1
	16	-0.800	0.260
12	10	-0.750	0.443
	14	-0.400	1
	16	-1.550	0.007*
14	10	-0.350	1
	12	0.400	1
	16	-1.150*	0.021*
16	10	0.800	0.260
	12	1.550	0.007*
	14	1.150	0.021*

Tablo 4.8’de derece grupları arasında doğru yanıt ortalamaları için elde edilen çoklu karşılaştırma testi bulguları verilmiştir. Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, sporcularda 10 derecede ile 12, 14 ve 16 derece eğimler arasında doğru yanıt ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0.05$). Benzer şekilde sporcularda 12 derecede ile 14 derece eğim grupları arasında, doğru yanıt ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Anlamlılık değerlerine bakıldığında 16 derecede faaliyet gösteren sporcuların doğru yanıt ortalamaları, 12 ve 14 derecede faaliyet gösteren sporculara kıyasla anlamlı ölçüde daha yüksektir ($p<0.05$).

Tablo 4.9. DNS Testleri ve Proprioepsiyonun Toplam Skor İlişkisinin Sonuçları

Değişkenler (n = 20)	1	2	3	4	5	6
1 Proprioepsiyon Sağ Toplam	1	,811**	,939**	,281	,013	,045
2 Proprioepsiyon Sol Toplam		1	,963**	,115	-,037	,128
3 Proprioepsiyon Toplam Skor			1	,197	-,016	,096
4 DNS-İAB				1	,246	,005
5 DNS-Diyafram					1	,450*
6 DNS-Kalça Fleksiyon						1

* $p<0.05$; ** $p>0.01$

Tablo 4.9 incelendiğinde DNS’in İntraabdominal basınç, diyafram ve kalça fleksiyon testleriyle, proprioepsiyon testinin 4 derecenin toplam sağ ve sol ayak değerleri ve hepsinin toplam proprioepsiyon skoru ilişki analizi sonuçları verilmektedir. Analiz sonuçları incelendiğinde DNS testleriyle, sağ ve sol ayak için proprioepsiyonun ve

toplam propriosepsiyonun arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Ancak propriosepsiyon toplam skor, sağ ve sol toplam skorlar kendi aralarında pozitif anlamlıdır ($p<0.05$).

Tablo 4.10. DNS Testleri ve Propriosepsiyon 10-12-14-16 Derece İçin İlişki Sonuçları

Değişkenler (n = 20)	R10	R12	R14	R16	L10	L12	L14	L16
DNS-İAB	,300	,287	,098	,197	,059	,169	,076	,087
DNS-Diyafram	,095	,096	-,055	-,084	-,061	,310	-,252	-,116
DNS-Kalça Fleksiyon	,023	,125	-,077	,087	,200	,139	,034	,065

* $p<0.05$; ** $p>0.01$ **

Tablo 4.10 incelendiğinde DNS'in intraabdominal basınç, diyafram ve kalça fleksiyon testleriyle AİDAL propriosepsiyon testinin sağ ayak (R) ve sol ayak (L) 10,12,14 ve 16 dereceye ait ilişki analizi sonuçları verilmektedir. Analiz sonuçları incelendiğinde DNS testleriyle, sağ ve sol ayak için propriosepsiyonun 4 farklı derecede ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür ($p>0.05$).

Tablo 4.11. Performans Testleri ve Propriosepsiyonun Toplam Skor İlişkisinin Sonuçları

Değişkenler (n = 20)	Propriosepsiyon Toplam Sağ	Propriosepsiyon Toplam Sol	Propriosepsiyon Toplam Skor
YDT Sağ Kompozit Skor (cm)	-,067	-,048	-,059
YDT Sol Kompozit Skor (cm)	,032	,094	,070
Y Denge LSİ (cm)	,112	,164	,148
Tek Bacak Sıçrama LSİ (cm)	-,179	-,155	-,174
Yan Sıçrama LSİ (cm)	,059	,069	,068
Çeviklik (s)	,086	-,203	-,080

* $p<0.05$; ** $p>0.01$ **

Tablo 4.11 incelendiğinde Y denge ve tek bacak sıçrama, yan sıçrama ve çeviklik testleriyle propriosepsiyon testinin 4 derecenin toplam sağ ve sol ayak değerleri ve hepsinin toplam propriosepsiyon skoru için ilişki analizi sonuçları verilmektedir. Analiz sonuçları incelendiğinde Y denge ve tek bacak sıçrama, yan sıçrama ve çeviklik testleriyle, sağ ve sol ayak için propriosepsiyonun ve toplam

proprioepsiyonun arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür ($p>0.05$).

Tablo 4.12. Performans Testleri ve Proprioepsiyon 10-12-14-16 Derece İçin İlişki Sonuçları

Değişkenler (n =20)	R10	R12	R14	R16	L10	L12	L14	L16
YDT Sağ Kompozit Skor (cm)	,060	-,093	-,115	-,089	,039	-,114	-,076	-,017
YDT Sol Kompozit Skor (cm)	,298	-,181	-,282	,144	,084	,023	,053	,145
Y Denge LSİ (cm)	,312	-,133	-,228	,273	,064	,137	,146	,201
Tek Bacak Sıçrama LSİ (cm)	-,265	-,070	-,103	-,088	-,200	-,047	-,242	-,060
Yan Sıçrama LSİ (cm)	,233	,114	-,105	-,063	-,001	,062	,056	,107
Çeviklik (s)	-,183	-,137	,038	,137	-,095	-,094	,164	,105

* $p<0.05$; ** $p>0.01$ **

Tablo 4.12 incelendiğinde Y denge ve tek bacak sıçrama, yan sıçrama ve çeviklik testleriyle proprioepsiyon testinin sağ ayak (R) ve sol ayak (L) 10,12,14 ve 16 dereceye ait ilişki analizi sonuçları verilmektedir. Analiz sonuçları incelendiğinde Y denge ve tek bacak sıçrama, yan sıçrama ve çeviklik testleriyle, sağ ve sol ayak için proprioepsiyonun 4 farklı derecede ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür ($p>0.05$).

5. TARTIŞMA

Alt ekstremitte yaralanması oldukça yaygındır ve ortaya çıkması, atletik popülasyonlarda gelecekteki yaralanma riskini artırır (Cooke vd., 2020). Spor profesyonelleri arasında, hem yaralanma riskini en aza indirebilecek eğitim programlarına hem de aktiviteye güvenli dönüşün yeterli bir göstergesini belirlemeye yönelik önemli bir ilgi vardır. Birçok yöntem hem spor yaralanmaları önleme programları hem de yaralanma sonrası rehabilitasyon sürecinde kullanılmıştır. Bu çalışmada genç futbolcularda DNS testleri, ayak bileği eklem proprioseptif keskinliği ve alt ekstremitte fonksiyonel performans testleri arasındaki ilişki ve FPT yoluyla aktiviteye, spora, oyuna ve rekabete dönüş açısından testlerin bir etkisi olup olmadığı incelenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen tüm bulgular ve değerler literatürde bulunan benzer çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmıştır.

5.1. Proprioepsiyon Bulgularıyla Performans Testleri Sonuçlarının Tartışılması

Ayak bileği aktif hareket ayrımı proprioepsiyonun; yaralanma riski belirleme, yaralanma sonrası rehabilitasyon sürecinde ve spora dönüşün belirlenmesinde kullanıldığı çeşitli çalışmalar (Kang vd., 2022; Yu vd., 2022; Shao vd., 2022; Liu vd., 2023; Steinberg vd., 2019; Han, Waddington, Anson, Adams, 2015; Han vd., 2022; Witchalls vd., 2013; Stokes, Witchalls, Waddington, Adams, 2020) bulunmaktadır.

