2022

DOKTORA TEZİ

ADİL AKSU

T.C.

ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AYAK KOR EGZERSİZLERİNİN ADÖLESAN VOLEYBOL OYUNCULARINDA AYAK BİYOMEKANİĞİ, DENGE VE SPORTİF PERFORMANS İLE YARALANMA İNSİDANSI ÜZERİNE OLAN ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

Adil AKSU

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON PROGRAMI

Ankara, 2022

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AYAK KOR EGZERSİZLERİNİN ADÖLESAN VOLEYBOL OYUNCULARINDA AYAK BİYOMEKANİĞİ, DENGE VE SPORTİF PERFORMANS İLE YARALANMA İNSİDANSI ÜZERİNE OLAN ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

Adil AKSU

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON PROGRAMI

Ankara, 2022

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ayak Kor Egzersizlerinin Adölesan Voleybol Oyuncularında Ayak Biyomekaniği, Denge ve Sportif Performans ile Yaralanma İnsidansı Üzerine Olan Etkinliğinin Araştırılması

Adil AKSU

Doktora Tezi

18/01/2022

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul DEMİRDEL

Jüri Üyeleri
Prof. Dr. Nevin ATALAY GÜZEL
Doç. Dr. Nezehat Özgül ÜNLÜER
Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul DEMİRDEL
Dr. Öğr. Üyesi Tezel YILDIRIM ŞAHAN
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Ertuğrul YAŞA
Okuduğumuz ve Savunmasını dinlediğimiz bu tezin bir Doktora derecesi için gereken tüm kapsam ve kalite şartlarını sağladığını beyan ederiz.

Prof. Dr. Seyfullah Oktay ARSLAN
Enstitü Müdürü
Bu tezin Doktora derecesi için gereken tüm şartları sağladığını tasdik ederim.

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda patent ve telif haklarını ihlal edici etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tezde kullanılmış olan tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim. 18/01/2022

Adil AKSU

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimde ders dönemi ve sonrasında tez aşamamdaki akademik çalışmalarımda, bilgi ve tecrübeleri ile rehberlik yapıp, tezimin her aşamasında sabır, anlayışı ve ilgisiyle bana yol gösteren saygıdeğer danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul DEMİRDEL'e,

Doktora Yeterlilik Sınavı ve Tez dönemimde değerli görüş ve önerileriyle beni yönlendirmesi, tecrübesi ve insanlığıyla var olan Sayın Prof. Dr. Nevin ATALAY GÜZEL'e,

Doktora eğitimim sırasında aldığım ders ve çalışmalar ile tezim için gerekli altyapının oluşmasına katkı sağladığı için hocam Sayın Prof. Dr. Necmiye ÜN YILDIRIM' a,

Lisans ve Doktora eğitimim süresince dersleri ve öğretileriyle gerek tezim gerekse mesleki hayatım için yaptığı katkılarından dolayı sevgili hocam Sayın Doç. Dr. Üyesi Bahar KÜLÜNKOĞLU'na,

Meslek hayatımın başında çalışma sahasında iken tüm tecrübelerimi onunla edindiğim ve tez süresince yardımlarını esirgemeyen Sayın Uzm. Dr. Mehmet Mesut ÇELEBİ' ye,

Tez ve ders döneminde katkılarından dolayı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Ertuğrul YAŞA, Sayın Dr. Fzt. Adil SONGUR'a,

Tezimin değerlendirme kısmında koşulsuz olarak verdiği katkılardan dolayı Sayın Fzt. Erkan ÖZYILMAZ'a

İstatistiksel analiz aşamasında yardımlarını uzunca süre esirgemeyerek rehberlik eden Sayın Arş. Gör. Dr. Pervin DEMİR'E,

Tezimi voleybol takımlarında uygulamama yardımcı olan başta Taner ATİK olmak üzere Halk Bankası Spor Kulübü yönetimine ve oyuncularına,

Doktora eğitimim süresince bana her an sabır gösteren, desteklerini hiç eksik etmeyen değerli mesai arkadaşlarıma,

Bu zorlu dönemde her zaman yanımda olan, manevi desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca bana her konuda yol gösteren ve manevi desteklerini her zaman hissettiğim annem, babam, kayınvalidem ve kayınpederime,

Son olarak her zaman yanımda olan ve desteklerini eksik etmeyen eşime ve motivasyon kaynağım olan güzel kızıma,

TEŞEKKÜR EDERİM...

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vi**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**

TABLOLAR DİZİNİ ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. GENEL BİLGİLER **4**

2.1. Ayak 4

2.2. Ayak Kor Sistemi 5

2.2.1 Pasif Alt Sistem 5

2.2.2. Nöral Alt Sistem 13

2.2.3. Aktif Alt Sistem 13

2.3. Ayak Kor Kaslarının Değerlendirmesi 15

2.4. Ayak Kor Egzersizleri 16

2.5. Ayak ve Denge 18

2.4. Ayak ve Yürüyüş 19

2.7. Voleybol 20

3. MATERYAL VE YÖNTEM **22**

3.1. Bireyler 22

3.1.1. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri 22

3.1.2. Araştırmadan Dışlanma Kriterleri 22

3.1.3. Araştırmadan Çıkarılma Kriterleri 22

3.2. Yöntem 25

3.3. Değerlendirme Parametreleri 25

3.3.1. Demografik Bilgileri ve Fiziksel Özellikleri 26

3.3.2. Ayak Biyomekanik Değerlendirilmesi 26
3.3.3. Pedobarografik Değerlendirme 27
3.3.4. Denge Değerlendirilmesi 28
3.3.5. Kassal Kuvvet ve Endurans Değerlendirilmesi 29
3.3.6. Sportif Performans 30
3.3.7. Yaralanma İnsidansı ve Özelliklerinin Değerlendirilmesi 31
3.4. Egzersiz Programı 32
3.4.1. Kısa Ayak Egzersizi 32
3.4.2. Parmak Fleksiyon Egzersizi 33
3.4.3. Topuk Kaldırma Egzersizi 33
3.4.4. Parmak Abdüksiyon Egzersizi 34
3.4.5. Baş Parmak ve Diğer Parmaklar Ekstansiyon Egzersizi 34
3.4.6. Öne Salınım Egzersizi 35
3.4.7. Geri Yürüme Egzersizi 35
3.5. İstatistiksel Analiz 36
3.6 Çalışma Sonunda Geriye Dönük Güç Hesabı 36
4. BULGULAR 38
4.1. Demografik Bilgiler 38
4.2 Ayak Biyomekaniği Değerlendirme Sonuçları 38
4.3. Pedobarografik Değerlendirme Sonuçları 42
4.4. Denge Değerlendirmesi Sonuçları 45
4.5. Kassal Kuvvet Değerlendirme Sonuçları 48
4.6. Sportif Performansın Değerlendirilme Sonuçları 54
4.7. Yaralanma Değerlendirmesi 56
4.7.1. Yaralanma İnsidansı 56
4.7.2. Yaralanma Özellikleri 56
5. TARTIŞMA 59

5.1. Demografik ve Fiziksel Özellikler 59
5.2. Ayak Biyomekanik Değerleri 59
5.3 Denge ve Pedobarografik Değerlendirme 62
5.4. Kassal Kuvvet ve Kassal Endurans 64
5.5. Saha Testleri 66
5.6. Yaralanma İnsidansı ve Özellikleri 67
6. SONUÇ ve ÖNERİLER 71
7. KAYNAKLAR 73
8. EKLER 93
Ek-1. Etik Kurul Onam Formu 93
Ek-2. Bilgilendirilmiş Onam Formu 94
Ek-3. Veli Onam Formu 96
Ek-4. Sporcu Değerlendirme Formu 98
Ek-5. Yaralanma Bilgi Formu 101
Ek-6. Egzersiz Broşürü 102
Ek-7. Özgeçmiş 104

ÖZET

Ayak Kor Egzersizlerinin Adölesan Voleybol Oyuncularında Ayak Biyomekaniği, Denge ve Sportif Performans ile Yaralanma İnsidansı Üzerine Olan Etkinliğinin Araştırılması

Bu çalışmanın amacı adölesan voleybol oyuncularında ayak kor egzersizlerinin sporcuların ayak biyomekaniği, denge ve sportif performans ile yaralanma insidansı üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.

Profesyonel voleybol takımında oynayan toplam 36 adölesan sporcu kontrol ve egzersiz grupları olmak üzere rastgele iki gruba ayrıldı. Tüm sporcular rutin antrenman ve maç programlarına devam ederken, egzersiz grubundaki sporculara ilave olarak ayak kor egzersizleri verildi. Sporcular 8 hafta boyunca bu egzersizleri uyguladılar. Sporcuların ayak biyomekaniği değerlendirmesinde Naviküler Düşme Testi, Metatarsal Genişlik, Halluks Valgus Açısı ve Subtalar Açı ölçümleri yapıldı. Pedobarografik ölçüm ile statik ve dinamik şartlarda plantar basınç dağılımları incelendi. Denge değerlendirilmesinde *Biodex* Denge Sistem kullanıldı. Kas kuvveti ölçümünde ayak bileği plantar ve dorsi fleksiyon kaslarının kuvveti *Biodex* İzokinetik cihaz ile değerlendirildi. Çeviklik T-testi, anaerobik kuvvet dikey sıçrama testi, kassal endurans topuk kaldırma testi, hız ise 30m koşu testi ile değerlendirildi. Sporcuların takip ve müsabakalar sürecinde oluşan yaralanmaları ve yaralanma özellikleri kaydedildi.

Çalışmamız sonucunda egzersiz grubunda naviküler düşme miktarı ve halluks valgus açısının kontrol grubuna göre daha az olduğu bulundu ($p<0.05$). Metatarsal genişlik ve subtalar açı değerlerinin benzer olduğu belirlendi ($p>0.05$). Plantar basınç değerlendirmesinde egzersiz grubunda kontrol grubuna göre kuvvet dağılım hata ve yüzey basım hata oranlarının daha fazla azaldığı tespit edildi ($p<0.05$). Denge testi sonucunda egzersiz grubunun daha iyi değerlere sahip olduğu gözlendi ($p<0.05$). Ayak bileği plantar ve dorsi fleksiyon kas kuvvetinde egzersiz grubunda kontrol grubuna göre daha fazla artış meydana geldi ($p<0.05$). Anaerobik kuvvet ve hız değerlerinde her iki grupta da benzer bir gelişme sağlandığı bulundu ($p>0.05$). Kassal endurans ve çeviklik test değerleri egzersiz grubunda kontrol grubuna göre daha fazla gelişme gösterdi ($p<0.05$). Yaralanma insidansı ve yaralanma özellikleri bakımından grupların benzer olduğu tespit edildi ($p>0.05$).

Çalışmamız sonuçlarına göre adölesan voleybol oyuncularında uygulanan ayak kor egzersiz programının sporcuların ayak biyomekaniğinde, pedobarografik değerlerinde, denge, kas kuvveti ve sportif performanslarında olumlu etki oluşturduğu görülmüştür. Buna göre adölesan sporcularda ayak kor egzersizlerinin sporcuların hem ayak biyomekaniğinin desteklenmesi hem de performansın arttırılması bakımından önemli katkılar sunulabileceğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Ayak, egzersiz, voleybol.

ABSTRACT

Investigation of the Effects of Foot Core Exercises on Foot Biomechanics, Balance, Sportif Performance and Injury Incidance in Adolescents Volleyball Players

The purpose of this study was to investigate the effects of foot core exercises on foot biomechanics, balance and sportive performance in adolescent volleyball players.

A total of thirty six adolescent player playing in the professional volleyball team were randomly divided into two groups as exercise and control groups. While all the athletes continued their routine training and match programs, the athletes in the exercise group were given additional foot core exercises. Players practiced these exercises for 8 weeks. Navicular Drop Test, Metatarsal Width, Hallux Valgus Angle and Subtalar Angle measurements were performed to evaluate the foot biomechanics of the athletes. Static and dynamic plantar pressure distributions were examined by pedobarographic measurement. The Biodex Balance System was used for balance evaluation. The Biodex Isokinetic device was used for muscle strength measurement of the ankle plantar and dorsi flexion muscles. Agility was evaluated with the T-test, anaerobic strength with the vertical jump test, muscular endurance with the heel-raise test, and speed with the 30m running test. The injuries and injury characteristics of the athletes during the follow-up and competitions were recorded.

As a result of our study, navicular drop measure and hallux valgus angle data were found to be lower in the training group than in the control group ($p<0.05$). Metatarsal width and subtalar angle values were found to be similar ($p>0.05$). It was determined that plantar pressure evaluation, the force distribution error and surface compression error rates were shown to decrease more in the exercise group than in the control group ($p<0.05$). As a result of the balance test, it was observed that the training group had better value ($p<0.05$). Ankle plantar and dorsi flexion muscle strength values increased more in the training group than in the control group ($p<0.05$). Anaerobic strength and speed test values were found to be similar in both groups ($p>0.05$). Muscle endurance test and agility test values improved better in the exercise group compared to the control group ($p<0.05$). Injury incidence and injury characteristics of the groups were found to be similar ($p>0.05$).

The results of our study showed that the foot core exercises program can have a positive effect on the biomechanics of the feet, balance, pedobarographic values, strength and sportive performance of athletes in adolescent volleyball players. Accordingly, we think that foot core exercises in adolescent athletes can make significant contributions to support the foot biomechanics and to increase the performance of the athletes.

Keywords: Exercise, foot, volleyball.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°	: Derece
%	: Yüzde
±	: Yaklaşık
cm	: Santimetre
sn	: Saniye
n	: Sayı
m	: Metre
kg	: Kilogram
kg/m^2	: Kilogram / Metre
VKİ	: Vücut kütle indeksi
abd.	: Abdüksiyon
add.	: Addüksiyon
AdH.	: Addüktör Hallusis
AbH.	: Abdüktör Hallusis
FDB	: Fleksör Digitorum Brevis
MLA	: Medial Longitudinal ark
ark.	: Arkadaşları
Ort.	: Ortalama
SS.	: Standart sapma
min.	: Minimum
maks.	: Maksimum
t	: Bağımsız iki örneklem t testi
z	: Mann Whityney U testi
x^2	: Pearson ki kare test
p	: İstatistiksel yanılma düzeyi
ND	: Navikular Düşme
PF	: Plantar Fleksiyon
DF	: Dorsal Fleksiyon
PT	: Pik Tork
TW	: Toplam İş
PE	: Power Error

SE	: Surface Error
AP	: Anterior Posterior
ML	: Medial Lateral

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Ayak kor sistemi 5
Şekil 2.2. Ayak bileği ve arka ayak eklemleri 6
Şekil 2.3. Ayak Bileği Ligamentleri 8
Şekil 2.4. Ayak arkları 11
Şekil 2.5. Ayak intrinsik kasları 15
Şekil 2.6. Kısa Ayak Egzersizi 17
Şekil 3.1. Akış diyagramı 24
Şekil 3.2. Ayak pedobarografik değerlendirmesi 28
Şekil 3.3. Denge değerlendirilmesi 28
Şekil 3.4. Ayak bileği kassal kuvveti değerlendirilmesi. 29
Şekil 3.5. T-test protokolü. 31
Şekil 3.6. Kısa ayak egzersizi. 32
Şekil 3.7. Parmak fleksiyon egzersizi. 33
Şekil 3.8. Topuk kaldırma egzersizi 34
Şekil 3.9. Parmak abdüksiyon egzersizi 34
Şekil 3.10. Baş parmak fleksiyon ve ekstansiyon egzersizi 35
Şekil 3.11. Öne salınım egzersizi. 35
Şekil 3.12. Geri yürüme egzersizi. 36
Şekil 4.1. Egzersiz ve kontrol grubunda oluşan yaralanmaların bölgeleri 58

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 4.1. Sporcuların demografik ve fiziksel özellikleri. 38
Tablo 4.2. Grupların biyomekanik değerlendirme sonuçları..... 41
Tablo 4.3. Grupların pedobarografik analizi test sonuçlarının karşılaştırılması 44
Tablo 4.4. Grupların denge değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılması. 47
Tablo 4.5. Grupların kassal kuvvetin 30° açısal hızdaki test sonuçlarının karşılaştırılması 49
Tablo 4.6. Grupların kassal kuvvetin 60° açısal hızdaki test sonuçlarının karşılaştırılması 51
Tablo 4.7. Grupların kassal kuvvetin 120° açısal hızdaki test sonuçlarının karşılaştırılması 53
Tablo 4.8. Grupların sportif performans sonuçlarının karşılaştırılması 55
Tablo 4.9. Grupların yaralanma özellikleri karşılaştırılması..... 57

1. GİRİŞ

Ayak, vücut ağırlığını zemine aktaran, yürüme koşma gibi aktiviteler sırasında yeri geldiğinde vücudunu kaldıraç görevi üstlenerek yer değiştirmemizden yeri geldiğinden de vücudun absorban organı olarak kullanılan ve zemin değişikliklerine adaptasyonu gerçekleştirerek, vücudun pozisyon algısını sağlayan dinamik bir yapıdır (1). Ayak ve ayak bileği biyomekaniği, bu bölgedeki yapıların ve alt ekstremitenin diğer bölümlerindeki yapıların düzgün işleyişiyle doğrudan ilişkilidir. Hareketlerin yapılabilmesi ayak ve ayak bileği yapısının esnek ve rijit olması ile mümkündür. Ayak, en az kas aktivasyonu ve enerji harcaması ile yürüyüşte ve dinamik hareketlerde stabil bir destek sağlarken rijit durumunda görev alır. Zeminle temas ettiğinde yeterli şok absorbsiyonu sağlamak ve farklı zemin yapılarına uyum sağlamak için ise esnek hale gelerek görev almaktadır (2, 3).