Bu çalışmada sağ ve sol ayak bileğinin 10-12-14-16 derece inversiyonu için aktif hareket ayrımı proprioseptif keskinliğinden elde edilen verilerle, yaralanmadan sonra sporcunun spora tam dönüş seviyesini belirlemek için sırayla kullanılan performans testleri cevapları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Bu sonuçlara göre sağ ve sol ayak için inversiyon derinliğinin 10-12-14-16 derece olduğu proprioepsiyon verileri incelendiğinde, ayırt etme başarısı olarak tanımlayabileceğimiz en yüksek doğru yanıt düzeyi 16 derecede gözlenirken; en düşük doğru yanıt düzeyi 12 derecede gözlenmektedir. Bu sonuçlar sporcuların genelinde sağ ve sol taraf için de geçerlidir. Genel ortalamaya bakıldığında,

sporcuların doğru yanıt düzeyi 10 üzerinden 6,3'tür ve bu değer, sporcuların yaklaşık %63 düzeyinde doğru yanıt verdiğini ortaya koymaktadır. Literatürdeki çalışmalar bizim çalışmamızdan farklı olarak en az iki farklı örneklem grubunu kıyaslasa da tartışma kısmına eklenmiştir. Han ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada beş farklı spor branşından (aerobik jimnastik, yüzme, spor dansı, badminton ve futbol) toplamda 100 elit sporcu, ayak bileği, diz, omurga, omuz ve parmak eklemlerindeki proprioseptif keskinlik açısından değerlendirilmiştir, sadece futbol branşı için bakacak olursak beş vücut bölgesiyle beraber AUC proprioseptif keskinlik puanı 0,674'tü (Han vd., 2015b). Aynı şekilde sağlıklı bireylerde vücudun dört bölgesinde sağ ve sol tarafları arasındaki proprioseptif asimetrisinin araştırıldığı bir çalışmada da dört farklı bölgenin AUC ölçüm sonuçları incelenmiş ve ayak bileği sağ taraf ortalama hareket ayırt etme puanı 0,693 bulunmuştur (Han, Anson, Waddington, Adams, 2013).

İnversiyon derinliğini yani eğim derecelerini kendi arasında karşılaştırıldığımızda 10 derece ile 12, 14 ve 16 derece eğimler arasında ve 12 derece ile 14 derece eğim grupları arasında, doğru yanıt ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık yoktur. Ancak anlamlılık değerlerine bakıldığında sporcuların 16 derecedeki doğru yanıt ortalamaları yani proprioseptif keskinlikleri, 12 ve 14 dereceye göre anlamlı ölçüde daha yüksektir ($p<0.05$). Literatürü incelediğimizde bunu şu şekilde açıklayabiliriz; test başlatılıp sporcular zemine atladığında eşit şekilde yere inmelerini talep etmemize rağmen yatay platformda sabit ayaklarında daha fazla ağırlık olması nedeniyle katılımcılar iki ayak arasında dengeli bir ağırlık dağılımı sağlayamayabilir (Kang vd., 2022), dolayısıyla test ayağı üzerindeki yükü azaltmış olabilir yani zemin dikleştikçe ağırlık aktarımını değiştirip en dik eğim açısında eğimi daha iyi ayırt etmiş olabilirler. Ayrıca benzer çalışmalarda da her bir eğimin ayırt ediciliğini ölçmek için tekrar sayısının fazla olması bireylerin aynı ayak bileği proprioepsiyon görevi için farklı “örtük öğrenme” stratejileri geliştirdiklerini düşündürmüştür (Witchalls ve ark., 2014; Han vd., 2015a; Kang vd., 2022; Yu vd., 2022).

Ayrıca 12 derecede en düşük doğru yanıt düzeyi çıkmıştır üstelik bu durum sağ ve sol taraf için de geçerlidir. Ayak bileği, yerle teması sırasında şok emilimi ve

yükleme oranını belli bir dereceye kadar süspanse edebilmektedir (Morrison ve Kaminski, 2007; Tateuchi, Wada, Ichihashi, 2011). Bu açısal fark süspansiyon yeteneğinden kaynaklanmış olabilir. Waddington ve Adams'ın araştırmasına göre, inversiyon belirsizliğinde $0,04^{\circ}$ 'lik bir artış bile ayak bileği üzerine iniş sırasında yaralanma olasılığını %1,2'den %1,22'ye çıkarma potansiyeline sahiptir (Waddington ve Adams, 1999). Sakatlanmadaki bu %0,02'lik artış düşük gibi görünse de spor aktivitelerinde inişlerin çok olması nedeniyle yaralanma oluşumunda önemli bir etken olabilir ve bu nedenle, propriosepsiyon farkının ayak bileği stabilitesi üzerinde önemli etkileri vardır (Kang vd.,2022).

İnversiyon derinliğinin etkisinin yanı sıra, bir başka gözlem de sağ ayağın, dört inversiyon derinliğinde de sol ayaktan önemli ölçüde daha iyi hareket-ayrıt etme skorlarına sahip olmasıydı. Katılımcıların tamamı sağ ayak baskındı ve sağ ayak skorlarının yüksek çıkması beklenebilecek bir sonuç gibi gözüküyordu. Ancak bir yaralanma riski tarama testinde, çim hokeyi oyuncularının sağ ve sol AMEDA değerleri yaralanma verileriyle ile anlamlı düzeyde ilişkiliydi ancak asimetrisinin katkısının değerlendirilmesinde (sağ-sol), iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. (Stokes vd.,2020). Dahası sağ tarafı baskın sağlıklı bireylerde, sağ ve sol tarafları arasındaki proprioseptif asimetrisinin vücudun geneli için mi yoksa bölgeye özgü mü olduğunu belirlemek için yapılan bir çalışmada; ayak bileği, diz, omuz ve parmak olmak üzere dört farklı bölgenin sağ ve sol ölçüm sonuçları incelenmiştir. Bu bölgelerdeki hareket ayırt etme skorları üzerine gerçekleştirilen testlerin hepsinde, tercih edilmeyen/sol tarafın, tercih edilen/sağ taraftan tutarlı olarak daha iyi performans gösterdiği bulundu (Han, Anson, Waddington, Adams, 2013). Benzer sonuçlar da uzaysal bilgiyi ve konum duygusunu işlemenin sağ serebral hemisfer ağırlıklı bir işlev olduğu ve uzamsal gereksinimleri olan görevlerin yerine getirilmesinde sağ hemisfer tarafından kontrol edilen uzvun üstünlüğü yani sol tarafın avantajı olduğunu söyler (Symes, Waddington, Adams, 2010; Goble, Brown 2009). Çalışma sonuçlarımız, muhtemelen sağ-sol baskınlık durumunun ana odak noktası olmaması ve uzuv tercihinin derecesinin kontrol edilmemesi nedeniyle bu şekilde çıkmış olabilir.

Çalışmamızdaki performans testleri sonuçlarına tek tek bakacak olursak proprioseptif keskinlik verileriyle Y-denge testi skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür. Literatürde aktif hareket ayırımı propriosepsiyon değerlendirmesi ve fonksiyonel Y denge testinin kullanıldığı çalışmalar incelenmiştir. Kronik ayak bileği instabilitesi olan (CAI) olan ve olmayan bireylerde Ayak Bileği İnversiyonu Ayrım Aparatı-Yürüme (AIDAW) aparatıyla proprioseptif ayırım puanları ve fonksiyonel Y denge puanlarıyla anlamlı düzeyde pozitif ilişki gösterdiği bulunmuştur (Shao vd., 2023). Profesyonel olmayan plaj ve salon voleybol oyuncularını arasında propriosepsiyon, fonksiyonel kapasite, zıplama ve çeviklik testlerinin karşılaştırıldığı çalışmada, plaj voleybolcuları testlerde sürekli olarak daha iyi performans göstermelerine rağmen, sadece propriosepsiyon ve Y-denge testinin ön erişiminde (sağ ve sol bacaklar) anlamlı bir fark vardı (Glossop-von Hirschfeld, 2021). Bir yaralanma riski tarama testinde ise, çim hokeyi oyuncularının sağ, sol AMEDA değerleri ve sağ Y Denge testi değerleri tarama öncesi yaralanma verileriyle anlamlı düzeyde ilişkiliydi (Stokes vd.,2020). Ancak CAI olan ve olmayan askerlerde koşu, kuvvet antrenmanı, parkur gibi özel bir eğitim programının 1. ve 14. haftalardaki AMEDA, Y denge, koşu ve çekiklik değerleri kıyaslanmıştır (Witchalls vd., 2021). Sonuç olarak CAI'li grup stabil ayak bileğine sahip olanlara göre Y denge daha düşük seviyede performans sergilemiş ancak AMEDA'da daha iyi performans elde etmiştir. Burada daha yüksek proprioseptif keskinliğin yaralanma rehabilitasyonu yoluyla mı elde edildiği ya da kişilerin performansı sürdürmek için diğer eksiklikleri telafi edip etmedikleri bilinmemektedir (Witchalls vd., 2021). Aynı şekilde askere alınmadan önce yapılan başka bir tarama testinde Y denge ve AMEDA sonuçları bir önceki çalışmanın aksine pozitif ilişkili bulunmuştur (Steinberg vd.,2023). Başka bir çalışmada, CAI'li bireylerde ayak egzersizleriyle birlikte transkraniyal doğru akım uyarımının, aktif hareket ayırımı propriosepsiyonu ve dinamik Y denge testi üzerindeki etkisinin incelendiği çift kör, randomize kontrollü çalışmada aynı bizim çalışmamızdaki gibi proprioseptif keskinlik ve dinamik denge doğrudan ilişkili çıkmamıştır (Ma vd., 2020). YDT spor yaralanmasından sonra aktiviteye dönüş karar vermede de kullanılan önemli bir testtir ve sporcularda proprioseptif keskinlikle değerlendirilerek spor başarısına katkıları için daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

Performans testleri sonuçlarından hem yan sıçrama testi hem de tek bacak sıçrama testi ile proprioseptif keskinlik skor sonuçlarımız istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Bunun nedenini daha doğru belirlemek için literatürde konu ile ilgili diğer çalışma sonuçlarının incelenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Ancak literatürde çok az çalışma mevcuttur. O yüzden bu testlerin farklı sonuç ölçütleri olarak kullanıldığı çalışmalar da incelenmiştir böylece sonuçların dolaylı ilişkisine bakılmıştır.

Örneğin, bir askeri üniversiteye alım öncesinde spor yaralanma taramasının yapıldığı bir çalışmada askerler ligament laksitesi olan ve olmayan diye iki gruba ayrılmıştır. Klinik değerlendirme olarak AMEDA, ön çekmece testi, eklem hareket açıklığı testleri yapılırken; performans testleri olarak tek bacak sıçrama testi, altıgen atlama testiyle atla ve tut testi yapılmıştır (Witchalls vd., 2013). Tek bacak sıçrama testi ve proprioepsiyon testleri bağ yaralanması olanlarda daha kötü çıkmıştır (Witchalls vd., 2013). Başka bir çalışmada ayakkabı tabanlığının sporcularda ayak bileği hareketi ayrımı ve nispeten yeni olan maksimal genişlik sıçrama testi üzerine etkisi incelenmiş, geçmişte lateral ayak bileği yaralanma öyküsü olan katılımcıların daha fazla mesafe atladığı ancak AMEDA puanlarının etkilenmediği görülmüştür (Wollin, 2007). Aynı şekilde CAI tedavisinde kullanılan tüm vücut titreşimi ve denge eğitiminin, beyin plastisitesi ve duyu motor eksiklikler üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada sonuç ölçütleri olarak; güç, denge, proprioepsiyon, fonksiyonel performans (yan sıçrama test) kullanılmış, kortikomotor değişiklikleri değerlendirmek için transkraniyal manyetik stimülasyon ve fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopik kullanılmıştır. Test gruplarında denge, güç, proprioepsiyon pozitif yönde ilişkili bulunmuşken, fonksiyonel performans bu sonuca ulaşamamıştır (Tan vd., 2023). Literatür ve bulduğumuz sonuçlar, sıçrama testleri ve aktif hareket ayrımı proprioseptif keskinliği arasında bir ilişki göstermemektedir.

Başka bir bakış açısından incelediğimizde, proprioseptif testleri motor kontrol veya somatosensasyon sonuçlarına göre kategorize etmeyi amaçlayan bir derlemede, bu kriterlere dayanarak sekiz ana proprioseptif test grubu dahil edilmiştir ve proprioseptif değerlendirme olarak sıçrama testleri kullanılmıştır (Bertrand-Charette, Dambreville, Bouyer, Roy, 2020). Sıçrama testlerin öncelikle katılımcının

motor kontrol kapasitesi hakkında fikir vermesine rağmen propriosepsiyonun değerlendirildiği göz önüne alındığında dikkat edilmesi gereken şey testleri doğru kategori (motor kontrol ve somatosensasyon) altında yeniden gruplandırmak olacaktır (Bertrand-Charette vd., 2020). Bu durumu göz ardı etmek sonuçların yorumlanmasını etkileyecektir.

Son olarak propriosepsiyon ve çeviklik testlerine ait sonuçlarımız incelendiğinde aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür. Bu durumla ilgili literatürde benzer çalışmalar incelenmiştir. Örneğin genç futbolcularda ayak bileği proprioseptif keskinliği, denge ve çevikliğin incelendiği çalışmada bizim çalışmamızla da benzer şekilde propriosepsiyon ile çeviklik arasındaki ilişki anlamlı değildi (Türker, Erdoğanoglu, 2022). Yine profesyonel olmayan plaj ve salon voleybol oyuncularında propriosepsiyon, fonksiyonel alt ekstremiteler kapasitesi, dikey sıçrama, üç adım sıçrama ve çevikliğin (T testi) karşılaştırıldığı çalışmada, propriosepsiyonun plaj voleybolcularında daha iyi olduğu görülürken; propriosepsiyon, sıçrama, sıçrama ve çeviklik sonuçları arasında anlamlı bir ilişki olmadığını görüldü (Glossop-von Hirschfeld, 2021). Ancak bir başka çalışmada Witchalls ve arkadaşları, CAI'li olan ve olmayan askerlerde koşu, kuvvet antrenmanı, parkur gibi özel bir eğitim programının 1. ve 14. haftalardaki AMEDA, Y denge, koşu ve çeviklik değerleri kıyaslamıştır (Witchalls vd., 2021). Sonuç olarak CAI'li askerler çeviklik testinde ilerleme kaydetmezken AMEDA'da başlangıç ve 14 haftalık test noktalarında daha iyi performans gösterdiler (Witchalls vd., 2021). Çeviklik ve propriosepsiyon ilişkisi açısından genel anlamda bu sonuçlar bizim sonuçlarımızla tutarlıdır. Bu durum şu şekilde açıklanabilir, çeviklik testinde ekstremitelerin birbirini tolere etmesi daha olasıdır bu da sonuçları etkileyecektir. Çeviklik haricinde diğer tüm testlerin tek taraflı ölçülüyor olması yaralanmanın doğası gereği olsun performans beklentisi açısından olsun proprioseptif keskinlikle tahmine dayalı ilişkisi açısından daha benzerdir.

Çalışmamız proprioseptif ölçümler ile fonksiyonel sonuçlar arasında anlamlı bir ilişki olmadığını gösterdi. Ayrıca literatürde bakıldığında, fonksiyonel dengenin proprioseptif keskinlikle pozitif ilişkili olduğu sonucuna varılabilirken diğer iki sıçrama testi ve çeviklik için sonuçlar bu kadar açık değildi. Sınırlı bulgulara rağmen

bu çalışma, sağlıklı sporcularda amaca yönelik proprioseptif keskinlikle fonksiyonel performans testleri arasındaki ilişkiyi inceleyen birkaç çalışmadan biri olması nedeniyle literatüre katkıda bulunmaktadır. Ayrıca bu çalışmanın, proprioseptif keskinliğin genel performansı iyileştirilmesi ve sporcularda risk taramasında bir değerlendirme ölçütü olarak kullanılabilmesine yönelik daha fazla araştırmaya bir temel oluşturacağı umulmaktadır.