Ayak ve ayak bileği tüm bu özellikleri ile sportif aktivitelerdeki performans açısından da önemli bir bölgedir (4). Sporcuların performansları ayak biyomekaniğinin düzgünlüğü, dengenin iyi olması, ayak taban basınç dağılımlarının düzgün olması, kas kuvvetinin yüksek olması ve diğer tüm performans bileşenlerinin iyi olmasına bağlıdır (5). Bu bölgeye yönelik uygulanan egzersizler ile kasların kuvvetlendirilmesi sağlanmakta ve bu sayede ayağın biyomekanik düzgünlüğü ile ayak bileği stabilizasyonu artmaktadır. Bu da ayak taban basınç dağılımlarının ve dolayısıyla dengenin daha iyi olmasını sağlamaktadır. Elde edilen gelişmelere bağlı olarak sporcuların performanslarının artmasıyla birlikte, yaralanmaların azaldığı da bildirilmiştir (6-9).

Ayak ve ayak bileği voleybol sporunun içerisinde bulunan servis, smaç, blok başta olarak tüm hareketlerde önemli yere sahiptir (10, 11). Ayrıca proksimalde oluşan yüklenmeler kinetik zincir sistemi ile tüm vücuda etki etmektedir. Bu hareketlerin doğru gerçekleştirilebilmesi için vücudun tüm segmentlerinin aynı anda koordine bir şekilde kullanılması gerekmektedir (12). Ayak biyomekaniğinin düzgün olması doğru

duyu girdisi ile dengenin iyi olmasını sağlamaktadır (13). Reseptörlerden gelen bilgiler ile kas kuvvetinin de yeterli olması denge için önemlidir (10). Sporcuların dengelerinin iyi olması yaralanmaların engellenmesine katkı sunduğu gibi, pozisyon sonrasında hızlıca toparlanıp tepki vermeyi de kolaylaştırmaktadır (14, 15). Ayrıca sporcuların performanslarının yüksek olması kas kuvvetinin de yüksek olmasına bağlıdır. En sık tekrarlanan aktivite sıçramadır. Özellikle müsabaka sırasında sporcuların sıçrama ile ulaşılabildikleri maksimum yükseklik; sporcuların demografik özelliklerine, kas kuvvetine ve patlayıcı kuvvete bağlı olarak değişmektedir. Voleybolda ayrıca sporcuların çeviklik, hız gibi sportif performanslarının da iyi olması oyun açısından gereklidir (10, 16-19).

Voleybol doğrudan rakip takım sporcusuyla temas gerektirmeyen bir spor olmasına rağmen sıçrama hareketinin çok sayıda ve tekrarlı şekilde yapılması nedeniyle ayak bileği yaralanmalarının sıkça görüldüğü bir spordur (16, 20-22). Ayak burkulmaları genellikle ağrı ve ödem ile eklemlerde kinematik problemlere neden olurken sporcuların antrenman ve maçlardan uzak kalmasına neden olmaktadır (23, 24). Özellikle sporcularda, yaralanmaların getirdiği birçok olumsuz durumun etkileri düşünüldüğünde, yaralanmaların oluşmadan önlenebilmesi daha fazla öneme sahip olmaktadır (25-29).

Ayak kor kaslarının denge ve ayak biyomekaniğine etkilerine yönelik farklı çalışmalar bulunmaktadır (30-33). Ayak kor egzersizleri ile sporcularda dengenin geliştiği ve biyomekanik düzgünlüğün sağlandığı bildirilmiştir (31, 34-36). Ancak bilgimiz dahilinde adölesan voleybol sporcularında ayak kor egzersizlerinin uygulandığı ve etkilerinin araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayak kor egzersizlerinin denge ve ayak biyomekaniği üzerine olan etkilerinin, ayak taban basıncı, kas kuvveti ve sportif performansa da olumlu etkileri olabileceği ve ayak-ayak bileği bölgesindeki yaralanmaların azalmasına katkı sağlayacağını düşünmekteyiz. Çalışmamız ayak kor egzersizlerinin ayak biyomekaniği ile ayak plantar basınç dağılımına, denge, sportif performans ve yaralanma insidansı üzerine olan etkilerinin incelenmesi amacıyla planlandı.

Çalışmanın hipotezleri;

H1: Ayak kor egzersizlerinin adölesan voleybol oyuncularında ayak biyomekaniği üzerine etkisi vardır.

H2: Ayak kor egzersizlerinin adölesan voleybol oyuncularında plantar basınç dağılımına etkisi vardır.

H3: Ayak kor egzersizlerinin adölesan voleybol oyuncularında denge üzerine etkisi vardır.

H4: Ayak kor egzersizlerinin adölesan voleybol oyuncularında ayak bileği kas kuvveti üzerine etkisi vardır.

H5: Ayak kor egzersizlerinin adölesan voleybol oyuncularında sportif performans parametreleri üzerine etkisi vardır.

H6: Ayak kor egzersizlerinin adölesan voleybol oyuncularında yaralanma insidansı üzerine etkisi vardır.

2. GENEL BİLGİLER

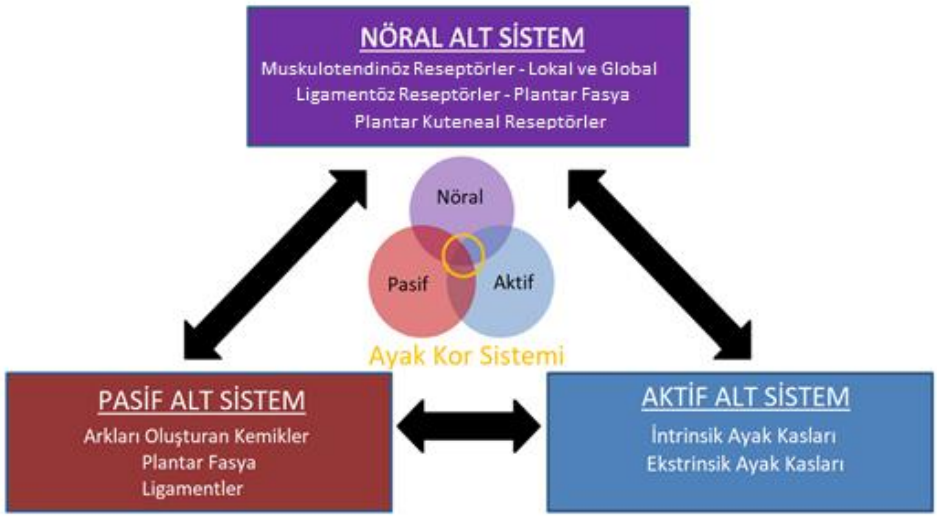
2.1. Ayak

Ayak, alt ekstremitenin distal segmentidir. Ayak, vücudun ağırlığını taşır, yürüme, sıçrama ve koşma gibi aktiviteler sırasında kaldıraç kolu gibi görev yaparak vücudu ön tarafa doğru iter ve taban teması ile meydana gelen şokları absorbe eder (37). Ayrıca karmaşık hareketler sırasında statik denge ve dinamik dengenin korunması görevlerini farklı zeminlere uyum sağlayarak yerine getirmektedir (38, 39). Bununla birlikte ayak, vücut hareketsiz dururken vücut ağırlığının yere aktarılmasını, yerden gelen reaksiyon kuvvetlerinin ayak bileği ile vücudun üst bölümlerine iletilmesini sağlar ve temel dayanak noktası oluşturur (40).

Ayağın bu görevleri en iyi şekilde yapabilmesi için ayakta 26 kemik, bu kemikler arasında oluşan birçok eklem, bu eklemleri destekleyen ligamentler ve hareketleri oluşturmak için de çok sayıda kas bulunmaktadır. Ayaktaki kemik ve eklemler, dik duran gövde için destek yüzeyi sağlar; düz olmayan zeminlere uyum sağlar ve şok emici özelliği bulunmaktadır (40). Ayak biyomekaniğinin iyi olmasıyla, ayak taban basınç dağılımının düzgün olmasını, dengenin devam ettirilmesini ve daha fazla kas kuvveti üretilmesini sağlamakta ve sporcuların performanslarına katkı sağlamaktadır. Yüksek performans sağlanması ile ekonomik enerji tüketimi, ayak ve ayak bileği kompleksinin tüm bu fonksiyonlarına bağlı olarak gerçekleşmektedir (41). Ayaktaki yapıların birbirleri ile eşgüdümlü olarak mükemmel bir koordinasyon içerisinde çalışabilmesi ise nöromusküler sistem ile gerçekleşmektedir (39, 42). Son yıllarda yapılan çalışmalar ile lumbopelvik kor sistemine benzer ayak kor sistemi tanımlaması yapılmış ve lumbopelvik kor stabilite konseptinin ayak bölgesinde karşılığı olduğu gösterilmiştir. McKeon ve ark. bu tanımlamayı daha da genişletmiştir. Bu sistem ayak yapısının tüm alt parametrelerini kapsayan nöromusküler yapıları içermekte; aktif, pasif ve nöral alt sistemlerden oluşmaktadır (43).

2.2. Ayak Kor Sistemi

Ayak kor sistemi, gövde kor sistemindeki gibi pasif alt sistem, aktif alt sistem ve nöral alt sistemden oluşmaktadır (Şekil 2.1) (43).

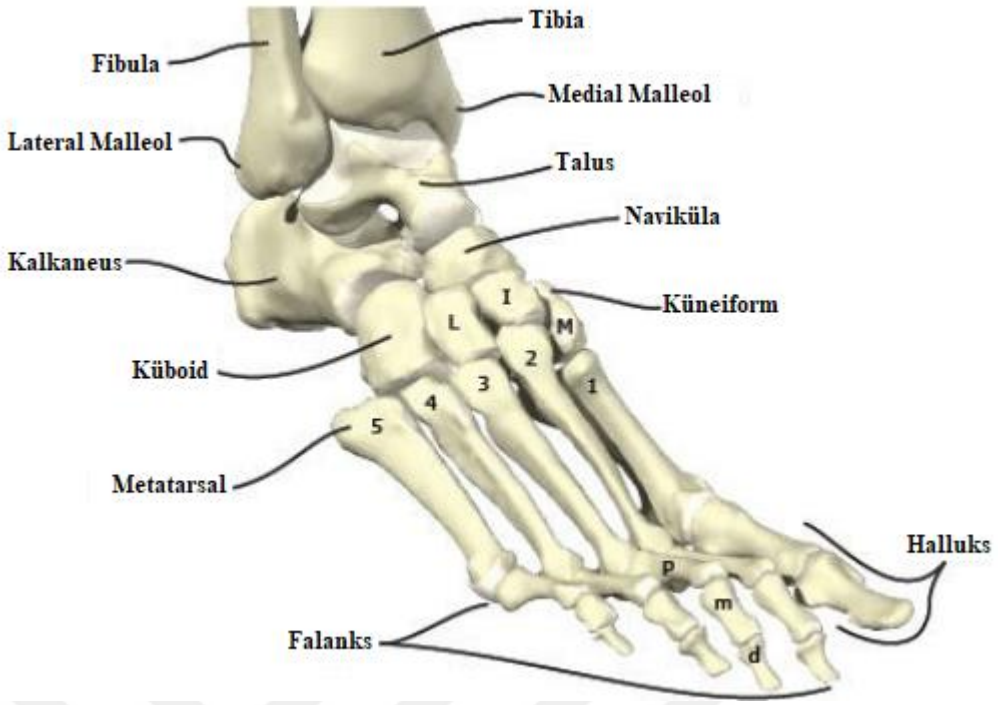


Şekil 2.1. Ayak kor sistemi (43).

2.2.1 Pasif Alt Sistem

Kemikler

Ayaktaki kemik yapılar ayağın temel iskelet yapısını oluşturmakta ve yerden gelen kuvvetleri alt ekstremitenin proksimaline doğru iletilmesi sağlamaktadır. Bu kemiklerden tibia, fibula, talus, kalkaneus kemikleri ayağın arka bölümünde bulunmaktadır. Üç kuneiform, küboid ve naviküler kemikler ise ayağın orta bölümünde bulunmaktadır. Beş metatars ve 14 falanks ile ön ayak bölümü oluşmaktadır. Ayrıca ayakta aksesuar ve sesamoid kemikler de bulunmaktadır (Şekil 2.2) (39).



Şekil 2.2. Ayak bileği ve ayak kemikleri (44).

Ligamentler

Pasif sistemi oluşturan diğer yapı ise ligamentlerdir. Ligamentler, kemikleri birbirine bağlayan çok sayıda liften ve esnek dokudan oluşan kısa bantlardır. Ligamentlerin görevi, kemikler arasındaki eklemlerde oluşan hareketleri pasif olarak sınırlanmasını sağlamaktır (45). Ayak bileği ve ayakta çok sayıda ligament ve eklem bulunmaktadır.

Ayak bileğinin medial bölgesinde deltoid ligament ve lateral bölgesinde ise anterior talofibular ligament, posterior talofibular ligament ve kalkaneofibular ligament bulunmaktadır. Ayak bileği eklemi, tibia ve fibula distal uçları ile talus arasında oluşan distal tibiofibular eklem, tibiotalar eklem ve fibulotalar eklemlerden meydana gelen sinovyal menteşe tipi eklemlerin bütününe verilen addır. Sagital düzlemde ortalama 20° dorsi fleksiyon ve 50° plantar fleksiyona izin verir. Normal bir yürüme sırasında gerekli olan minimum dorsi fleksiyon açısı 10° ve minimum plantar fleksiyon açısı 20° gerekli olsa da koşma, hızlı yürüme ve merdiven çıkma gibi durumlarda bu açılar daha da artmaktadır. Talusun anterior kısmı posterior kısmından daha geniş olduğundan dorsi fleksiyon sırasında malleollerle temas etmesiyle ayağın aşırı dorsi fleksiyonunu kısıtlar. Talusun medial malleol eklem yüzeyi lateral malleol eklem yüzeyine göre daha kısa olduğundan, fibulanın distalinin plantar ve dorsi

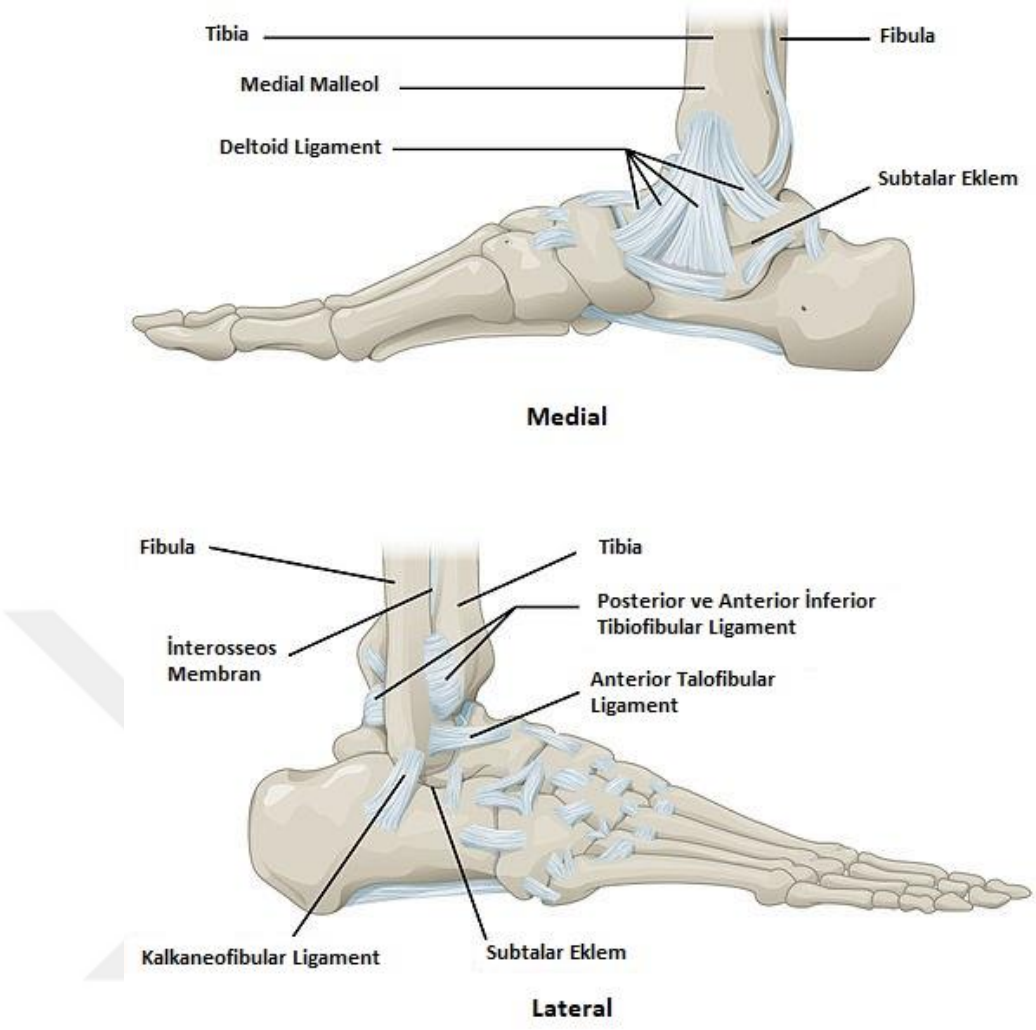
fleksiyon sırasında daha fazla mesafe kat etmesine neden olur. Bu yüzden talus, ayak bileği dorsi fleksiyonda iken eksternal rotasyonda, plantar fleksiyon pozisyonunda iken ise internal rotasyon pozisyonunda konumlanır. Yürüyüş sırasında vücut ağırlığının yaklaşık 1.25 katı ayak bileği eklemi üzerine binmektedir. Koşma esnasında ise ayak bileği eklemine binen yük vücut ağırlığının yaklaşık iki katı olmaktadır (Şekil 2.3) (39, 46).

Deltiod Ligament

Tibiotalar eklemin medial bölgesinde deltoid ligament bulunmaktadır. Medial malleolden orjin alan bu ligament, anterior tibiotalar ligament, posterior tibiotalar ligament, tibionaviküler ligament ve tibiokalkaneal ligament olarak dört parçadan oluşmaktadır. Deltoid ligament talar abdüksiyon ve negatif talar tilti limitler ve bacağın eksternal rotasyonu ile gerilimi arttırarak ekstra hareketleri engellemektedir (47).

Anterior Talofibular Ligament

Lateral malleolden orijin alır, talusun lateral yüzeyine uzanıp insersiosunu yapar. Ayak bileği ekleminin stabilizasyonunu sağlamaktadır. Ancak üç bağdan en geniş ve en zayıf olanıdır. Nötral pozisyonda ayağın eksenine neredeyse paralel olarak uzanır, fakat ayak plantar fleksiyonda iken bacağın eksenine paralel ve yere dik olarak seyreder. Bu yüzden en çok yaralanma plantar fleksiyonda oluşur. Zayıf olan bu ligament inversiyon yönünde burkulmada en çok yaralanan bağdır (47).



Şekil 2.3. Ayak Bileği Ligamentleri (48).

Posterior Talofibular Ligament

Fibula posteriorunda dış malleol arkasındaki oluktan orjin yapan bu ligament, talusun posterior yüzüne horizontal olarak yapışır ve dış yan bağların en güçlüsüdür. Bu ligament ayak bileği dorsi fleksiyonunda daha sık yaralanmakla birlikte ayak bileği burkulmalarında en az hasar gören bağdır (47).

Kalkaneofibular Ligament

Distal fibulanın inferiorundan orjin yapıp, kalkanuesun posterioruna doğru uzanarak insersio yapar. Anterior talofibular ligamenti diklemesine geçer ve ondan 2,5 kat daha kuvvetlidir (47).

Talokalkaneal ligament

Kalkaneofibular ligamentin lateral parçası ile talokalkaneal ligament subtalar eklemin aşırı supinasyonunu engellemektedir. Talus ile kalkaneus kemikleri arasında olan ve pronasyon-supinasyon hareketini meydana getiren ekleme subtalar eklem denilmektedir. Subtalar eklemin temel hareketleri süpinasyon (inversiyon ve addüksiyon) ve pronasyondur (eversiyon ve abdüksiyon) (49). Subtalar eklemde oluşan eklem hareketi inversiyon hareketi için 20°-30° arasında değişirken eversiyon için 5°-15° arasındadır (50).

Kalkaneonaviküler Ligament

Ayak bölgesinde var olan önemli diğer ligamentlere bakıldığında ayak arklarını desteklemektedir. Medial longitudinal arkın (MLA) çökmesini engelleyen ligament plantar kalkaneonaviküler ligamenttir (spring ligament). Sustentakulum taliden başlar ve naviküler kemiğin posteroinferior yüzeyine yapışır. Kalkaneusla navikülayı birbirine bağlar (39).

Medial Kalkaneokuboid Ligament

Kalkaneonaviküler ligament ile birlikte transvers tarsal ekleminde oluşan hareketlerin kontrol edilmesinde rol oynamaktadır. Bu eklem; Midtarsal Eklem veya Chopart eklem de denilen medialde talus ve naviküla, lateralde kalkaneus ve küboid arasında oluşan eklemdir. Talonaviküler ve Kalkaneoküboid eklem olmak üzere iki eklemden oluşur. Kalkaneoküboid eklem ayağın lateral kolonunda yer alır ve mobiliteden ziyade stabilite için tasarlanmış bir yapıdadır. Subtalar eklem pronasyonu ve midtarsal kilitlenme sırasında ayağın lateral kolonuna binen yüklerin karşılanmasında büyük öneme sahiptir. Talonaviküler eklem kalkaneoküboid eklemin aksine tüm planlardaki hareketler için tasarlanmış bir yapıdadır. Oblik eksende dorsifleksiyon ile plantarfleksiyon, longitudinal eksende ise inversiyon ile addüksiyon ve eversiyon ile abdüksiyon hareketlerini yapar (39, 51). Midtarsal eklemin fonksiyonu, yürüyüşün duruş fazında ön ayağın medial kısmının zemin ile temasını sağlamaktır. Bir anlamda da yürüyüşün yük taşıma evresinde kilitlenerek enerji birikimi sağlar (47, 50). Bu adaptasyonların gerçekleşmesinde subtalar eklemin pronasyonu sırasında talonaviküler ve kalkaneoküboid eklem paralel hale gelir. Midtarsal eklemde de pronasyona yönelme gözlemlenirken, MLA düzleşir. Bu durum ön ayağın hipermobil olmasını sağlar. Ayağın daha esnek olması ile şokları absorbe

edebilir. Supinasyon sırasında ise eklem düzeyi paralelliğini kaybeder ve midtarsal eklemde supinasyonu ile MLA yükselir. Bu durumda ise ayak rijit kaldıraç hale gelerek kuvvetlerin transver olmasını sağlar (52, 53). Ayağa eversiyon ve inversiyon hareketlerine izin veren transvers tarsal eklem ve subtalar eklem, ayakta yer alan eklemler arasında en önemli fonksiyona sahip olan eklemlerdir. Ayaktaki diğer eklemler, bu eklemlere oranla daha küçüktür ve ligamentler aracılığıyla birbirine sıkı sıkıya bağlandıkları için hareketleri çok daha sınırlıdır (54).

Plantar ve Dorsal Tarsometatarsal ligament ile Kuneotarsal İnterosseal ligament

Tarsometatarsal eklemin hareketlerini kontrol etmektedir. Medialde üç kuneiform kemik ile ilk üç metatarsın, lateralde küboid ile son iki metatarsın eklemleşmesi ile meydana gelen bir eklemdir. Yürüme sırasında tarsometatarsal eklem, küboid ve kuneiform arasında kayma hareketi meydana gelir (55).

Plantar Ligament, Transvers Metatarsal Ligament ile Kollateral Ligament

Metatarsofalangeal eklem hareketlerini limitleyen ligamentlerdir. Bu eklemlerde fleksiyon, ekstansiyon, abdüksiyon ve addüksiyon hareketleri meydana gelir (55). Yürüyüşün itme fazı sırasında ekstansiyon yaparlar (50). İnterfalangeal eklemler, metatarsofalangeal eklemler gibi yürüyüşün itme fazında ekstansiyon yaparlar (55). Yürüyüşün itme fazında birinci metatarsofalangeal eklem ekstansiyonu ile plantar fasya kısalır ve kalkenous ile metatarsofalangeal eklem birbirine yaklaşır. Bu süreç MLA'nın yükselmesine ve itme fazına destek olur (56).

Longitudinal arkları destekleyen uzun plantar ligament, kalkaneusun plantar yüzeyinden başlar ve küboid kemiğe yapışır. Bu ligamentin bir bölümü peroneus longus tendonu için bir tünel oluşturur (39). Kısa plantar ligament de longitudinal arkları desteklemektedir. Uzun plantar ligamentin altında yer almaktadır (39).

<u>Plantar Fasya</u>

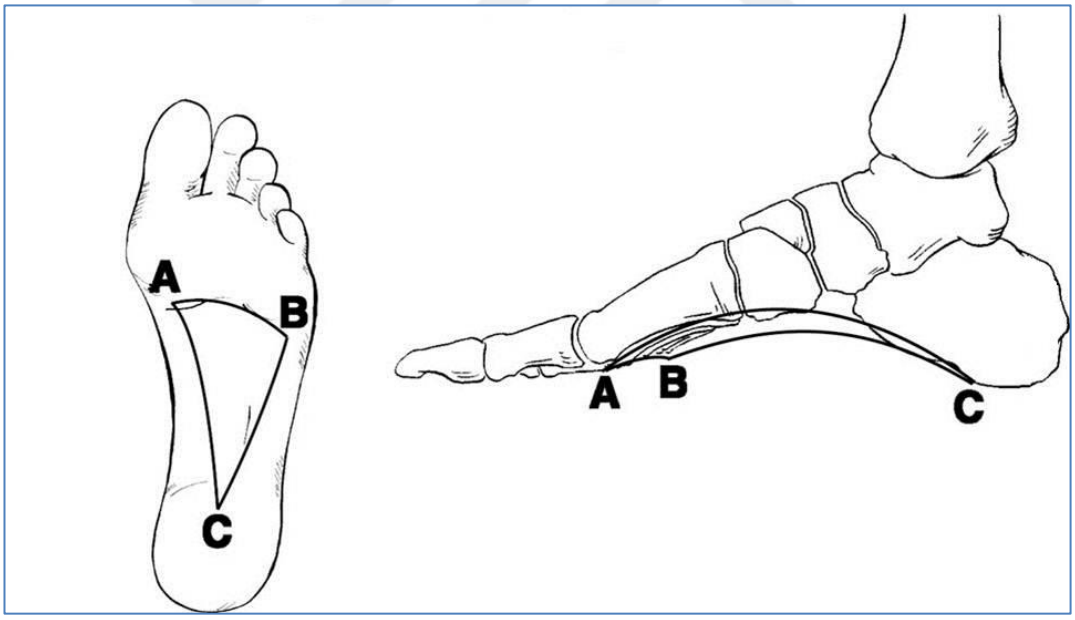
Ayağın intrinsik bölgesinde yer alan, kalkaneustan başlayıp falankslara kadar uzanan ayağın plantar yüzeyi boyunca devam eden banttır. Plantar fasyanın gerilmesi kalkaneus ve metatarsofalangeal eklem arasındaki mesafeyi kısaltarak MLA'yı

yükseltmektedir. Yürümenin itme fazında, metatarsofalangeal eklem ekstansiyonu ile gerilen plantar fasya, ayağın intrinsik ve ekstrinsik kas fonksiyonlarının da etkisiyle vücut ağırlığının öne doğru aktarılması ve hareketin devam etmesinde önemli rol oynamaktadır (57, 58).

Arklar

Pasif alt sistemin sistemindeki son öğe ise arklardır. Tüm vücut ağırlığını taşıyan ve zemin yapısına adaptasyon görevi üstlenen ayağın, birinci metatars, beşinci metatars ve kalkaneus olmak üzere, zemin ile 3 temas noktası vardır (59). Bu temas noktaları arasında;

- Medial longitudinal ark
- Lateral longitudinal ark
- Transvers ark bulunmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.4. Ayak arkları; B-C: lateral longitudinal ark, A-C: medial longitudinal ark ve A-B: transvers ark (60).

Medial longitudinal ark; talus, naviküla, I.II.III. küneiform ve I.II.III. metatarsal kemiklerle şekillenmiştir. Arkın tepe noktası naviküladır ve maksimal yüksekliği yerden 15-18mm'dir. Lateral arktan çok daha esnek ve mobildir. Yerden gelen şokların absorbsiyonunda önemli bir rol üstlenir. Topuk vuruşunda ilk kuvvetin

bir kısmı kalkaneus altındaki yağ desteğinin sıkışması ile azaltılır. Bunu MLA'nın, parmak teması sırasında maksimuma ulaşan hızlı esnemesi takip eder. Medial longitudinal arkı destekleyen statik yapıların en önemlisi plantar fasyanın orta bantıdır. Plantar fasya arkın tepe noktasından yükün gelmesiyle birlikte gerilerek ark bütünlüğünün korunmasına yardımcı olur. Özellikle itme fazında metatarsofalangeal eklem ekstansiyonu ile gerilen plantar fasya arkın yükselmesini ve orta ayağın rijitleşmesini sağlar. Bu olaya çıkrık mekanizması denir (39, 47, 59). Medial longitudinal ark yapısı itibariyle yerden fazla yukarıda konumlandığında ayakta varus hareket momenti oluşturarak daha çok ayağın lateral kısmındaki yaralanmalara yol açarken, yere yakın veya yerle teması olan MLA; plantar fasit veya ayakta valgus momenti oluşturarak kinetik zincirle dizde ve kalça üzerinde rotasyonel streslerle birlikte biyomekanik bozukluklara ve yaralanmalara neden olabilmektedir (61). Tibialis anterior, tibialis posterior ve ekstansör digitorum longus kasları MLA'nın dinamik stabilizasyonuna yardımcı olmaktadır (62). Biyomekanik bozukluklardan pes planus deformitesi adölesan yaş grubunda sıklıkla karşılaşılmaktadır (63, 64). Pes planus olan ayakta, MLA mesafesi azalmakta böylece ayak taban basınç dağılımı ve denge etkilenmektedir (65-67).