5.2. Dinamik Nöromusküler Stabilizasyon Test Sonuçlarıyla Performans Cevaplarının Tartışılması

Dinamik Nöromusküler Stabilizasyon (DNS) hem kas-iskelet sistemi aşırı kullanım yaralanmalarının iyileşmesi hem de yaralanmaların önlenmesi için spor rehabilitasyonu ve performans alanında hızla ilgi ve kabul görmektedir (Frank vd., 2013; Kiran ve Aashish, 2020; Hutson ve Ward, 2015; Mahdieh, Zolaktaf, Karimi, 2020; Novak vd., 2021a, Novak vd., 2021b; Sharma ve Yadav, 2020).

Bu çalışmada fonksiyonel DNS değerlendirme verileriyle, yaralanmadan sonra sporcunun spora tam dönüş seviyesini belirlemek için sırayla kullanılan performans testleri cevapları kendi aralarında ve karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu sonuçlara göre öncelikle performans testlerini kendi arasında incelersek, Y denge, tek bacak sıçrama, yan sıçrama ve çeviklik testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür. Zaten bu testler spora dönüş basamaklarını belirlemek için kullanılan bir test bataryasının farklı seviyelerdeki basamaklarını temsil eder ve her test basitten karmaşığa doğru kademeli olarak düzenlenmiştir (Scinicarelli vd., 2021).

Bu test skorlarını belirlemekte kullandığımız LSI yani asimetri tespiti, uzuvlar arası farkların hesaplanması için literatürde ilgi konusu olmuştur (Bishop vd., 2016). Genel olarak sağlıklı kişilerde, fonksiyonel performans testlerinin %10'dan büyük uzuvlar arası farklılıklar sergilememesi veya uzuv simetri indeksi (LSİ) $\geq$ %90 olması önerilmektedir (Kotsifaki vd., 2020; Scinicarelli vd., 2021; Lambert vd., 2020; Abrams vd., 2014). Çalışma sonuçlarımızda LSI puanları Y denge testi için $95,4 \pm 6,5$ cm, tek bacak sıçrama için $99,8 \pm 9,7$ cm ve yan sıçrama için $99,2 \pm 13,5$ cm arasında değişirken, literatürle tutarlı çıkmıştır.

Y denge testi aktiviteye dönüşü belirlemenin haricinde literatürde sakatlanma riskini değerlendirmek için de kullanılabilir (Ödemiş, Yalçın ve Pınar, 2023). Testinin sağ ve sol bacak kompozit skor erişim farkları (CS) ≥ 12 cm olduğunda sakatlık riskinin arttığı bildirilmiştir (De La Motte vd., 2006). Bizim örneklem grubumuz sağlıklı bireylerden oluştuğu için literatürle tutarlı olarak değerler arasındaki fark 12 cm'den az çıkmıştır. Sonuçlara göre sağ ve sol bacak kompozit skor değerleri aralarında anlamlıdır ($p>0.01$). Ayrıca analizlerinden sadece Y denge sol bacak kompozit skor (CS) ve Y denge LSİ (uzuv simetri indeksi) aralarında anlamlı çıkmıştır ($p>0.01$). Bu durum LSİ formalizasyonunda baskın olmayan/sol tarafın CS değerini baskın olan taraf/sağ CS değerine bölünmesiyle hesaplandığından, sol bacak kompozit skorla ilişkili çıkmıştır.

Çalışmamızdaki diğer sonuçlardan DNS'in kendi arasındaki testlerinde bakıldığında, sadece diyafram testi ve kalça fleksiyon testi kendi aralarında anlamlı çıkmıştır. Bu pozitif ilişkinin sebebi, değerlendirme yöntemlerinin benzer olması ve diyafram testindeki solunum yeterliliğinin kalça fleksiyon testini etkilenmesi olabilir (Kobesova vd., 2020). Bildiğimiz kadarıyla çalışmamız DNS değerlendirme testleri ve fonksiyonel performans testlerinin ilişkisinin incelendiği ilk çalışmadır. Sonuçlarımıza göre İntraabdominal basınç (İAB) testi, diyafram testi, kalça fleksiyon testleri ile Y denge, tek bacak sıçrama, yan sıçrama ve çeviklik testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür. Önceki çalışmalarda İAB, diyafram ve kalça fleksiyon testinin, asemptomatik bireyleri değerlendirirken yararlı olabileceği bulunmuştur (Jacisko vd., 2021). Subjektif DNS değerlendirmeleri ile objektif ölçümler arasındaki ilişki, klinik DNS testlerinin güvenilirliğinin belirlenmesine yardımcı olabilir ancak DNS klinik testlerinin güvenilirliği henüz kanıtlanmamıştır (Jacisko vd., 2021; Novak vd., 2021b; Madle vd., 2022; Sembera vd., 2022).

Literatürdeki çoğu çalışma DNS egzersizlerinin fonksiyonel testler üzerindeki etkisiyle ilgilidir ancak biz yine de yakın çalışmalarını inceledik. Örneğin Mahdich ve arkadaşlarının yaptığı, sporcu olmayan 34 sağlıklı kız öğrencinin katıldığı 6 haftalık bir çalışmada, kontrol grubu rutin fiziksel kondisyon egzersizleri gerçekleştirirken, deney grubu DNS egzersiz protokolünü gerçekleştirdi ve fonksiyonel hareket

taramasının (FMS) beş testi, ön test son test olarak uygulandı (Mahdieh vd., 2020). Sonuç olarak FMS skorlarındaki ilerleme oranı DNS grubunda (%60) fiziksel uygunluk eğitimi alanlar grubuna (%5) kıyasla 12 kat daha iyiydi. (Mahdieh vd., 2020). Yine başka bir çalışmada yirmi erkek düz su kanosu sporcusu iki gruba ayrıldı ve müdahale grubu her standart eğitim seansından sonra DNS tabanlı bir dengeleyici egzersiz programına katıldı. 6 hafta sonra bir kano ergometresi kullanılarak maksimum kürek çekme kuvveti ölçüldü ve DNS'in geleneksel düz su kanosu eğitimiyle entegrasyonu, maksimum kürek çekme kuvvetini önemli ölçüde arttırabileceği bulundu (Davidek, Andel, Kobesova, 2018). Özetle hem normal kohortlarda hem de çeşitli yaralanma geçirmiş olan popülasyonlarda DNS testlerinin uygunluğunu belirlemek için çok daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Jacisko vd., 2021). Amaca yönelik DNS testleri ilerdeki bilimsel çalışmalara, tarama testi olarak veya performansa katkısıyla bir temel oluşturabilir.

5.3. Dinamik Nöromüsküler Stabilizasyon Değerlendirme Sonuçlarıyla Proprioepsiyon Bulgularının Tartışılması

Bu bölüm için bazı kavramları hatırlamak, sonuçların tartışılmasına açıklık getirecektir. Daha önce bahsedildiği gibi nöromüsküler kontrol veya motor kontrol, basitçe kas aktivasyonu üzerindeki sinir sistemi kontrolünü olarak ifade edebilir (Riemann ve Lephart, 2002a). Motor kontrolde ise kritik olan duyuşal bilgidir ve proprioseptif bilgi sayesinde üretilen motor komutlarının planlanması ve değiştirilmesi sağlanır (Riemann ve Lephart, 2002b; 2002a). Dolayısıyla proprioseptif bilgi, nöromüsküler kontrol için gereklidir. (Riemann ve Lephart, 2002a). Dinamik nöromüsküler stabilizasyon (DNS), motor bozuklukları teşhis etmek ve tedavi etmek için bebeklerdeki hareket gelişim sürecini kullanan nöromüsküler bir yaklaşımdır (Frank vd., 2013; Mahdieh vd., 2020). DNS bakış açısına göre gelişimsel kinezyolojinin motor kalıpları, genetik evrelemeye göre merkezi sinir sistemi (MSS) tarafından hatırlanır. Başka bir deyişle, sağlıklı bir bebekte belirli gelişimsel hareket kalıpları zaten oluşturulmuştur ve MSS'de yetişkinlik boyunca depolanmaktadır (Frank vd., 2013; Mahdieh vd., 2020). Bu karmaşık gelişimsel davranışları yönlendiren nöral devreler, periferik alanların veya bölgelerin uyarılmasıyla etkinleştirilebilir (Sharma ve Yadav, 2020). Buradan şu

ilişkiyi kurabiliriz, DNS, hem sinir sistemine hareket kalıbını hatırlatmak için hem de reaksiyon olarak çıkan motor komutlarının ayarlanması ve geliştirilmesi için proprioseptif sistemi kullanır.