Lateral longitudinal ark; kalkaneus, küboid ve 4-5 metatarsal kemikler tarafından oluşturulur. Tepe noktası küboid kemiktir ve yerden maksimal yüksekliği 3-5 mm'dir. Lateral arkın görünümü düze yakın ve medial arktan alçak olduğu için mobiliteden yoksundur. Bu yüzden lateral ark ayakta destek fonksiyonunu yerine getirmektedir (39).

Transvers ark; ayağın bir yanından diğer yanına doğru uzanmaktadır. Üç kısım halinde incelenebilir. Anterior kısım birinci ve beşinci metatarsal arasında oluşurken, midtransver kısımı küboid, üç küneiform ve metatarsal kemiklerin tabanlarından oluşur. Posterior kısımı ise kuboid kemik ve naviküladan oluşmaktadır. Küneiform kemikler kama şeklindedir ve transvers arkın temelini oluştururlar. Longitudinal arkın medial ve lateral kısımlarını, transvers ark için sütun vazifesi görür. Ayak tabanında oblik seyreden peroneus longus tendonu transvers arkın yapısının korunmasına yardımcı olur (39).

Güçlü ligamentler, kaslar ve ayak plantar yüzeyindeki fasya, arkları destekleyen yapılardır. Plantar kalkaneonaviküler ligament, kalkaneus ve naviküler kemikler üzerine bağlantılıdır ve asıl olarak medial arkı destekler. Peroneus longus kasının tendonu plantar yüzeyde bulunur ve ayağın lateralinden medialine çapraz olarak gelir. Transvers arkın şeklinin desteklenmesine yardımcı olur. Tibialis posterior, fleksör digitorum longus ve fleksör hallusis longus kasları longitudinal arkın korunmasında öncelikli yardımcı kaslardır (39, 50, 59).

2.2.2. Nöral Alt Sistem

Pasif ve aktif sistemlerde bulunan plantar fasya, ligament, eklem kapsülleri, kas ve tendonlardaki duyu reseptörlerini içermektedir. Plantar duyu, yürümenin ve dengenin kritik bir unsuru olduğu kabul edilmektedir. İntrinsik kasların duyu olarak katkıları anatomik ve biyomekanik katkılarıyla kıyaslandığında daha az öneme sahip olduğu görülmektedir. Mekanik katkılar ayağın uygun postürde olmasını dolayısıyla ayak arklarından duyusal girdilerin doğru olmasını sağlamaktadır. Ligament ve eklem kapsüllerinde bulunan reseptörlerle elde edilen duyusal girdiler yine ayak postüründe düzgünlüğü sağlamakta yardımcı olmaktadır (43).

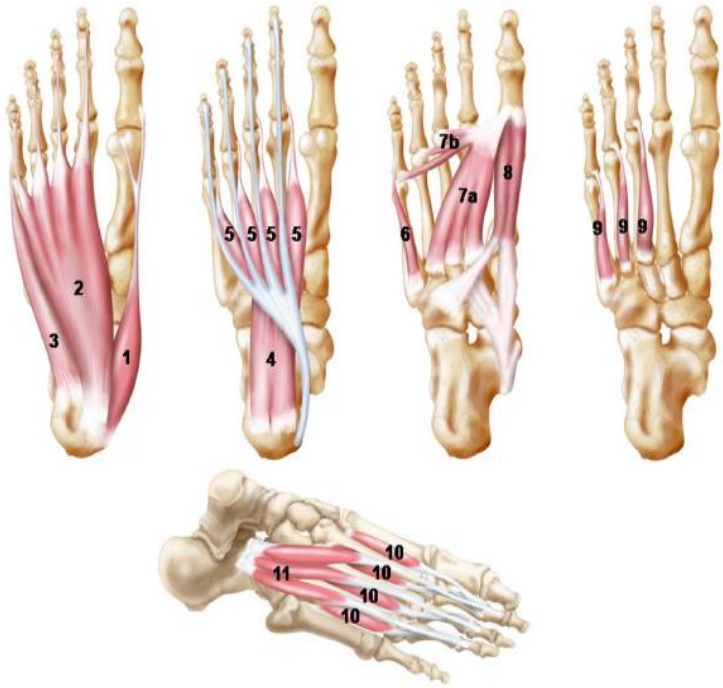
Somatosensöriyel fonksiyonlar, eklem kapsüllerinden, ligamentlerden ve hareket koordinasyonunda ve kontrolünde kullanılan kas ve kutanöz mekanoreseptörlerden alınan geniş kapsamlı duyusal bilgi ağı olarak tanımlanmaktadır. Somatosensöriyel fonksiyonlardaki bozukluklar ile ayak bileği kuvveti ve koordinasyonundaki azalmalar ayak bileği instabilitesine sebebiyet vermektedir. Ayakta duruş dengesi, genel postürün korunması ve gereken fonksiyonel aktiviteleri gerçekleştirebilmek için ayaktan propriyosepsiyon girdileri gerekmektedir. Kısa ayak egzersizinin propriosepsiyonu geliştirdiği ve dinamik dengenin iyileştirilmeside yararlı olduğu bulunmuştur (33, 43, 68-70).

2.2.3. Aktif Alt Sistem

Aktif alt sistemi ayaktaki kaslardan oluşmaktadır (43). Ayak bölgesinde intrinsik ve ekstrinsik kaslar bulunmaktadır. İntrinsik kaslar ayakta origo ve insersio yapmaktadır (39). Kesit alanları daha küçük olan bu kaslar ayağın stabilizasyonunda

görev yapmaktadır. İntrinsik kaslar ayağın hem dorsal hem de plantar yüzeyinde bulunmaktadır. Ayak intrinsik kaslarının 5 temel görevi vardır. Plantar intrinsik kaslar ayak arklarını desteklemekte ve bu kasların fonksiyonunda azalma ile ayak postüründe bozulmaya sebebiyet vermektedir. Ayak intrinsik kasları yürümeye kıyasla hızlı yürüme ve koşma gibi aktivitelerde daha aktif olmaktadır. Ayakta dik duruş pozisyonundan tek ayak üzerinde durma pozisyonuna geçerken ayak intrinsik kaslarının aktivasyonu artmaktadır. Yürüyüşün itme fazında tüm intrinsik kaslar hep birlikte çalışarak dinamik ark desteğini sağlamaktadır. Son olarak dinamik hareketler sırasında ayak intrinsik kasları ayakta durmak için platform ve hareket etmek için kaldıraç olarak ayağı desteklemektedir (39, 43). Ayak intrinsik kasları dört katmandan oluşmaktadır. Bunlar; birinci katmanda abdüktör hallusis, fleksör digitorum brevis, abdüktör digiti minimi; ikinci katmanda quadratus plantae, lumbrikal kaslar; üçüncü katmanda fleksör hallusis brevis, addüktör hallusis, fleksör digiti minimi; dördüncü katmanda plantar interossei ve dorsal interossei kaslarıdır (Şekil 2.4). Üçüncü ve dördüncü katman kasların yürüyüşün orta duruş fazından parmak kalkışına kadar aktif olarak görev aldığı belirtilmektedir (38, 39). Abdüktör hallusis, fleksor hallusis brevis, fleksor digitorum brevis kasları yürüyüşün itme fazında vücut ağırlığının yaklaşık üçte biri kadar güç ürettiği bildirilmektedir (40, 71).

Tibia ve fibuladan başlayan ve ayak bölgesinde sonlanan kaslar, ekstrinsik kaslar olarak adlandırılmaktadır (39). Bu kaslar ayakta meydana gelen hareketleri oluşturmaktadır. Ekstrinsik ayak kasları, pasif alt sistem içerisinde yer alan yapıları modüle eder ve uzun tendonları aracılığıyla ayakta hareket meydana getirir. Ekstrinsik ayak kaslarının tendonları hem longitudinal hem de transvers arkın birleşenlerini dinamik desteğini ve kontrolünü sağlamaktadır. Yine bu kaslar dinamik hareketleri sırasında ayağın absorbe etme ve itme kapasitesini geliştirirler (43). Son olarak bu kasların denge ile ilişkileri literatürde gösterilmiştir (32, 72, 73). Ekstrinsik kaslar; tibialis anterior, ekstansör digitorum longus, ekstansör hallusis longus, peroneus (fibularis) longus, peroneus (fibularis) brevis, gastrocnemius, soleus, plantaris, popliteus, fleksör digitorum longus, fleksör hallusis longus, tibialis posterior, ekstansör digitorum brevis, ekstansör hallusis brevis kaslarıdır (39).



Şekil 2.5. Ayak intrinsik kasları; 1- Abdüktör hallusis, 2- Fleksör digitorum brevis, 3- Abdüktör digiti minimi, 4- Quadratus plantae, 5- Lumbrical, 6- Fleksör digiti minimi, 7- Addüktör hallusis oblique, 8-Transverse, 9-Fleksör hallusis brevis, 10- Plantar interossei, Dorsal interossei, 11- Ekstansör digitorum brevis (43).

Ayak postüründe meydana gelen patolojik problemlerin altında yatan sebeplerden birisi ayak intrinsik kaslarının zayıflığı veya imbalansının olduğu bilinmektedir. İntrinsik kas yoğunluğu ya da disfonksiyonunun navikülayı düşürerek ayak postüründe değişiklik yaptığı bildirilmiştir. Buna ek olarak plantar aponevroz ve ekstrinsik kasların tendonlarına binen yükü arttırmaktadır. Plantar fasiit, halluks valgus ve pes planus gibi patolojik deformasyonlar ayak intrinsik kaslardaki yetersizliklerden kaynaklanabilmektedir. Kaslara yönelik verilen egzersizler bu problemleri tedavi etmek için kullanılmaktadır (29, 32, 69, 74-78).

2.3. Ayak Kor Kaslarının Değerlendirmesi

Ayak intrinsik kaslarının fonksiyonunun değerlendirilmesi direkt ve indirekt olarak yapılabilmektedir. Ancak bu testlerin fonksiyonları altın standartlarda değildir. Direkt değerlendirmeler kas kuvvetinin ve fonksiyonunun değerlendirildiği testleri ile yapılmaktadır. Manuel kas testi, el dinamometresi, pedobarografik değerlendirmeler

direkt test yöntemlerindendir. İndirekt teknikler ise ayak intrinsik bölgesine yönelik yapılan görüntüleme testleriyle yapılmaktadır. Manyetik rezonans, ultrason gibi görüntüleme sistemleri ile değerlendirilmektedir. Ayrıca ayak intrinsik kaslarının ayak biyomekaniğinde destekleyici görevleri nedeniyle ayak biyomekaniğine yönelik değerlendirmeler, bu kasların değerlendirilmesinde yer almaktadır (43, 79).

2.4. Ayak Kor Egzersizleri

Ayak taban kaslarının kuvvetlendirilmesi ayak tabanı kaslarının izole kasılmasıyla birinci metatarsofalangeal eklemi kalkaneusa doğru çekerek MLA'nın yükselmesini sağlar (32, 69). Ayak biyomekaniğinde düzelmeler dengenin daha iyi olmasını sağlamaktadır. Ayrıca ayak taban basınç merkezinin yer değiştirmesinde azalma meydana geldiği de bilinmektedir (13, 27, 76).

Yapılan çalışmalarda kısa ayak egzersizi, parmak ucuna kalkıp yürüme, parmak fleksiyon, baş ve diğer parmakların ekstansiyon egzersizlerinin kalkaneusu birinci metatarsofalangeal ekleme yaklaştırdığı görülmektedir. Yine çizgide geri yürüme, öne ağırlık aktarma ve parmak abdüksiyon egzersizleri sırasında ayak kor kaslarının aktive olduğu da gösterilmektedir (33-35, 43, 70, 72, 80, 81).

Ayak kor bölgesine yönelik verilen egzersizler abdüktör hallusis kasını aktive ederek MLA'nın yüksekliğini desteklemektedir. Kısa ayak egzersizi abdüktör hallusis kasını en fazla aktive eden egzersiz olarak bilinmektedir (Şekil 2.5) (30, 35, 80, 82-84). Ayrıca parmak abdüksiyon, halluks ekstansiyon ve ikinci-beşinci parmak ekstansiyon hareketleri (85) ile parmak fleksiyon egzersizi, öne salınım egzersizi ve geri yürüme egzersizleri de yine abdüktör hallusis kasını aktive etmektedir (86). Bu egzersizlerin fleksor digitorum brevis, abdüktör digiti minimi, quadratus plantare, fleksör digiti minimi, addüktör hallusis oblikus, fleksör hallusis brevis ve interosiya ve lumbirikal kasları farklı oranlarda aktive ettikleri bilinmektedir (85). Kısa ayak egzersizlerinin en fazla abdüktör digiti minimi ve abdüktör hallusis kaslarını aktive ettiği (85); bununla birlikte tibialis anterior kasının da aktive olduğu gösterilmiştir (62).



Şekil 2.6. Kısa Ayak Egzersizi (43).

Uzun mesafe koşu sporcuları üzerinde yapılan ayak kor egzersizlerinin etkinliğinin ayak biyomekanik değerleri ile denge, mobilite, kuvvet, koordinasyon ve nöromusküler kontrolünü üzerindeki etkileri değerlendirildiği çalışmalarda, ayak kor egzersizlerinin sporcular üzerinde olumlu katkısının olduğu görülmektedir (34). Sporcular üzerinde yapılan diğer çalışmalarda ise ayak ve ayak bileği egzersizlerinin yaralanma sıklığını azalttığı, ayak kaslarının aktivasyonu ve denge üzerine olumlu etkisi olduğu gösterilmektedir (31, 34, 35, 87).

Ayak kor bölgesindeki kaslara yönelik verilen egzersizler ayak biyomekanisi, ayak denge, pedobarografik değerler, kas kuvveti ve sportif performanslar üzerine fonksiyonel yanıtları olmaktadır. Ayak intrinsik kaslarına yönelik verilen egzersizlerin kasların anatomik kesit alanlarında artışa sebep olduğu bilinmektedir (29). Ayak kor kaslarına verilen uzun süreli egzersizlerle bu kasların kuvvetlendirilmesi ile ayak üzerinde taban temasından sonraki yüklenmeye karşı toleransı artmaktadır. Ayak kaslarının kuvvetlendirilmesi ile kümülatif yüklemenin azalması, şok absorbsiyonun azalmasına ve ayak-ayak bileği hareketlerinin ve postüral yapısının daha iyi kontrol edilmesine sebebiyet vermektedir (29, 31, 33, 43). Ayrıca intrinsik kasların ayağın stabilitesini desteklemekle birlikte ve MLA'nın dinamik desteklenmesini de sağlamaktadır (32, 43, 68, 70, 86). Bu durum ayak tabanının yerle temas alanlarındaki basınç dağılımlarını daha düzgün hale getirmektedir (84). Ayak pronasyona gittiğinde ayak taban basınç dağılımları bozulmakta ve ayak başparmağı medial orta ayak ve ön ayak orta bölümüne daha fazla basınç vermektedir (84). Ayrıca ayak intrinsik kaslarına yönelik verilen egzersizler ile MLA'nın desteklenmesi, yürüyüşün itme fazında vücudu öne doğru itilmesi ve vücut ağırlığının taşınması sağlamaktadır (26). Ayak kor bölgesinin kuvvetlendirilmesi kas iskelet sistemine girdi sağlaması ve statik-dinamik

aktiviteler sırasında stabilite isteklerini karşılayarak vücudun fonksiyonları ve dengesi üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir. Ayak kuvvetlendirilmesi ile genç yaştaki bireylerin sıçrama performansları artarken yaşlı bireylerin düşme riskinin azaldığı kaydedilmiştir (29, 31). Ayak biyomekaniğinin, dengesinin, kas kuvvetinin ve ayağın yerle temasta olan bölgelerdeki düzelme ile ayak bölgesinde yaralanmaların azalabileceği görülmektedir (26, 31, 34, 70, 77). Medial longitudinal arkın normale göre yere daha yakın olması, ayağın pronasyonda olmasına sebebiyet vermektedir. Ayak intrinsik kaslarının yorgunluğuyla birlikte ayakta pronasyon momenti oluşmaktadır. Ayak pronasyonu akut yaralanmalar ve tekrarlı yaralanmaların oluşmasıyla ilişkilidir (35). Ayak kor kaslarının zayıf olmasıyla ayakta pronasyon meydan gelmektedir. Ayakta oluşan pronasyonun ise dorsi fleksiyon hareketini limitlediği bilinmektedir. Bu durum plantar fasya üzerinde stres meydana getirmekte ve plantar fasiit oluşumuna sebebiyet verdiği bildirilmektedir. Bu limitlenmenin hamstring kasının esnekliğini azalttığı da ifade edilmektedir (88, 89). Ayrıca aşırı pronasyon tibia üzerinde internal rotasyon momenti oluşturmakta ve diz eklemi üzerinde aşırı yükleme ile alt ekstremitenin proksimal bölümlerinde biyomekaniksel değişimleri meydana getirebilmektedir (35).

2.5. Ayak ve Denge

Denge, aktiviteler sırasında vücudun ağırlık merkezinin destek yüzeyi içerisinde tutabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Çok yönlü duyusal bilgiler ile kasların koordineli olarak çalışmasıyla oluşmaktadır. Denge vestibular, vizüel ve somatosensorial sistemlerden gelen geri bildirime ve nöromusküler yapıların düzgün ve koordineli çalışması ile meydana gelmektedir. Ayak ve ayak bileğinde yer alan eklem, kas ve ligamentlerden gelen proprioseptif bilgiler ile tabandan gelen kuteneal girdiler ile vücudun aktiviteler sırasında pozisyonunu korumak için yer çekimine bağlı dengeyi bozan kuvvetlere karşı ayaklarla yere karşı bir kuvvet uygular. Statik ve dinamik olarak denge iki kolda incelenebilir. Statik denge, hareketsiz durma sırasında minimal hareket ile destek yüzeyi üzerinde kalabilme olarak tanımlanır. Dinamik denge ise hareketler sırasında oluşan postüral değişikliklere karşı uygun yanıt vererek dengeyi sağlama kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Kısaca denge ayakta durma veya oturma pozisyonlarında vücudun belirli postüral pozisyonunun korunması sağlarken, istemli hareketlerin yapılmasını kolaylaştırması için postüral değişikliklere adaptasyon

sağlayıp, ani hareketler sırasında ise dış etkenlere karşı dengenin geri kazanılmasını sağlamaktadır (90-93). Dengenin sağlanması vücut ağırlığının düzgün şekilde alt ekstremiteden yere aktarılmasıyla gerçekleşir. Vücut ağırlığının yerle temas noktasındaki destek yüzeyi ayaklardır. Ayakta dik duruş sırasında ağırlık her iki ayağa eşit dağılmaktadır. Distale doğru ağırlık aktarımı yapılırken, ağırlık önce tibia üzerinden talusa aktarılır. Vücut ağırlığı topuk bölgesinden ve birinci ve beşinci metatarslarların başlarından yere aktarılmaktadır. Ağırlığın beşte üçü kalkaneus üzerine gelirken geri kalan beşte ikisi metatars başlarında bulunmaktadır (94, 95). Metatars başlarına binen ağırlık ise 1/3'ü birinci metatars başında 2/3'ü ise diğer metatars başlarında taşınır (96).

2.4. Ayak ve Yürüyüş

Yürüme periyodu, ayağın topuk vuruşundaki yerle olan teması ile aynı ayağın bir sonraki yerle temasına kadar geçen süre olarak tanımlanmaktadır. Ayağın yerle olan temas süresine yürümenin duruş fazı denilirken, sallanma fazı ise ayağın yerle temasının olmadığı ve bacağın ileriye doğru salınım yaptığı sürece denmektedir. Normal yürüyüş periyodunun %60'ını duruş fazı oluştururken, %40'ını sallanma fazı oluşturmaktadır. Her iki ayağında yerle temas içerisinde olduğu zaman dilimine ise çift destek fazı denilmektedir. Duruş fazını bölümlere ayırdığımızda; yerle temas ilk olarak topuk vuruşu ile olmaktadır. Devamında taban teması ile ayak tabanına uygulanan kuvvet miktarı tüm ayağın plantar yüzeyine doğru yayılmaya başlar. Orta duruş fazı ile ayak yerle tam temas sağlamaktadır. Gövdenin öne hareketinin devam etmesiyle topuk kalkışı ve parmak kalkışı ile ayağın yerle olan teması kesilir ve sallanma fazına geçiş yapılır. Sallanma fazı ise alt ekstremitenin boyunun kısalarak öne doğru hareketinin sağlandığı bölümdür. Akselerasyon, orta sallanma ve deselerasyon bölümlerinden oluşmaktadır (2, 3, 96-98).

Duruş fazı sırasında ayak tabanında oluşan kuvvetlerin yayılımın düzgün olması ile stabilitenin ve dengenin desteklenmesini sağlamaktadır. Ayak taban basınç analizindeki amaç yapılan ölçümlerle ayaktaki postüral ve biyomekanik deformiteleri detaylı olarak göstermektir. Buradan elde edilen bilgilerle anormal postur yapısının varlığı ve ayağın fonksiyonu hakkında bilgi verir (99, 100). Normal yürüyüş sırasında yapılan ayak taban basınç değerlendirmelerinde; topuk temasında basınç merkezi

kalkaneusun ortasında gözlemlenmektedir. Basınç merkezi devam eden süreçte ayağın lateralinden ön ayağa doğru ilerleyerek metatars başlarına doğru ilerler. Merkezi ikinci ve üçüncü metatars başında bulunan ayak taban basıncı daha sonrasında parmak kalkışı ile haluksun üzerinde gözlenmektedir (95, 96). Bu süreçte ayakta ölçülen en yüksek basınç noktaları sırasıyla halluks, ikinci-dördüncü metatarslar, kalkaneus, birinci metatars, beşinci metatars ve orta ayak üzerinde olmaktadır. Halluks üzerine basınç yaklaşık orta ayakta ortaya çıkan basıncın beş katı kadar olmaktadır. Ayağın yerle temas alanında geçilen süreler incelendiğinde ise en uzun süre sırasıyla ikinci-dördüncü metatarslar, birinci metatars, beşinci metatars, halluks, orta ayak ve topuk üzerinde geçmektedir (95).

2.7. Voleybol

Voleybol sporu basketbol ve futboldan sonra dünyada en fazla oynanan takım sporlarından bir tanesidir (101). Uluslararası Voleybol Federasyonu tarafından "File ile ortadan ikiye bölünmüş bir saha üzerinde iki farklı takım tarafından bir top ile oynanan bir takım sporu" olarak tanımlanmıştır (102). Voleybolda temel olarak smaç, blok, top karşılama, pas ve servis hareketleri yapılmaktadır. Bu hareketler sırasında sıçrama, koşma, çökme ve vurma gibi farklı aktivitelerin tekrarlı olarak yapılması gerekmektedir (103). Voleybolun, ortalama 30-60 saniye süren oyun ile kısa süreli yüklenme ve dinlenme evrelerinden oluşan, 2-3 saatte kadar uzayabilen maç süreleri ile aerobik ve anaerobik bir spor dalı olduğu bildirilmiştir (103, 104). Bu nedenle kuvvet, çeviklik, dayanıklılık, esneklik ve koordinasyon gibi tüm temel fonksiyon ve sportif yeteneklerin olması gerektirdiği ifade edilmiştir (105, 106). Voleybolda sporcuların şiddetli hareketleri kısa aralıklarla tekrarlayabilecek kadar yüksek fiziksel kapasiteye sahip olmaları gerekmektedir (11). Voleyboldaki temel hareketler incelendiğinde, sıçrama ve sonrasında yere iniş hareketlerinin çokça tekrarlandığı bilinmektedir. Kas kuvveti, çeviklik ve patlayıcı kuvvet sıçrama için önemlidir. Ayak biyomekanisi, denge, stabilizasyon ve taban teması ise yere inişte rol oynamaktadır. Sporcuların bu parametreleri uygun gelişim kaydetmeleri performanslarını arttırmaktadır (107).

Voleybol hızlı hareketlerin kombine olarak yapılmasını gerektirmektedir. Bu da oyuncuların kas iskelet sisteminin yüksek performans sergilemesine yol

açmaktadır. Uzun süreli yapılan tekrarlı hareketler sporcuların kas iskelet sistemine zarar verebilecek yaralanmalara sebebiyet verebilmektedir (18). Futbol, hentbol, basketbol vb. gibi rakip takım oyuncusuyla temas olan sporlarla karşılaştırıldığında voleybol; sahanın file ile iki bölüme ayrılması nedeniyle göreceli olarak güvenli ve yaralanma açısından daha az riskli spor dalı olarak görülmektedir (15, 108). Buna rağmen voleybolda hem yatay düzlemde hem de dikey düzlemde hızlı, tekrarlı ve kuvvet harcanan hareketlerin olması sebebiyle yaralanmalar meydana gelmektedir (109). Çalışmalarda voleybol sporunda oluşan yaralanma insidansı ortalama olarak 3.05/1000 saat olduğu bildirilmiştir (17). Ayak bileği ve ayak bölgesinde meydana gelen yaralanmalar tüm yaralanmaların neredeyse yarısını oluşturmaktadır (8, 16, 20). Seri ve tekrarlı hareket kombinasyonlarını içeren voleybol sporunun temel hareketleri olan smaç vurma, bloklama, pas atma gibi hareketler, vertikal düzlem üzerinde yapılan sıçramalar ile meydana gelmektedir (16). File önünde yapılan sıçramalardan sporcuların kendi ve takım arkadaşlarının ayaklarına basmaları veya yere iniş sırasında yanlış teknik kullanımı ile ayak bileğinde ve diz bölgesinde yaralanmalar meydana gelmektedir. Bunların en sık olanı ayak bileğinin lateral yönde spraini olduğu görülmektedir (20, 24, 110). Sıçrama sonrası yere iniş sırasında sporcular yer ile ilk teması çift veya tek ayak ile yapabilirken, bu sırada plantar fleksiyon ve inversiyon hareketi ile iniş yapması, ayak bileğindeki bağ yapılarının gerilmesine veya kopmasına sebebiyet verebilmektedir. Sporcularda iniş sırasında ayağın doğru pozisyonlanmasında ayak bileğinin biyomekanik özellikleri, kas kuvveti, denge ve ayak stabilizasyonu önemli yer tutmaktadır (10, 71).

Voleybol sporundaki yüksek fiziksel performans gereksiniminin karşılanabilmesinde, ayağın statik ve dinamik koşullar altında diziliminin düzgünlüğü ve fonksiyonel yeterliliği son derece önemlidir. Ayak kor egzersizlerinin dizilim ve fonksiyonellik üzerindeki olumlu etkileri, sporcuların ayak postürlerini destekleyerek gerek performanslarının artması, gerekse yaralanmaların önlenmesi açısından değerlidir. Bu kapsamda sporcuların rutin antrenman programına ilave uygulanacak ayak kor egzersizleri ile sporculara katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma deneysel prospektif bir çalışma olarak planlandı. Çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Etik Kurulu'ndan, 27.12.2019 tarih, 73 sayılı etik kurul izni alındı (EK 1).

3.1. Bireyler

Çalışmaya Halkbank Spor Kulübü'nde voleybol oynayan, çalışmaya katılmak için gönüllü olan, erkek adölesan voleybol sporcuları dahil edildi. Sporcular önce çalışmanın içeriği hakkında yazılı ve sözlü olarak bilgilendirildi ve çalışmaya gönüllü olarak katıldıklarına dair imzalanmış "Bilgilendirilmiş Onam Formu" alındı (EK 2). Ayrıca 18 yaşından küçük olan sporcuların gönüllü katılım onayı için hazırlanan "Veli Onam Formu" ile velilerin izin vermeleri sonucu sporcular araştırmaya dahil edildi (EK 3).

3.1.1. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

- Araştırmaya gönüllü olarak katılan,
- Adölesan yaş grubunda (11-19 yaş) olan (111),
- Aktif spor yapan erkek voleybolcular araştırmaya dahil edildi.

3.1.2. Araştırmadan Dışlanma Kriterleri

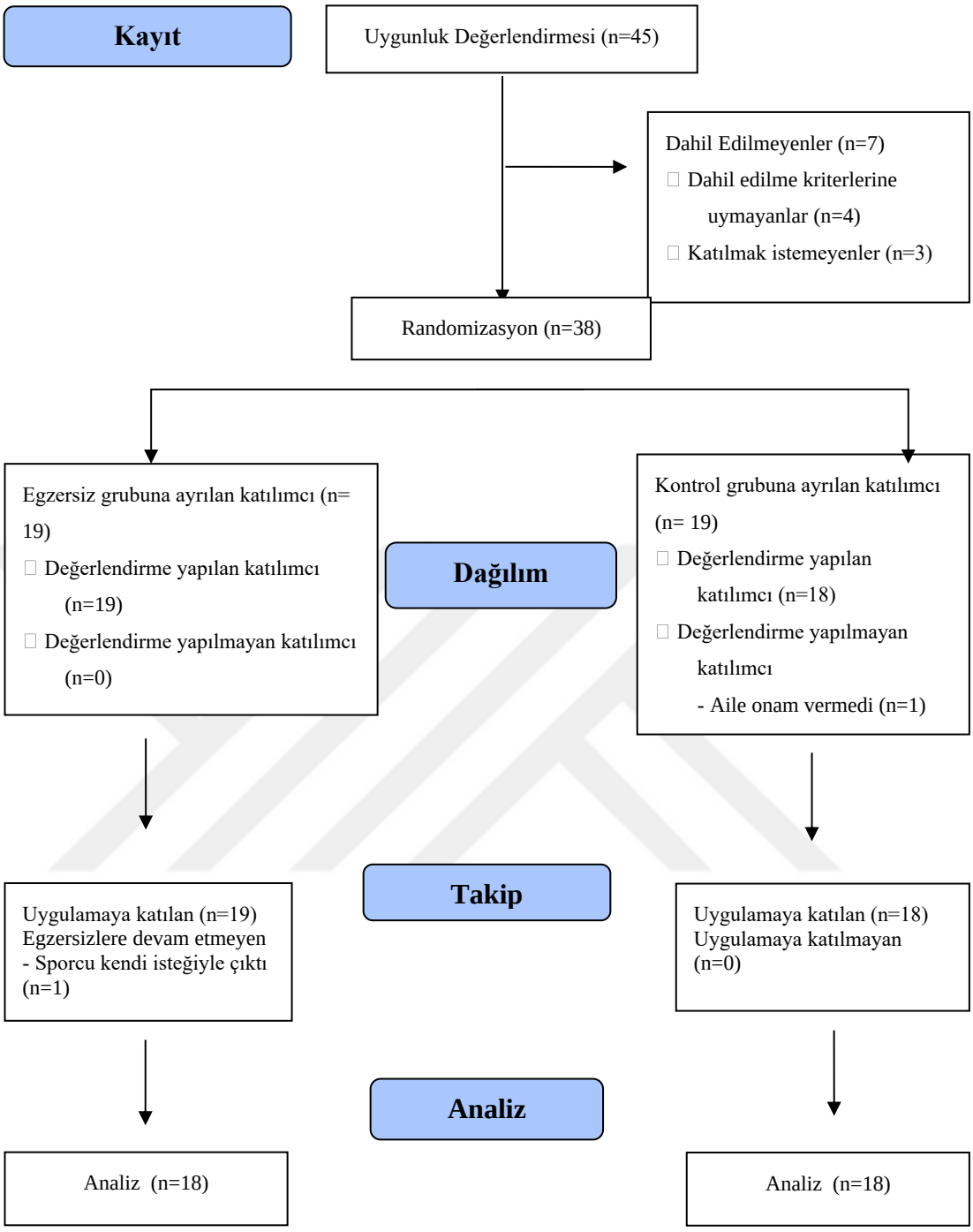
- Son 6 ayda ayak bileğiyle ilgili yaralanma geçiren,
- Değerlendirme parametrelerini yapamayacak akut kas-iskelet sistemi yaralanması olan sporcular çalışmaya alınmadı.