Bildiğimiz kadarıyla çalışmamız DNS değerlendirme testleri ve proprioseptif keskinliğin ilişkisinin incelendiği ilk çalışmadır. DNS'in intraabdominal basınç, diyafram ve kalça fleksiyon testleriyle AİDAL proprioepsiyon testiyle proprioseptif keskinlik ilişki analizi sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür. Literatürde az sayıdaki çalışmalar DNS egzersizlerinin proprioepsiyon fonksiyonuna dayanan nöromüsküler koordinasyon için gerekli olduğunu söylemektedir (Mansori, Moghadas Tabrizi ve Mohammadkhani, 2021; Frank vd., 2013). Proprioepsiyon ve DNS arasında doğrudan bir ilişki kurulabileceği hatta DNS'in proprioepsiyonu geliştirip geliştirmeyeceğine dair soruları netleştirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Kavramlar bu kadar iç içeyken ölçüm sonuçların anlamsız çıkma nedeni, gövde stabilizasyonu temelli değerlendirme testiyle, ayak bileği için propiroseptif keskinlik testini kullanmış olmak olabilir. Ayrıca örneklem grubu sağlıklı sporcular olduğundan sonuçları etkileyecek kadar bir belirgin fark yoktu. Şimdilik, sporcuların sezon öncesi taramalarında tercihen bu değerlendirmeleri kullanabileceği sonucuna varabilir. Muhtemelen birçok anatomik ve biyomekanik bozukluk nöromüsküler bozukluklardan kaynaklandığı için (Mahdieh vd., 2020; Cooke vd., 2020) içsel yaralanmaların tespitinde ve önlenmesinde bu klinik değerlendirmeler kritik rol oynayacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonucunda elde edilen cevaplara göre, spora dönüş basamağını belirlemek için kullanılan test bataryasındaki performans testleriyle ayak bileği aktif hareket ayrımı proprioseptif keskinlik cevapları ve dinamik nöromusküler stabilizasyon değerlendirme skorları arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır. Bunun sebebinin ise sporcuların ölçümler sırasında performansı sürdürmek için diğer eksiklikleri telafi etmeye çalışmış olmaları olabilir. Yeni yeni yaygınlaşan bu klinik testler, ileride farklı örneklem grupları veya farklı çalışma prosedürlerinde birlikte kullanıldığında çıkan sonuçların; aktiviteye, spora, oyuna ve rekabete dönüş basamaklarından hangilerinde spor profesyonellerine bilgi vereceği dikkate alınabilir.

Fonksiyonel stabilitenin kalitesini değerlendirmek ve stabilizasyon yeterliliğini ölçmek için kullanılan dinamik nöromusküler stabilizasyon testleri kendi arasında incelendiğinde diyafram testi ve kalça fleksiyon testi anlamlı çıkmıştır. Bunun sebebi kalça fleksiyon testinin diyafram testine bağımlı olarak ölçülmesi ve öğrenme etkisine bağlı olarak sonuçları etkilemiş olması olabilir. DNS ve proprioseptif keskinlik sonuçlarına bakıldığında aralarında anlamlı bir ilişki bulunmadı. Bunun öncelikli nedeni her ne kadar stabilizasyonu sağlamak için proprioseptif bilgi gerekse de iki ölçümünde farklı vücut bölgelerdeki etkinliği sebebiyle olabilir.

Çalışma sonuçlarımızla, gerekli performanslar için daha hazırlıklı olan bireylerin belirlenmesi sağlanabilir. Ayrıca yaralanma risk profiline belirlenmesine katkıda bulunmak, yaralanma olasılığını azaltmak ve rehabilitasyondan spora güvenli geçişi desteklemek için literatüre bir katkı sağlayacağımızı düşünmekteyiz. Özetle bu üç test grubunun da spor klinik pratiğinde uygulanması çok yenidir bu yüzden spordaki ve günlük yaşamdaki nöromusküler fonksiyon, stabilizasyon ve performans ilişkisi konusundaki farkındalığın artırılması sağlanmıştır.

Yapılan bu çalışma sonuçları dikkate alınarak ilerideki çalışmalar için cinsiyet, yaş grubu, spor branşı, yaralanma ya da hastalık geçmişi gibi farklılıkların olduğu daha geniş örneklem gruplarında uygulanması önerilebilir. Ayrıca

proprioepsiyon için ayak bileği dışındaki gövdeye daha yakın bölgeleri ve farklı ölçüm yöntemlerini kullanmak sonuçlara etkisi açısından daha iyi olabilir. Burada spor yaralanmalarından korunma ve performansın geliştirilmesinde bu değerlendirme testlerinin yalnızca bir başlangıç noktası olduğunu ve sağlık ya da spor odaklı fiziksel antrenman ve rehabilitasyon programlarının oluşturulması gibi diğer bazı hususları da kapsaması gerektiğini belirtmek önemlidir.



KAYNAKLAR

- Abrams, G. D., Harris, J. D., Gupta, A. K., McCormick, F. M., Bush-Joseph, C. A., Verma, N. N., Cole, B. J., & Bach Jr, B. R. (2014). Functional performance testing after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 2(1).
- Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T., & Fredericson, M. (2008). Core stability exercise principles. *Current sports medicine reports*, 7(1), 39-44.
- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: a review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 17, 859-879.
- Arslan, E., Soylu, Y., Clemente, F. M., Hazir, T., Kin Isler, A., & Kilit, B. (2021). Short-term effects of on-field combined core strength and small-sided games training on physical performance in young soccer players. *Biology of sport*, 38(4), 609–616.
- Ashton-Miller, J. A., Wojtys, E. M., Huston, L. J., & Fry-Welch, D. (2001). Can proprioception really be improved by exercises. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 9(3), 128–136.
- Bertrand-Charette, M., Dambreville, C., Bouyer, L. J., & Roy, J. S. (2020). Systematic review of motor control and somatosensation assessment tests for the ankle. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 6(1), e000685.
- Bishop, C., Read, P., Chavda, S., & Turner, A. (2016). Asymmetries of the lower limb: The calculation conundrum in strength training and conditioning. *Strength & Conditioning Journal*, 38(6), 27-32.
- Bizzini, M., Junge, A., & Dvorak, J. (2013). Implementation of the FIFA 11+ football warm up program: how to approach and convince the Football associations to invest in prevention. *British journal of sports medicine*, 47(12), 803–806.
- Bolgia, L. A., & Keskula, D. R. (1997). Reliability of lower extremity functional performance tests. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 26(3), 138–142.
- Brumitt, J., Heiderscheit, B. C., Manske, R. C., Niemuth, P. E., & Rauh, M. J. (2013). Lower extremity functional tests and risk of injury in division iii collegiate athletes. *International journal of sports physical therapy*, 8(3), 216–227.