3.1.3. Araştırmadan Çıkarılma Kriterleri

- Çalışma sürecinde egzersiz devamlılığı olmayan,
- Çalışmadan ayrılmak isteyen sporcular araştırmadan çıkarıldı.

Çalışmaya katılacak sporcu sayısının belirlenmesinde, Zouita ve arkadaşlarının sporcular üzerinde yaptıkları çalışmada sekiz haftalık egzersiz programının etkilerini izokinetik değerlendirme yöntemi ile değerlendirdiği çalışma dikkate alındı (112). Buna göre ayak plantar fleksiyon 120 dereceki pik tork değerleri (49.96±15.75 (Nm) ve 65.15±17.05 (Nm)) alındığında; %80 güç ve 0.05 Tip 1 hata ile her bir grupta en az 16 bireyin olması gerektiği belirlendi. Tedavi programına devam etmeyecek bireyler olabileceği düşünülerek, her bir grupta birey sayısının %20 arttırılarak en az 19 birey alınması planlandı .

Çalışma kapsamında 45 sporcu ile görüşme sağlandı. Sporculardan üçü çalışmaya dahil olmak için gönüllü olmadı. Dört sporcu çalışma kriterlerine uymadığı için çalışmaya alınmadı. Çalışmada devam eden süreçlerde toplam iki sporcu çalışmadan ayrıldı (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Akış diyagramı.

3.2. Yöntem

Sporcular kontrol grubu ile "Ayak Kor" egzersiz protokolünün uygulandığı egzersiz grubu olmak üzere iki gruba ayrıldı ve her iki grubun sonuçları karşılaştırmalı olarak takip edildi. Tüm sporcular rutin olarak yapılan ısınma, top antrenmanı, kuvvet–beceri antrenmanlarına ve maç programlarına devam ettiler. Sporcuların gruplara ayrılma sürecinde tüm sporcular rastgele ve 1:1 oranına göre web tabanlı randomizer (https://www.randomizer.org) yazılımı kullanılarak kontrol ve egzersiz gruplarından birine atandı (113). Sporculara egzersizlerin öğretilmesi, egzersizlerin kontrolü ve egzersizlerin zorluk seviyeleri araştırmacı tarafından takip edildi. Sporcular, haftanın iki günü antrenman salonunda araştırmacı tarafından birebir görüşülerek takip edilirken, diğer günlerde de çevrimiçi bir platorm kullanıldı. Sporcuların egzersiz takibi bu yollar ile yapılıp egzersizlerle ilgili soruları cevaplandı. Sporcular sekiz hafta boyunca araştırmacının takibinde egzersizleri yaptılar.

Sporcuların demografik bilgileri ile fiziksel özellikleri kaydedildi. Sporculara biyomekanik ölçümler ve performans testleri uygulanarak, tüm sezon boyunca karşılaştıkları yaralanmalar kaydedildi. Çalışmamız için uygulanan değerlendirmeler Halkbank Spor Kulübü imkanları ve antrenman sahaları kullanılarak gerçekleştirildi.

Tüm sporculara eşit şartlarda antrenmanların yüklenilmesi amacıyla, bir önceki sezon sonrası dinlenme periyodunu takiben antrenmanların başlamasından hemen önce ilk değerlendirmeleri yapıldı. Sekiz haftalık süreç boyunca tüm sporcular benzer antrenman programlarını uygulayarak, eşit antrenman yüküne maruz bırakıldılar. Bu süreçte egzersiz grubuna ayrıca ayak kor egzersiz programı da uygulandı. Çalışmamız sezon başlangıcından hemen önce grçekleştirildiği için tüm sporcuların antrenman ve maç sırasındaki pozisyon dizilimleri sürekli farklılık gösterdi. Bu da takımın maçlar için ana takım sporcuları seçilmediğinden dolayı her sporcunun eşit seviyede antrenman yapmasına olanak sağladı.

3.3. Değerlendirme Parametreleri

Sporcuların tüm değerlendirme sonuçları araştırmacı tarafından hazırlanan sporcu değerlendirme formuna kaydedildi (EK– 4).

3.3.1. Demografik Bilgileri ve Fiziksel Özellikleri

Sporcuların yaş, boy, vücut ağırlığı, sporcu yaşı, oynadığı mevki, geçmiş yaralanmaları ve var olan yaralanmaları ile cerrahi operasyonları kaydedildi. Vücut kütle indeksi (VKİ) değerleri vücut ağırlıklarının boy uzunluğunun karesine bölünmesi ile hesaplandı. Bu değerler kg/m^2 olarak kaydedildi. Sporcuların dominant tarafları kaydedildi. Sporcuların oynadıkları mevkiler; pasör, smaçör, orta ve libero olarak kaydedildi.

3.3.2. Ayak Biyomekanik Değerlendirilmesi

Sporcuların ayak biyomekanik değerlendirmesi literatürde güvenilirlikleri olan testler olan naviküler düşme testi (ICC 0.88-0.93) (114), halluks valgus açısı (ICC 0.82-0.91) (115), metatarsal genişlik (ICC 0.71-0.82) (116) ve subtalar eklem açısı (ICC 0.75-0.91) (117) ölçümleriyle değerlendirildi.

Naviküler Düşme Testi

Oturma pozisyonunda ayağa ağırlık verilmeksizin ölçülen naviküler yükseklik ile ayakta dururken ayağa ağırlık verilerek ölçülen naviküler yükseklik arasındaki fark kaydedildi. Bu test ile ayaktaki pronasyon miktarını ölçmek için kullanıldı. Sporcular çıplak ayakla sandalyede otururken ayaklarında medial malleolun yaklaşık iki santimetre önünde ve altında palpasyonla belirlenen naviküler tüberkül işaretlendi ve zeminle arasındaki mesafe kaydedildi. Akabinde sporcudan ayağa kalkması istenerek ağırlık aktarımı esnasında zeminle naviküler tüberkül arasındaki mesafe tekrar ölçüldü. İki ölçüm arasındaki fark santimetre cinsinden naviküler düşme miktarı olarak kaydedildi (114, 118). Naviküler düşme testi ölçüm sonuçlarına göre fark 5-9 mm arası normal, 10 mm ve üzeri pronasyon, 4 mm ve altı supinasyon olarak değerlendirilmiştir (119).

Halluks Valgus Açısı

Proksimal falanks ile birinci metatarsın uzun eksenleri arasındaki açı ayağın üst dorsal kısmından gonyometre ile ağırlık verilmiş olarak ölçülerek ‘derece’ cinsinden kaydedildi. Gonyometrenin pivot noktası birinci metatarsofalangeal ekleme

yerleştirildi, bir kolu birinci metatarsal kemiğe, diğer kolu proksimal falanksa paralel olacak şekilde yerleştirilerek ölçüm gerçekleştirildi (120). Normal değeri 5°-15° arasındadır (121).

Metatarsal Genişlik Ölçümü

Ayağın yere teması halinde metatarsal düzeydeki medial ve lateral konkaviteleri arasındaki en geniş mesafe kumpas ile ölçüldü. Ayağa ağırlık verilerek yapılan ölçümler kaydedildi (122).

Subtalar Eklem Açısı

Subtalar eklem açısının ölçümü, sporcu ayakta dik dururken; arka ayak (kalkaneus) longitudinal ekseni ile alt bacağın distal üçte birinin vertikal orta hattının arasındaki açı gonyometre ile ölçüldü. Valgus yönündeki değerler (-), varus yönündeki değerler (+) olarak derece cinsinden kaydedildi (117). Açısal olarak her iki yönde de 5 dereceye kadar olan değerler normal kabul edilmektedir (123).

3.3.3. Pedobarografik Değerlendirme

Sporcuların ayak taban basınçlarının ölçümü *freemed* (*Sensor Medica Inc., Rome, Italy*) marka pedobarografi cihazı ile yapıldı (Şekil 3.4) (124). Bu sistemle statik (ayakta) ve dinamik (yürürken) olarak ayak tabanı basınçları ölçüldü. Cihazın basınç ölçüm platformu 500x600x20 mm büyüklükteki genel çerçeve içerisindeki algılayıcı alan içermektedir. Statik değerlendirme yaparken, vücut ağırlığını platform üzerinde belirli bir tarafa yönlendirmemeleri ve sporcuların odaklanması için sabit bir noktaya bakmaları istendi. Platform üzerinde ayakta dururken sporcular statik duruş veriler ile değerlendirildi. Burada medial-lateral ve antrerior-posterior değerlendirmeler yapıldı. Dinamik değerlendirme için cihaz üzerinde normal yürümeye devam etmesi ve normal adım ile basınç platformuna basması için platform önce ve sonrasına mat konuldu. Platform üzerinde hareketsiz durma veya platforma yanlış basma durumlarında sporcular tekrar yürütüldü. Dinamik ölçümde, normal yürüyüşteki ayak taban basınç dağılım ve ayak yüzey temas alanı üzerindeki oluşan hata oranları değerlendirildi. Buradaki hata oranları cihazın kendi içerisindeki yazılım ile hesaplandı. Normal yürüyüşe göre ayak taban basınç dağılım miktarı ve taban

basınç dağılım yerlerindeki sapmalar kaydedilerek, oluşan hata oranları kaydedildi. Ölçümler her iki ayak için üçer kez yapıldı (124, 125).



Şekil 3.4. Ayak pedobarografik değerlendirmesi.

3.3.4. Denge Değerlendirilmesi

Sporcuların denge ölçümleri güvenilirliği test edilmiş olan (ICC 0.89-0.93) *Biodex Balance Systems SD* (*Biodex Medical Systems, Shirley, NY, 11967-0702, USA*) cihazı ile yapıldı (126). Sporculara her iki dizde *Athletic Single Leg* protokolü uygulandı. Test çıktıları toplam denge, medial-lateral indeks ve anterior-posterior indeks olarak kaydedildi. Sporcular platform stabilitesi ayarlanmış cihaz üzerinde 20 saniye boyunca tek ayak ve eller göğüs hizasında çaprazlanmış olarak dengede kalmaya çalıştılar (Şekil 3.3). Bu işlem 10 saniye dinlenme periyotları verilerek üçer kez tekrar edildi. Elde edilen en iyi değer kaydedildi. Dengeleri bozulup yan taraflardaki barlara dokunmaları halinde test tekrarlandı (126, 127).



Şekil 3.3. Denge değerlendirilmesi (128).

3.3.5. Kassal Kuvvet ve Endurans Değerlendirilmesi

Ayak bileğinin plantar-dorsifleksiyon kuvvet ölçümleri literatürde güvenilirliği gösterilen (ICC 0.78-0.93) izokinetik değerlendirme yöntemi ile *BiodexSystem 3 Pro* (*Biodex Medical Systems Inc., USA*) izokinetik cihazı kullanılarak yapıldı (129). İzokinetik değerlendirme öncesi sporculara 15 dakika ısınma yaptırıldı. Sporcular dik oturur pozisyonda, dinamometrenin hareketli kolunun hareket ekseni, ayak bileği ekleminin hareket eksenine göre ayarlandı. Sporcular +20º plantar fleksiyon, -10º dorsi fleksiyon hareket sınırında, 30º/sn., 60º/sn., 120º/sn. hızlarında teste alındı (Şekil 3.2). 30º/sn. ve 60º/sn. kassal kuvvet değerlendirilmesi için kullanılırken, 120º/sn. kassal endurans değerlendirmesi için kullanıldı (130). Değerlendirme konsantrik olarak yapıldı. Değerlendirme sonuçları pik tork (newtonmetre) ve toplam iş (*joule*) olarak verildi (129, 131, 132).



Şekil 3.2. Ayak bileği kas kuvveti değerlendirilmesi.

3.3.6. Sportif Performans

Anaerobik Kuvvet Değerlendirilmesi

Anaerobik kuvvet değerlendirilmesi güvenilirliği olan dikey sıçrama testiyle (ICC 0.93-0.97) değerlendirildi (133). Sporculardan ayakkabısız olarak duvara yan durup iyice yaslanarak kolları yukarı kaldırıp, elin parmak uçlarıyla olabildiğince en üst noktaya dokunmaları istendi. Dokunulan nokta not alındı. Sporculardan kollarından güç almadan sıçrayarak en yukarı noktaya dokunarak iz bırakmaları istendi. Dokunulan nokta not edildi. İki nokta arasındaki fark kaydedildi. Üçer kez tekrar edilip en iyi fark derecesi santimetre cinsinden kaydedildi (134).

Hız Değerlendirilmesi

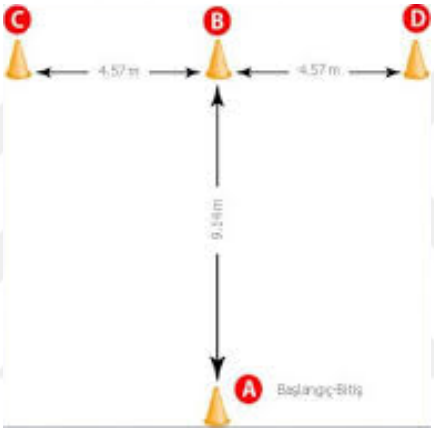
Hız değerlendirilmesi güvenilirliği olan (ICC 0.71-0.91) otuz metre koşu testi ile değerlendirildi (135, 136). Bir çıkış çizgisi belirlenip sporcu, 30 metrelik mesafeyi en yüksek hızda koşup bitirildi. Süre kronometre ile saniye cinsinden ölçüldü. Üçer kez tekrar edilip en iyi derecesi alındı.

Kassal Endurans Değerlendirilmesi

Ayak bileğinin kassal enduransının değerlendirilmesi güvenilirliği olan topuk kaldırma testi (ICC 0.78-0.96) ile değerlendirildi (137). Sporcuların ayak bileği plantar fleksör kaslarının dayanıklılığı değerlendirildi. Sporcuların ayakta sabitken topuklarını yerden temasını kesecek şekilde yukarı doğru kaldırıp ve sonra tekrar aynı pozisyona geri dönmesi istendi. Sporcuların sadece dengelerini sağlayabilmeleri için parmaklarıyla duvara temas etmelerine izin verilerek uygulandı. Yerden beş santimetre yükseğe gerilen ipe topuğu değdirilmesi istendi. Yorgunluk ya da yapamama durumunda test sonlandırıldı ve testin sonunda ulaşılan tekrar sayıları kaydedildi (138).

Çeviklik Değerlendirmesi

Sporcuların çeviklik performansları güvenilirliği olan T testi (ICC 0.95-0.98) ile değerlendirildi (139). Parkuru hazırlamak için 4 koni parkura şekil 3.5'deki gibi dizildi. Komut verildiğinde "A" konisinden "B" konisine kadar düz koşu ile koşması istendi. Sonra sola "C" konisine doğru yan koşu ile koşup dokundu. Sonra sağa doğru "D" konisine yan koşarak sağ eli ile dokundu. Sonra "B" konisine yan koşu ile gelip sol el ile dokunduktan sonra "A" konisine geri koşu ile geri dönmeleri istendi. Bu testte sporcuların tam dinlenmeleri sağlandı. Test üç kez tekrar edildi. Sporcunun en iyi olan süresi kaydedildi (140).