- Brumitt, J., Heiderscheit, B. C., Manske, R. C., Niemuth, P. E., Mattocks, A., & Rauh, M. J. (2018). Preseason Functional Test Scores Are Associated With Future Sports Injury in Female Collegiate Athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 32(6), 1692–1701.
- Caffrey, E., Docherty, C. L., Schrader, J., & Klossner, J. (2009). The ability of 4 single-limb hopping tests to detect functional performance deficits in individuals with functional ankle instability. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 39(11), 799-806.
- Clark, N. C. (2001). Functional performance testing following knee ligament injury. *Physical Therapy in Sport*, 2(2), 91-105.
- Clark, N. C. (2014). Predictors of knee functional joint stability in uninjured physically active adults (Ph.D. Diss.), University of Pittsburgh. Pittsburgh, USA.
- Clark, N. C., Röijezon, U., & Treleaven, J. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. *Manual therapy*, 20(3), 378-387.
- Clemente, F. M., Soylu, Y., Arslan, E., Kilit, B., Garrett, J., van den Hoek, D., ... & Silva, A. F. (2022). Can high-intensity interval training and small-sided games be effective for improving physical fitness after detraining? A parallel study design in youth male soccer players. *PeerJ*, 10, e13514.
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function- part 2. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, 1(3), 132–139.
- Cooke, R., Rushton, A., Martin, J., Herrington, L., & Heneghan, N. R. (2020). Practicability of lower extremity functional performance tests and their measurement properties in elite athletes: protocol for a systematic review. *BMJ open*, 10(12).
- Coşkun H. (2022). Görme Engelli Bireylerde Denge ve Propriosepsiyonun Günlük Yaşam Aktiviteleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi, (Yüksek lisans tezi), Kapadokya Üniversitesi. Odyoloji Ana Bilim Dalı, Nevşehir.
- Craig, B. W. (2004). What is the scientific basis of speed and agility. *Strength & Conditioning Journal*, 26(3), 13-14.
- Davidek, P., Andel, R., & Kobesova, A. (2018). Influence of dynamic neuromuscular stabilization approach on maximum kayak paddling force. *Journal of human kinetics*, 61(1), 15-27.
- De la Motte, S. J., Lisman, P., Sabatino, M., Beutler, A. I., O'Connor, F. G., & Deuster, P. A. (2016). The relationship between functional movement, balance deficits, and previous injury history in deploying marine warfighters. *Journal of strength and conditioning research*, 30(6), 1619-1625.

- Dingenen, B., Truijen, J., Bellemans, J., & Gokeler, A. (2019). Test–retest reliability and discriminative ability of forward, medial and rotational single-leg hop tests. *The Knee*, 26(5), 978-987.
- Dvorak, J. (2009). Give Hippocrates a jersey: promoting health through football/sport. *British journal of sports medicine*, 43(5), 317-322.
- Ergen, E. & Ulkar, B. (2008). Proprioception and ankle injuries in soccer. *Clinics in sports medicine*, 27(1), 195-217.
- Frank, C., Kobesova, A., & Kolar, P. (2013). Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*, 8(1), 62.
- Gabbett, T. J., Nielsen, R. O., Bertelsen, M. L., Bittencourt, N. F. N., Fonseca, S. T., Malone, S., ... & Windt, J. (2019). In pursuit of the ‘Unbreakable’ Athlete: what is the role of moderating factors and circular causation. *British journal of sports medicine*, 53(7), 394-395.
- Gandevia, S. C., McCloskey, D. I., & Burke, D. (1992). Kinaesthetic signals and muscle contraction. *Trends in neurosciences*, 15(2), 62-65.
- Garrison, M., Westrick, R., Johnson, M. R., & Benenson, J. (2015). Association between the functional movement screen and injury development in college athletes. *International journal of sports physical therapy*, 10(1), 21–28.
- Ghavipanje, V., Rahimi, N. M., & Akhlaghi, F. (2022). Six weeks effects of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) training in obese postpartum women with low back pain: A randomized controlled trial. *Biological Research for Nursing*, 24(1), 106-114.
- Glossop-von Hirschfeld, C. (2021). Proprioception, jumping capacity and agility in beach versus indoor volleyball players (Master’s thesis, Faculty of Health Sciences).
- Goble DJ, Brown SH (2009) Dynamic proprioceptive target matching behavior in the upper limb: effects of speed, task difficulty and arm/hemisphere asymmetries. *Behav Brain Res* 200:7–14
- Goble, D. J., Coxon, J. P., Van Impe, A., Geurts, M., Doumas, M., Wenderoth, N., & Swinnen, S. P. (2011). Brain activity during ankle proprioceptive stimulation predicts balance performance in young and older adults. *Journal of neuroscience*, 31(45), 16344-16352.
- Gokeler, A., Welling, W., Zaffagnini, S., Seil, R., & Padua, D. (2017). Development of a test battery to enhance safe return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 25, 192-199.

- Gonell, A. C., Romero, J. A., & Soler, L. M. (2015). Relationship between the y balance test scores and soft tissue injury incidence in a soccer team. *International journal of sports physical therapy*, 10(7), 955–966.
- Gribble, P. A., Brigle, J., Pietrosimone, B. G., Pfile, K. R., & Webster, K. A. (2013). Intrarater reliability of the functional movement screen. *Journal of strength and conditioning research*, 27(4), 978–981.
- Gribble, P. A., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of athletic training*, 47(3), 339–357.
- Griffin, L. Y. E. (2003). Neuromuscular training and injury prevention in sports. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 409, 53-60.
- Haksever, B. (2018). Sağlıklı bireylerde fonksiyonel hareketli denge sistemi ile denge tahtası eğitiminin denge ve fonksiyonel düzey üzerine etkilerinin karşılaştırılması. (Doktora Tezi), Hacettepe Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Han, J., Anson, J., Waddington, G., & Adams, R. (2013). Proprioceptive performance of bilateral upper and lower limb joints: side-general and site-specific effects. *Experimental brain research*, 226, 313-323.
- Han, J., Anson, J., Waddington, G., Adams, R., & Liu, Y. (2015a). The role of ankle proprioception for balance control in relation to sports performance and injury. *BioMed research international*, 2015.
- Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., & Liu, Y. (2016). Assessing proprioception: a critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science*, 5(1), 80-90.
- Han, J., Waddington, G., Anson, J., & Adams, R. (2011). A novel device for the measurement of functional finger pinch movement discrimination. *Applied Mechanics and Materials*, 66, 620-625.
- Han, J., Waddington, G., Anson, J., & Adams, R. (2015b). Level of competitive success achieved by elite athletes and multi-joint proprioceptive ability. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(1), 77-81.
- Han, J., Yang, Z., Adams, R., Ganderton, C., Witchalls, J., & Waddington, G. (2021). Ankle inversion proprioception measured during landing in individuals with and without chronic ankle instability. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(7), 665-669.
- Han, J., Yang, Z., Witchalls, J., Ganderton, C., Adams, R., & Waddington, G. (2022). Ankle Inversion Proprioception Impairment in Persons with Chronic Ankle Instability Is Task-Specific. *Perceptual and Motor Skills*, 129(6), 1736–1748.

- Hegedus, E. J., McDonough, S., Bleakley, C., Cook, C. E., & Baxter, G. D. (2015). Clinician-friendly lower extremity physical performance measures in athletes: a systematic review of measurement properties and correlation with injury, part 1. The tests for knee function including the hop tests. *British journal of sports medicine*, 49(10), 642-648.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Jr, Colosimo, A. J., McLean, S. G., van den Bogert, A. J., Paterno, M. V., & Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 33(4), 492-501.
- Hewett, T. E., Paterno, M. V., & Myer, G. D. (2002). Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 402, 76-94.
- Hildebrandt, C., Müller, L., Zisch, B., Huber, R., Fink, C., & Raschner, C. (2015). Functional assessments for decision-making regarding return to sports following ACL reconstruction. Part I: development of a new test battery. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 23, 1273-1281.
- Hillier, S., Immink, M., & Thewlis, D. (2015). Assessing proprioception: a systematic review of possibilities. *Neurorehabilitation and neural repair*, 29(10), 933-949.
- Jacisko, J., Stribny, M., Novak, J., Busch, A., Cerny, P., Kolar, P., & Kobesova, A. (2021). Correlation between palpatory assessment and pressure sensors in response to postural trunk tests. *Isokinetics and Exercise Science*, 29(3), 299-308.
- Junge, A., & Dvorak, J. (2004). Soccer injuries: a review on incidence and prevention. *Sports medicine*, 34, 929-938
- Juris, P. M., Phillips, E. M., Dalpe, C., Edwards, C., Gotlin, R. S., & Kane, D. J. (1997). A dynamic test of lower extremity function following anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 26(4), 184-191.
- Kamonseki, D. H., Cedin, L., Tavares-Preto, J., & Calixtre, L. B. (2018). Reliability, validity, and minimal detectable change of Side Hop Test in male children and adolescents. *Physical Therapy in Sport*, 34, 141-147.
- Kang, M., Zhang, T., Yu, R., Ganderton, C., Adams, R., & Han, J. (2022). Effect of Different Landing Heights and Loads on Ankle Inversion Proprioception during Landing in Individuals with and without Chronic Ankle Instability. *Bioengineering*, 9(12), 743.
- Kılıç, R. T. (2018). Farklı Spor Branşlarındaki Sporcuların Denge Performans Parametrelerinin Tanımlayıcı Özelliklerinin Belirlenmesi. (Doktora Tezi), Hacettepe Üniversitesi. Spor Fizyoterapistliği Bölümü, Ankara.