Şekil 3.5. T-test protokolü (40).

3.3.7. Yaralanma İnsidansı ve Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Yaralanma insidansı; sporcu takip formu ile takip edildi. Voleybol sezonu boyunca sporcularda antrenmanlar ve maçlar süresince meydana gelen yaralanmalar kaydedildi. Yaralanmaların kaydedilen nitelikleri; yaralanma bölgeleri, yaralanma mekanizması (akut veya kronik), yaralanma ciddiyeti, yaralanma zamanı (antrenman, maç), kaçırdığı maç ve antrenman sayısı dikkate alındı (EK -5).

3.4. Egzersiz Programı

Sporculara verilen tüm egzersizler her bir sporcuya tek tek öğretildi. Her bir egzersiz doğru bir şekilde yapıldıktan sonra bir sonraki egzersize geçildi. Ayrıca sporcuların daha iyi öğrenebilmesi için egzersiz kitapçığı hazırlandı ve egzersiz grubundaki tüm sporculara verildi (EK-6). Sporcuların egzersizlerin zorluk seviyelerinin değişimleri ve egzersizlerin doğru şekilde uygulanmasının kontrolü antrenman yerlerinde çalışmadan sorumlu araştırmacı tarafından gerçekleştirildi. Ayrıca çalışmaya katılan sporcuların hem egzersiz takibi hem de yaralanma ve yaralanma özelliklerini öğrenmek için ayrıca çevrimiçi bir platformda gruplar kuruldu. Bu platformdan da egzersizlerin açıklayıcı video ve fotoğraf gösterimleri paylaşıldı ve sporcuların takip edilmesine eş zamanlı olarak buradan da devam edildi. Günlük olarak paylaşımlar yapıldı ve sporcuların geri dönüşleri takip edildi.

3.4.1. Kısa Ayak Egzersizi

Diz ve ayak bileği 90 derece fleksiyon pozisyonunda iken, başparmak bükülmeden birinci parmağı topuğa doğru çekerek egzersiz yapıldı. Topuk ve parmaklar yerden kaldırılmadı. Hareket yapılırken; bu pozisyonda beş saniye beklendi (35). Tekrar başlangıç pozisyonuna dönüldü (Şekil 3.6). Zorluk seviyesi üç seviye oldu. Hareketlerin tüm tekrarları rahatlıkla yapıldığında, üst seviyeye geçildi. Birinci seviye sporcu oturma pozisyonunda iken bir set ve 10 tekrar, ikinci seviyede sporcu ayakta iken bir set ve 10 tekrar ve üçüncü seviyede ise tek ayak üzerinde iken bir set ve 10 tekrar olarak yapıldı (34).



Şekil 3.6. Kısa ayak egzersizi.

3.4.2. Parmak Fleksiyon Egzersizi

Sporcular ayak parmaklarını bükerek topuğuna doğru çekilmesi istendi. Hareket yapılırken; bu pozisyonda beş saniye beklenildi. Tekrar başlangıç pozisyonuna dönüldü (34). Zorluk seviyesi üç seviye oldu. Hareketlerin tüm tekrarları rahatlıkla yapıldığında, üst seviyeye geçirildi. Birinci seviye sporcu oturma pozisyonunda iken bir set ve 10 tekrar, ikinci seviyede sporcu ayakta iken bir set ve 10 tekrar ve üçüncü seviyede ise sporcu ayakta iken iki set ve 10 tekrar olarak yapıldı (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Parmak fleksiyon egzersizi.

3.4.3. Topuk Kaldırma Egzersizi

Sporcu ayakta dik duruşta iken, topuğunu kaldırıp parmak uçlarına kalkıp ve tekrar eski pozisyonuna geri dönecek şekilde egzersizi yaptırıldı (Şekil 3.8). Zorluk seviyesi üç seviye olarak ayarlandı. Hareketlerin tüm tekrarları rahatlıkla yapıldığında, üst seviyeye geçildi. Birinci seviye sporcu ayakta iken iki set ve 10 tekrar, ikinci seviyede sporcu ayakta iken üç set ve 10 tekrar ve üçüncü seviyede ise sporcu tek ayak üzerinde iken üç set ve 10 tekrar olarak yapıldı (34).



Şekil 3.8. Topuk kaldırma egzersizi.

3.4.4. Parmak Abdüksiyon Egzersizi

Sporcu diz ve ayak bileği 90 derece açıda otururken ayak parmaklarını birbirinden uzaklaştırdı ve beş saniye bekledikten sonra tekrar eski haline geri döndü (Şekil 3.9). Zorluk seviyesi üç seviye olarak belirlendi. Hareketlerin tüm tekrarları rahatlıkla yapıldığında, üst seviyeye geçildi. Birinci seviye sporcu oturma pozisyonunda bir set ve 10 tekrar, ikinci seviyede sporcu ayakta iken bir set ve 10 tekrar ve üçüncü seviyede ise sporcu ayakta iken iki set ve 10 tekrar olarak yapıldı (34).



Şekil 3.9. Parmak abdüksiyon egzersizi.

3.4.5. Baş Parmak ve Diğer Parmaklar Ekstansiyon Egzersizi

Sporcu diz ve ayak bileği 90 derece fleksiyon pozisyonunda iken başparmakları sabit tutup diğer parmakları ekstansiyona getirildi ve daha sonra diğer parmaklar sabitken başparmağı ekstansiyon pozisyonuna getirildi. Hareket yapılırken; bu pozisyonda beş saniye beklenildi. Sonrasında tekrar başlangıç pozisyonuna dönüldü (Şekil 3.10). Zorluk seviyesi üç seviye oldu. Hareketlerin tüm tekrarları rahatlıkla yapıldığında, üst seviyeye geçildi. Birinci seviye sporcu oturma pozisyonunda bir set ve 10 tekrar, ikinci seviyede sporcu ayakta iken bir set ve 10 tekrar ve üçüncü seviyede ise sporcu ayakta iken iki set ve 10 tekrar olarak yapıldı (34).



Şekil 3.10. Baş parmak fleksiyon ve ekstansiyon egzersizi.

3.4.6. Öne Salınım Egzersizi

Sporcu ayakta dik duruşta iken, ayakları omuz genişliğinde açık, topuk yerden kalkmadan gövdeyi öne doğru salınım yapıldı (Şekil 3.11). Tekrar başlangıç pozisyonuna dönüldü. Egzersize sporcular ayaklarını kısa ayak egzersizini yapıp sonrasında öne doğru salınımlarını gerçekleştirdiler (35). Zorluk seviyesi üç seviye oldu. Hareketlerin tüm tekrarları rahatlıkla yapıldığında, üst seviyeye geçildi. Birinci seviye bir set ve 10 tekrar, ikinci seviyede iki set ve 10 tekrar ve üçüncü seviyede ise üç set ve 10 tekrar olarak yapıldı.



Şekil 3.11. Öne salınım egzersizi.

3.4.7. Geri Yürüme Egzersizi

Sporcu düz bir çizgi üzerinde geriye doğru adım atarak yürümesi istendi. Atılan adımın yavaş ve dengeli olarak atılması istendi (Şekil 3.12). Bu egzersiz sırasında sporcular kısa ayak egzersizini yaparak geriye yürümeleri istendi (35). Zorluk seviyesi

üç seviye oldu. Hareketlerin tüm tekrarları rahatlıkla yapıldığında, üst seviyeye geçildi. Birinci seviye bir set ve 10 tekrar, ikinci seviyede iki set ve 10 tekrar ve üçüncü seviyede ise üç set ve 10 tekrar olarak yapıldı.



Şekil 3.12. Geri yürüme egzersizi

3.5. İstatistiksel Analiz

Değişkenlerin normal dağılıma uygun olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro Wilks Testi kullanılarak incelendi. Değişkenlerin; grup içindeki tedavi öncesi ve sonrası değişim için "Wilcoxon Testi", gruplar arasındaki farklılığın değerlendirilmesi için ise "Mann Whitney U Testi" uygulandı. Grupların önce-sonra yüzdelik değişimleri yine "Mann-Whitney U Testi" ile değerlendirildi. Nicel değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri; ortanca (çeyrekler arası genişlik) ve minimum-maksimum değerler olacak şeklinde gösterildi. Nitel veriler ise; "Ki-Kare Testi" ile değerlendirildi. Nitel verilerin dağılımı sayı (yüzde) şeklinde gösterildi. Etki büyüklüğü r değeri ile değerlendirildi. Sonuç olarak bulunan değerler sınıflandırıldı; >0.1 küçük, >0.3 orta, >0.5 büyük, >0.70 çok büyük etki olarak yorumlandı (141). Bütün verilerin istatistiksel analizleri lisanslı IBM SPSS 22.0 programı kullanılarak yapıldı. Anlamlılık düzeyi tüm analizler için $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

3.6 Çalışma Sonunda Geriye Dönük Güç Hesabı

Çalışmanın geriye dönük güç hesabı G*Power 3.1 programı kullanılarak hesaplandı (118). Toplam 36 sporcu ile tamamlanan çalışmamızın değerlendirme

parametrelerinden izokinetik kas kuvveti değerlendirmesinde 120 derece açı ‘plantar fleksiyon pik tork’ değerinin gruplar arası zamana karşı değişiminin etki genişliği r=0.662 alınarak elde edildi. Bağımsız 2 grupta toplam 36 sporcu, 2 tekrar, 0.05 tip I hata ile elde edilen *post-hoc* güç değerinin %97.3 olduğu belirlendi.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Bilgiler

Çalışmamıza katılan sporcuların yaş, VKİ, spor yaşı değerleri ile dominant taraf ve oynadıkları mevki dağılımları bakımından iki grubun da benzer olduğu belirlendi (p>0.05) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Sporcuların demografik ve fiziksel özellikleri.

	Egzersiz grubu (n=18)		**Kontrol Grubu (n=18)**			
	Ortanca (ÇAG)	**Min; Maks**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**z, χ^2**	**p**
Yaş (yıl)	17.00 (3.00)	14.00; 18.00	15.50 (2.00)	14.00; 18.00	z= -1.728	0.091
Spor yaşı (yıl)	4.50 (2.00)	3.00; 7.00	4.00 (2.00)	2.00; 7.00	z= -1.079	0.308
VKİ (kg/m^2)	19.64 (2.93)	16.18; 24.36	20.38 (3.32)	12.19; 24.68	z= 0.554	0.584
	n (%)		**n (%)**			
Dominant Ekstremite						
Sağ	16 (88.9)		14 (77.8)			0.658*
Sol	2 (11.1)		4 (22.2)			
Oynadığı Mevki						
Pasör	5 (27.8)		4 (22.2)			
Smaçör	5 (27.8)		5 (27.8)		χ^2=0.202	0.977
Orta	5 (27.8)		6 (33.3)			
Libero	3 (16.6)		3 (16.7)			

VKİ: Vücut Kütle İndeksi, ÇAG*:* Çeyrekler Arası Genişlik, min; maks: minimum; maksimum
Z: Mann Whityney U testi, *Fisher exact test, χ^2:Pearson ki kare testi

4.2 Ayak Biyomekaniği Değerlendirme Sonuçları

Ayak biyomekaniği değerlendirmelerinden naviküler düşme, metatars genişliği, halluks valgus açısı ve subtalar eklem açısı değerlerinin grup ve zamana göre karşılaştırılması Tablo 4.2'de gösterildi. Egzersiz öncesi naviküler düşme testi değerlerinin her iki ekstremite için çalışma ve kontrol grubunda benzer olduğu bulundu (p>0.05). Egzersiz sonrası gruplar arasında farklılığa bakıldığında ise her iki

ekstremite için de egzersiz ve kontrol grupları arasında farklılık olmadığı bulundu ($p>0.05$). Çalışma sonrasındaki değerlendirmede naviküler düşme test değerlerinin her iki grupta da azaldığı belirlendi ($p<0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları incelendiğinde, her iki ekstremitede de egzersiz grubundaki azalmanın daha fazla olduğu bulundu ($p<0.05$). Naviküler düşme testi için gerçekleştirilen etki genişliği analizi sonucunda iki ekstremitede de her ne kadar egzersiz ve kontrol gruplarındaki etki genişliğinin büyük olduğu tespit edilmiş olsa da egzersiz grubunun etki genişliğinin sayısal olarak kontrol grubundan daha büyük olduğu belirlendi (Tablo 4.2).

Metatars genişliği değerlerinin egzersiz öncesi hem dominant hem de non-dominant ekstremite için egzersiz ve kontrol gruplarında benzer olduğu belirlendi ($p>0.05$). Egzersiz sonrası gruplar arasında farklılığa bakıldığında ise dominant ve non-dominant ekstremite için egzersiz ve kontrol grupları arasında farklılık olmadığı görüldü ($p>0.05$). Grup içi değerlendirmelerde egzersiz sonrasında her iki ekstremitede metatars genişliği değerlerinde anlamlı değişim olmadığı bulundu ($p>0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları incelendiğinde, her iki ekstremite için egzersiz ve kontrol grubundaki değişim oranlarının benzer olduğu belirlendi ($p>0.05$) (Tablo 4.2).

Halluks valgus test değerlerine baktığımızda her iki ekstremite için egzersiz ve kontrol grubu öncesindeki değerlendirme değerleri benzer olduğu bulundu. ($p>0.05$). Egzersiz sonrası gruplar arasında farklılığa bakıldığında ise dominant ve non-dominant ekstremite için egzersiz ve kontrol grupları arasında farklılık olmadığı bulundu ($p>0.05$). Grup içi değerlendirmelerde egzersiz sonrasında non-dominant ekstremitede halluks valgus değerlerinde anlamlı değişim gözlemlenirken ($p<0.05$), dominant ekstremitede değişim olmadığı bulundu ($p>0.05$). Egzersiz sonrası değerlerde dominant ve non-dominant ekstremite için kontrol grubunda halluks valgus değerlerindeki azalma anlamlı düzeyde değilken ($p>0.05$); egzersiz grubundaki azalmanın anlamlı düzeyde olduğu bulundu ($p<0.05$) (Tablo 4.2).

Subtalar eklem açısı değerlerinin, egzersiz öncesi ve sonrası hem dominant hem de non-dominant ekstremite için çalışma ve kontrol grubunda benzer olduğu gözlemlendi ($p>0.05$). Ayrıca her iki ekstremite için de egzersiz ve kontrol gruplarının

her birinde grup içi değişimin de benzer olduğu bulundu ($p>0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları incelendiğinde ise dominant ve non-dominant ekstremitede her iki grupta da değişim olmadığı gözlemlendi ($p>0.05$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Grupların biyomekanik değerlendirme sonuçları.