- Kilit, B., Arslan, E., & Soylu, Y. (2019). Effects of different stretching methods on speed and agility performance in young tennis players. *Science & Sports*, 34(5), 313-320.
- Kobesova, A., & Kolar, P. (2014). Developmental kinesiology: Three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *Journal of bodywork and movement therapies*, 18(1), 23-33.
- Kobesova, A., Davidek, P., Morris, C. E., Andel, R., Maxwell, M., Oplatkova, L., ... & Kolar, P. (2020). Functional postural-stabilization tests according to Dynamic Neuromuscular Stabilization approach: Proposal of novel examination protocol. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(3), 84-95.
- Kobesova, A., Safarova, M., & Kolar, P. (2016). Dynamic neuromuscular stabilization: exercise in developmental positions to achieve spinal stability and functional joint centration. In *Textbook of musculoskeletal medicine*. Oxford University Press, Oxford.
- Kobesova, A., Valouchova, P., & Kolar, P. (2015). Dynamic Neuromuscular Stabilization: Exercises based on developmental kinesiology models. *Functional Training Handbook*, 25-51.
- Kockum, B., & Annette, I. L. H. (2015). Hop performance and leg muscle power in athletes: reliability of a test battery. *Physical Therapy in Sport*, 16(3), 222-227.
- Kolar P. (2014). Clinical rehabilitation, Alena Kobesová, Florida
- Kotsifaki, A., Whiteley, R., Van Rossom, S., Korakakis, V., Bahr, R., Sideris, V., ... & Jonkers, I. (2022). Single leg hop for distance symmetry masks lower limb biomechanics: time to discuss hop distance as decision criterion for return to sport after ACL reconstruction. *British journal of sports medicine*, 56(5), 249-256.
- Lambert, C., Pfeiffer, T., Lambert, M., Brozat, B., Lachmann, D., Shafizadeh, S., & Akoto, R. (2020). Side differences regarding the limb symmetry index in healthy professional athletes. *International journal of sports medicine*, 41(11), 729-735.
- Lampros, R. E., Wiater, A. L., & Tanaka, M. J. (2022). Rehabilitation and return to sport after medial patellofemoral complex reconstruction. *Arthroscopy, sports medicine, and rehabilitation*, 4(1), e133-e140.
- Laskowski, E. R., Newcomer-Aney, K., & Smith, J. (2000). Proprioception. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 11(2), 323-340.
- Lephart, S. M., Pincivero, D. M., Giraido, J. L., & Fu, F. H. (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American journal of sports medicine*, 25(1), 130-137.

- Liu, Y., Song, Q., Zhou, Z., Chen, Y., Wang, J., Tian, X., & Sun, W. (2023). Effects of fatigue on balance and ankle proprioception during drop landing among individuals with and without chronic ankle instability. *Journal of Biomechanics*, 146, 111431.
- Ma, Y., Yin, K., Zhuang, W., Zhang, C., Jiang, Y., Huang, J., ... & Liu, Y. (2020). Effects of combining high-definition transcranial direct current stimulation with short-foot exercise on chronic ankle instability: a pilot randomized and double-blinded study. *Brain Sciences*, 10(10), 749.
- Mahdieh, L., Zolaktaf, V., & Karimi, M. T. (2020). Effects of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) training on functional movements. *Human movement science*, 70, 102568.
- Manske, R., & Reiman, M. (2013). Functional performance testing for power and return to sports. *Sports health*, 5(3), 244-250.
- Marin, A., Stefanica, V., & Rosculet, I. (2023). Enhancing Physical Fitness and Promoting Healthy Lifestyles in Junior Tennis Players: Evaluating the Influence of “Plyospecific” Training on Youth Agility. *Sustainability*, 15(13), 9925.
- Markström, J. L., Schelin, L., & Häger, C. K. (2021). A novel standardised side hop test reliably evaluates landing mechanics for anterior cruciate ligament reconstructed persons and controls. *Sports biomechanics*, 20(2), 213-229.
- Mokha, M., Sprague, P. A., & Gatens, D. R. (2016). Predicting Musculoskeletal Injury in National Collegiate Athletic Association Division II Athletes From Asymmetries and Individual-Test Versus Composite Functional Movement Screen Scores. *Journal of athletic training*, 51(4), 276–282.
- Morrison, K. E., & Kaminski, T. W. (2007). Foot characteristics in association with inversion ankle injury. *Journal of athletic training*, 42(1), 135–142.
- Muaidi, Q. I., Nicholson, L. L., & Refshauge, K. M. (2009). Do elite athletes exhibit enhanced proprioceptive acuity, range and strength of knee rotation compared with non- athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(1), 103-112.
- Munro, A.G.; Herrington, L.C. (2011). Between-session reliability of four hop tests and the agility T-test. *J. Strength Cond. Res.*, 25, 1470–1477.
- Neder, K. Görme Alanı Değişimlerinin Yürüme Analizi Üzerindeki Etkisi. (Uzmanlık Tezi), Trakya Üniversitesi. Anatomi Anabilim Dalı, Edirne.
- Niessen, M. H., Veeger, D. H., & Janssen, T. W. (2009). Effect of body orientation on proprioception during active and passive motions. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 88(12), 979-985.

- Nouni-Garcia, R., Asensio-Garcia, M. R., Orozco-Beltran, D., Lopez-Pineda, A., Gil-Guillen, V. F., Quesada, J. A., ... & Carratala-Munuera, C. (2019). The FIFA 11 programme reduces the costs associated with ankle and hamstring injuries in amateur Spanish football players: a retrospective cohort study. *European Journal of Sport Science*, 19(8), 1150-1156.
- Novak, J., Jacisko, J., Busch, A., Cerny, P., Stribny, M., Kovari, M., ... & Kobesova, A. (2021b). Intra-abdominal pressure correlates with abdominal wall tension during clinical evaluation tests. *Clinical Biomechanics*, 88, 105426.
- Novak, J., Jacisko, J., Stverakova, T., Juehring, D. D., Sembera, M., Kolar, P., & Kobesova, A. (2021a). The significance of intra-abdominal pressure on postural stabilization: a low back pain case report. *Slovak Journal of Sport Science*, (2).
- Ogard, W. K. (2011). Proprioception in sports medicine and athletic conditioning. *Strength & Conditioning Journal*, 33(3), 111-118.
- Ödemiş, M., Yalçın, O., & Pınar, Y. (2023). Elit genç rüzgâr sörfçülerinin fonksiyonel hareket yeterliliği ve denge performansı. *Spor Eğitim Dergisi*, 7(1), 56-67.
- Pauole, K., Madole, K., Garhammer, J., Lacourse, M., & Rozenek, R. (2000). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-aged men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(4), 443-450.
- Pekmez, G. S. (2019). Elit Düzeydeki ve Altyapı Düzeyindeki Hentbolcularda Üst Ekstremitenin Fiziksel Özellikleri, Kavrama Kuvveti, Reaksiyon Zamanı Ve El Bileği Proprioepsiyon Duyusu Arasındaki İlişkinin İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi) Pamukkale Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, 4(2), 92-99.
- Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 36(12), 911-919.
- Plisky, P., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M. B., & Bullock, G. (2021). Systematic review and meta-analysis of the y-balance test lower quarter: reliability, discriminant validity, and predictive validity. *International journal of sports physical therapy*, 16(5), 1190-1209.
- Raya, M. A., Gailey, R. S., Gaunard, I. A., Jayne, D. M., Campbell, S. M., Gagne, E., ... & Tucker, C. (2013). Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 50(7).

- Ribeiro, F., & Oliveira, J. (2007). Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. *European review of aging and physical activity*, 4(2), 71-76.
- Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. (2002). Sensorimotor system measurement techniques. *J Athl Train.*, 37(1):85-98.
- Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002a). The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *Journal of athletic training*, 37(1), 71-79.
- Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002b). The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. *Journal of athletic training*, 37(1), 80–84.
- Röijezon, U., Clark, N. C., & Treleaven, J. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Manual therapy*, 20(3), 368-377.
- Sadigursky, D., Braid, J. A., De Lira, D. N. L., Machado, B. A. B., Carneiro, R. J. F., & Colavolpe, P. O. (2017). The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review. *BMC sports science, medicine and rehabilitation*, 9(1), 18.
- Scinicarelli, G., Trofenik, M., Froböse, I., & Wilke, C. (2021). The reliability of common functional performance tests within an experimental test battery for the lower extremities. *Sports*, 9(7), 100.
- Sembera, M., Busch, A., Kobesova, A., Hanychova, B., Sulc, J., & Kolar, P. (2022). Postural-respiratory function of the diaphragm assessed by M-mode ultrasonography. *Plos one*, 17(10), e0275389.
- Shao, X., Kang, M., Luan, L., Deng, F., Adams, R., Wu, T., & Han, J. (2023). Reliability and validity of the ankle inversion discrimination apparatus during walking in individuals with chronic ankle instability. *Frontiers in Physiology*, 14, 61.
- Shao, X., Wang, Z., Luan, L., Sheng, Y., Yu, R., Pranata, A., ... & Han, J. (2022). Impaired ankle inversion proprioception during walking is associated with fear of falling in older adults. *Frontiers in aging neuroscience*, 14, 946509.
- Sharma, K., & Yadav, A. (2020). Dynamic neuromuscular stabilization-a narrative. *International Journal of Health Sciences and Research*, 10(9), 221-31.
- Smith, J., Dephillipo, N., Kimura, I., Kocher, M., & Hetzler, R. (2017). Prospective functional performance testing and relationship to lower extremity injury incidence in adolescent sports participants. *International journal of sports physical therapy*, 12(2).

- Steffen, K., Kroken, T., & Krosshaug, T. (2014). Comparisons of 3D-and 2D-measurement techniques and observational real-time assessment of frontal plane knee control in a vertical drop jump landing. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 662-663.
- Steinberg, N., Adams, R., Ayalon, M., Dotan, N., Bretter, S., & Waddington, G. (2019). Recent Ankle Injury, Sport Participation Level, and Tests of Proprioception. *Journal of sport rehabilitation*, 28(8), 824–830.
- Steinberg, N., Shenhar, M., Witchalls, J., Waddington, G., Dar, G., Paulman, O., & Finestone, A. S. (2023). The Association Between Chronic Ankle Instability and Neuromuscular Performance in Pre-Recruitment Infantry Soldiers. *Journal of athletic training*, 10.4085/1062-6050-0564,22.
- Stokes, M. J., Witchalls, J., Waddington, G., & Adams, R. (2020). Can musculoskeletal screening test findings guide interventions for injury prevention and return from injury in field hockey. *Physical Therapy in Sport*, 46, 204-213.
- Symes, M., Waddington, G., & Adams, R. (2010). Depth of ankle inversion and discrimination of foot positions. *Perceptual and Motor Skills*, 111(2), 475-484.
- Takkin A. E. (2021). Amatör Futbolcularda Yüksek Hız Düşük Amplitüd Manipülasyonun Denge ve Proprioepsiyon Üzerine Etkisi, (Yüksek Lisans Tezi) Bahçeşehir Üniversitesi. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon, İstanbul.
- Tan, J., Li, J., Lei, J., Lu, S., Feng, Y., Ma, T., ... & Zou, Y. (2023). Effects of whole-body vibration on sensorimotor deficits and brain plasticity among people with chronic ankle instability: a study protocol for a single-blind randomized controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15(1), 1-12.
- Tassignon, B., Verschueren, J., Delahunt, E., Smith, M., Vicenzino, B., Verhagen, E., & Meeusen, R. (2019). Criteria-based return to sport decision-making following lateral ankle sprain injury: a systematic review and narrative synthesis. *Sports Medicine*, 49(4), 601-619.
- Tateuchi, H., Wada, O., & Ichihashi, N. (2011). Effects of calcaneal eversion on three-dimensional kinematics of the hip, pelvis and thorax in unilateral weight bearing. *Human Movement Science*, 30(3), 566–573.
- Tropp H, Alaranta H, Renström A. (1992) Proprioception and coordination training in injury prevention. In: *Sports Injuries, Basic Principles of Prevention and Care*. PAFH Renström (Ed), Oxford, Blackwell Scientific Pub.
- Türker, E., & Erdoğanoglu, Y. (2022). Genç futbolcularda ayak bileği proprioepsiyonunun denge ve çeviklik ile ilişkisinin incelenmesi. 20th International Sport Sciences Congress.

- Valderrabano, V., Barg, A., Paul, J., Pagenstert, G., & Wiewiorski, M. (2014). Foot and ankle injuries in professional soccer players. *Sport-Orthopädie-Sport-Traumatologie-Sports Orthopaedics and Traumatology*, 30(2), 98-105.
- Vereijken, A., Aerts, I., Jetten, J., Tassignon, B., Verschueren, J., Meeusen, R., & van Trijffel, E. (2020). Association between Functional Performance and Return to Performance in High-Impact Sports after Lower Extremity Injury: A Systematic Review. *Journal of sports science & medicine*, 19(3), 564–576.
- Waddington G, Adams R (1999) Ability to discriminate movements at the ankle and knee is joint specific. *Percept Mot Skills* 89:1037–1041
- Witchalls, J. B., Waddington, G., Adams, R., & Blanch, P. (2014). Chronic ankle instability affects learning rate during repeated proprioception testing. *Physical Therapy in Sport*, 15(2), 106-111.
- Witchalls, J., Pantanowitz, M., Funk, S., Waddington, G., Band, S. S., Adams, R., & Steinberg, N. (2021). Self-reported chronic ankle instability effects on the development of fitness during an Infantry Commanders Course. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(11), 1130-1135.
- Witchalls, Jeremy B.; Newman, Phillip; Waddington, Gordon; Adams, Roger; Blanch, Peter (2013). Functional performance deficits associated with ligamentous instability at the ankle. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(2), 89–93.
- Wollin, M. (2007). Sporting shoe and insole effects on ankle movement discrimination and hop test distance in athletes (Doctoral dissertation). University of Sydney, Sydney, Australia,
- Wong, P., & Hong, Y. (2005). Soccer injury in the lower extremities. *British journal of sports medicine*, 39(8), 473–482.
- Yu, R., Yang, Z., Witchalls, J., Adams, R., Waddington, G., & Han, J. (2022). Can ankle proprioception be improved by repeated exposure to an ankle movement discrimination task requiring step-landing in individuals with and without CAI. *Physical Therapy in Sport*, 58, 68-73.
- Zech, A., Hübscher, M., Vogt, L., Banzer, W., Hänsel, F., & Pfeifer, K. (2010). Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. *Journal of athletic training*, 45(4), 392-403.