Değişken	Grup	Egzersiz Öncesi		Egzersiz Sonrası		Test İstatistiği	% Değişim		Etki Genişliği	
		Ortanca (ÇAG)	Min; Maks	Ortanca (ÇAG)	Min; Maks	z; p	Ortanca (ÇAG)	Min; Maks		
Naviküler Düşme (cm)										
Dominant	Egzersiz	0.70 (0.35)	0.40; 1.10	0.55 (0.30)	0.30; 0.90	**z=-3.539; p<0.000**	-19.45 (14.78)	-36.36; 0.00	0.651	Büyük
	Kontrol	0.70 (0.20)	0.50; 1.00	0.60 (0.22)	0.40; 0.90	**z=-3.357; p<0.001**	-13.40 (16.67)	-20.00; 0.00	0.631	Büyük
		z=-0.032; p=0.974		z=-1.014; p=0.310			**z= -2.311; p= 0.020**			
Non-dominant	Egzersiz	0.70 (0.20)	0.50; 1.10	0.55 (0.20)	0.40; 0.80	**z=-3.618; p=0.000**	-18.33 (11.28)	-33.33; 0.00	0.659	Büyük
	Kontrol	0.70 (0.23)	0.50; 1.00	0.60 (0.13)	0.40; 0.80	**z=-3.130; p=0.002**	-14.29 (17.50)	-22.22; 20.00	0.604	Büyük
		z=-0.293; p=0.770		z= -1.013; p= 0.311			**z= -2.509; p= 0.012**			
Metatars Genişliği (cm)										
Dominant	Egzersiz	10.25 (0.93)	9.60; 11.70	10.30 (0.55)	9.50; 11.70	z= -0.851; p=0.395	-0.43 (2.29)	-7.34; 3.96	0.201	Küçük
	Kontrol	10.35 (0.53)	9.40; 11.00	10.20 (0.80)	9.00; 10.90	z=-1.674; p=0.094	-0.92 (3.92)	-10.00; 2.94	0.375	Orta
		z= -0.683; p= 0.495		z= -1.064; p= 0.287			z= -0.523; p= 0.601			
Non-dominant	Egzersiz	10.50 (0.95)	9.70; 11.70	10.35 (0.65)	9.60; 11.60	z= -1.103; p=0.270	-0.94 (2.18)	-9.01; 3.00	0.258	Küçük
	Kontrol	10.35 (0.45)	9.50; 11.00	10.20 (0.75)	9.00; 10.90	z= -1.940; p=0.052	-0.97 (3.18)	-10.00; 2.94	0.425	Orta
		z= -0.796; p= 0.426		z= -1.317; p= 0.188			z= -0.902; p= 0.367			
Halluks Valgus Açısı (°)										
Dominant	Egzersiz	7.50 (3.25)	4.00; 10.00	7.00 (3.25)	3.00; 9.00	**z= -2.449; p=0.014**	-10.55 (17.50)	-33.33; 20.00	0.510	Büyük
	Kontrol	7.00 (2.25)	4.00; 9.00	6.00 (2.25.)	4.00; 10.00	z= -0.258; p=0.796	0.00 (27.25)	-25.00; 20.00	0.060	Küçük
		z=-1.127; p= 0.260		z= -0.289; p= 0.772			z= -1.517; p= 0.129			
Non-dominant	Egzersiz	7.00 (3.25)	5.00; 10.00	6.00 (2.25)	3.00; 10.00	**z= -2.592; p=0.010**	-12.70 (25.00)	-42.86; 20.00	0.531	Büyük
	Kontrol	6.50 (3.00)	4.00; 9.00	6.50 (2.50)	4.00; 10.00	z= -0.577; p=0.564	0.00 (26.49)	-20.00; 25.00	0.136	Küçük
		z= -1.430; p= 0.153		z=-0.049; p=0.961			**z= -2.211; p= 0.027**			
Subtalar Eklem Açısı (°)										
Dominant	Egzersiz	7.00 (3.25)	5.00; 10.00	7.00 (1.25)	5.00; 10.00	z= -1.061; p=0.289	0.00 (22.78)	-22.22; 60.00	0.251	Küçük
	Kontrol	7.00 (1.25)	4.00; 10.00	7.00 (2.00)	5.00; 9.00	z= -0.688; p=0.491	0.00 (27.30)	-28.57; 50.00	0.162	Küçük
		z= -0.534; p= 0.593		z= -1.288; p= 0.198			z= -0.466; p= 0.641			
Non-dominant	Egzersiz	7.00 (2.50)	5.00; 10.00	7.50 (2.00)	5.00; 10.00	z= -0.762; p=0.446	12.70 (20.63)	-44.44; 60.00	0.181	Küçük
	Kontrol	7.50 (2.00)	5.00; 10.00	7.00 (2.00)	5.00; 10.00	z= -0.832; p=0.405	0.00 (12.50)	-16.67; 33.33	0.197	Küçük
		z= -0.533; p= 0.594		z= -0.555; p= 0.579			z= -1.680; p= 0.093			

ÇAG: Çeyrekler Arası Genişlik, min; maks: minimum; maksimum Z: Mann Whitney U testi

4.3. Pedobarografik Değerlendirme Sonuçları

Ağırlık aktarım hata oranı test değerlerinin egzersiz öncesi hem dominant hem de non-dominant ekstremite için egzersiz ve kontrol grubunda benzer olduğu bulundu ($p>0.05$). Egzersiz sonrası gruplar arasında farklılığa bakıldığında ise dominant ekstremite için egzersiz ve kontrol grupları arasında farklılık bulunurken ($p<0.05$), non-dominant ekstremite için gruplar arasında değerlerdeki azalmanın anlamlı olmadığı bulundu ($p>0.05$). Egzersiz sonrasında test değerleri her iki ekstremite için her iki grupta azaldığı belirlendi ($p<0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları incelendiğinde dominant ve non-dominant ayakta görülen değişimlerdeki azalmanın her iki grupta anlamlı olmadığı bulundu ($p>0.05$). Gerçekleştirilen etki genişliği analizi sonucunda ağırlık aktarım hata oranı değeri her iki ekstremite için egzersiz ve kontrol gruplarındaki etki genişliğinin büyük olduğu tespit edilmiş olsa da egzersiz grubunun etki büyüklük değerlerinin sayısal olarak kontrol grubuna göre daha büyük olduğu bulundu (Tablo 4.3).

Egzersiz öncesi yer temas hata oranı değerleri hem dominant hem de non-dominant ekstremite için egzersiz ve kontrol grubunda benzer olarak bulundu ($p>0.05$). Egzersiz sonrası gruplar arasında farklılığa bakıldığında ise dominant ve non-dominant ekstremite için de egzersiz ve kontrol grupları arasında farklılık olmadığı gözlemlendi ($p>0.05$). Egzersiz ve kontrol gruplarının dominant ve non-dominant ekstremite değerlerinin önce-sonra değerlerinde azalma kaydedildi ($p<0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları incelendiğinde dominant ayaktaki değişimlerinde farklılık bulunamazken ($p>0.05$), non-dominant ayaktaki değişim anlamlı olarak tespit edildi ($p<0.05$). Yer temas hata oranı değerleri için gerçekleştirilen etki genişliği analizi sonucunda her iki ekstremite için egzersiz ve kontrol gruplarındaki etki genişliğinin büyük olduğu bulundu. Ancak egzersiz grubunun etki büyüklük değerlerinin sayısal olarak her iki ekstremite de kontrol grubuna göre daha büyük olduğu görüldü (Tablo 4.3).

Statik duruş anterior-posterior (AP) ve medial-lateral (ML) verilerine baktığımızda her iki ekstremite için egzersiz ve kontrol grubu değerlendirme öncesinde değerleri benzerdi ($p>0.05$). Egzersiz sonrası gruplar arasında farklılığa

bakıldığında ise anterior posterior ve medial lateral değerleri her iki ekstremite için egzersiz ve kontrol gruplarında benzer olarak belirlendi ($p>0.05$). Egzersiz sonrası grup içi değerlendirmelerde, her iki verinin egzersiz grubu değerlerindeki azalış anlamlı düzeyde gerçekleşti (AP $p<0.05$ ve ML $p<0.05$); kontrol grubundaki azalış ise AP ve ML değerinde değişim olmadığı bulundu ($p>0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları incelendiğinde ise AP değerindeki azalma anlamlı iken, ML değerinde değişim olmadığı bulundu (AP $p<0.05$ ve ML $p>0.05$) (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Grupların pedobarografik analizi test sonuçlarının karşılaştırılması.

		Egzersiz Öncesi		Egzersiz Sonrası		Test İstatistiği	% Değişim		Etki Genişliği	
Değişken	**Grup**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**z; p**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**		
Ağırlık Aktarım Hata (kgf) (%)										
Dominant	Egzersiz	7.60 (2.45)	4.60; 10.80	5.45 (1.75)	2.70; 8.20	**z=-3.598; p=0.000**	-25.60 (19.08)	-50.00; -1.33	0.657	Büyük
	Kontrol	7.95 (3.75)	5.70; 11.20	6.75 (2.40)	4.00; 10.50	**z=-2.367; p=0.018**	-9.68 (17.40)	-39.25; 24.36	0.497	Orta
		z=-0.507; p=0.612		**z=-2.058; p=0.040**			z=-1.867; p=0.062			
Non-dominant	Egzersiz	8.75 (2.95)	5.50; 11.90	6.15 (2.72)	2.30; 9.90	**z=-3.460; p=0.001**	-24.46 (31.20)	-58.82; 5.45	0.642	Büyük
	Kontrol	8.70 (2.33)	6.40; 10.40	6.60 (1.92)	4.80; 9.40	**z=-3.303; p=0.001**	-22.96 (24.69)	-38.46; 12.31	0.625	Büyük
		z=-0.222; p=0.825		z=-1.567; p=0.117			**z=-1.962; p=0.050**			
Yer Temas Hata (%)										
Dominant	Egzersiz	6.70 (2.03)	3.40; 10.60	4.55 (1.58)	2.50; 7.30	**z=-3.398; p=0.001**	-25.03 (21.65)	-61.32; 7.27	0.635	Büyük
	Kontrol	5.95 (2.78)	3.40; 11.10	5.25 (1.88)	3.10; 8.80	**z=-2.345; p=0.019**	-17.82 (16.19)	-37.84; 68.75	0.494	Orta
		z=-0.934; p=0.350		z= -1.622; p=0.096			z= -1.914=0.056			
Non-dominant	Egzersiz	6.35 (1.98)	4.10; 10.50	4.90 (1.33)	2.00; 6.70	**z=-3.466; p=0.001**	-24.27 (19.69)	-59.05; -6.78	0.643	Büyük
	Kontrol	6.15 (2.50)	3.40; 11.10	5.05 (1.80)	3.50; 8.80	**z=-2.462; p=0.014**	-15.65 (28.84)	-47.27; 42.86	0.512	Büyük
		z=-0.371; p=0.751		z= -1.235; p=0.217			**z= -2.105=0.035**			
Statik Duruş AP (%)										
	Egzersiz	13.50 (10.50)	6.00; 25.00	8.50 (6.25)	2.00; 20.00	**z=-3.255; p=0.001**	-40.97 (39.60)	-83.33; 33.33	0.619	Büyük
	Kontrol	12.50 (13.25)	3.00; 24.00	11.50 (7.25)	3.00; 21.00	z= -1.502; p=0.133	-7.41 (54.14)	-55.56; 57.10	0.342	Orta
		z= -1.061; p=0.289		z= -1.094; p=0.274			**z= -2.485; p=0.013**			
Statik Duruş ML (%)										
	Egzersiz	5.00 (3.25)	2.00; 9.00	3.00 (2.25)	0.00; 6.00	**z=-2.722; p=0.006**	-33.33 (68.75)	-100.00;100.00	0.550	Büyük
	Kontrol	4.00 (3.25)	1.00; 9.00	3.00 (5.00)	0.00; 9.00	z= -1.940; p=0.052	-18.25 66.67)	-100.00; 80.00	0.425	Orta
		z= -0.352; p=0.725		z= -0.642; p=0.521			z= -0.843; p=0.399			

ÇAG: Çeyrekler Açıklığı, Min; Maks: minimum; maksimum, % : Yüzde, Satırda Z: Mann Whitney U Testi / Sütun Z: Wilcoxon Test

4.4. Denge Değerlendirmesi Sonuçları

Toplam stabilite indeks değerleri egzersiz öncesi hem dominant hem de non-dominant ekstremite için egzersiz ve kontrol grubunda benzer olarak bulundu ($p>0.05$). Egzersiz sonrası gruplar arasında farklılığa bakıldığında ise dominant ekstremite için gruplar arasında farklılık bulunurken ($p<0.05$), non-dominant ekstremite için değerlerdeki azalmanın anlamlı olmadığı bulundu ($p>0.05$). Grupların zamana göre değişim oranlarının analizine bakıldığında ise dominant ve non-dominant ayakta görülen azalmanın anlamlı olmadığı tespit edildi ($p>0.05$). Egzersiz ve kontrol grubunda egzersiz sonrasında test değerleri belirgin oranda her iki grupta da azaldı ($p<0.05$). Gerçekleştirilen etki genişliği analizi sonucunda toplam stabilite indeksi değerlerinin etki genişliği analizinde dominant ve non-dominant ekstremitede egzersiz ve kontrol grubunun etki genişliği büyük olduğu tespit edilmiş olsa da egzersiz grubunun etki genişliğinin sayısal olarak kontrol grubundan daha büyük olduğu belirlendi (Tablo 4.4).

Medial lateral stabilite indeks değerleri egzersiz öncesi her iki ekstremite için egzersiz ve kontrol grubunda benzerdi ($p>0.05$). Egzersiz sonrası gruplar arasında farklılığa bakıldığında ise dominant ve non-dominant ekstremite için gruplar arasında farklılık anlamlı bulundu ($p<0.05$). Grupların zamana göre değişim oranlarını incelendiğinde ise dominant ayaktaki değişimleri yüzdelik olarak anlamlı bulurken, non-dominant ayaktaki değişimin anlamlı olmadığı bulundu (sırasıyla $p<0.05$ ve $p>0.05$). Egzersiz ve kontrol gruplarının dominant ve non-dominant ekstremite değerlerinin önce-sonra değerlerinde anlamlı azalma kaydedildi ($p<0.05$). Medial lateral stabilite değerlerinin dominant ekstremite için her iki grupta etki genişliğinin büyük olduğu tespit edilmiş olsa da egzersiz grubunun etki genişliğinin sayısal değerleri kontrol grubuna göre daha büyük olarak bulundu. Etki genişliği non-dominant ekstremitede değerlendirildiğinde ise egzersiz grubunda büyük, kontrol grubunda orta olarak bulundu (Tablo 4.4).

Anterior posterior stabilite indeks değerlerine baktığımızda değerlendirme öncesinde her iki ekstremite için egzersiz ve kontrol grubu değerleri benzer olarak bulundu ($p>0.05$). Egzersiz sonrası gruplar arasında farklılığa bakıldığında ise dominant ve non-dominant ekstremite için gruplar arasında farklılık anlamlı bulundu

($p<0.05$). Egzersiz ve kontrol gruplarının dominant ve non-dominant ekstremite değerlerinin önce-sonra değerlerinde azalma kaydedildi ($p<0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları incelendiğinde dominant ayaktaki değişimlerde farklılık olurken, non-dominant ayaktaki yüzdelik değişimler benzer olarak bulundu (dominant $p<0.05$ ve non-dominant $p>0.05$). Anterior posterior stabilite değerlerinin non-dominant ekstremitede her iki grupta etki genişliklerinin büyük olduğu tespit edilmiş olsa da egzersiz grubunun etki genişliğinin sayısal değerleri kontrol grubunda daha büyük olarak bulundu. Etki genişliğinin dominant ekstremitede değerlendirildiğinde ise egzersiz grubunda büyük, kontrol grubunda orta olarak bulundu (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Grupların denge değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılması.

		Egzersiz Öncesi		Egzersiz Sonrası		Test İstatistiği	% Değişim		Etki Genişliği	
Değişken	**Grup**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**z; p**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**		
TSİ (Derece)										
	Egzersiz	1.90 (0.85)	0.90; 3.10	1.30 (0.69)	0.74; 2.20	**z=-3.638; p=0.000**	-29.05 (19.89)	-43.48;0.00	0.661	Büyük
Dominant	Kontrol	2.25 (1.05)	0.60; 3.40	1.60 (0.80)	0.50; 3.00	**z=-2.937; p=0.003**	-17.65 (30.16)	-54.55; 9.52	0.580	Büyük
		z=-1.570; p=0.116		**z=-2.031; p=0.042**			z=-1.820; p= 0.068			
	Egzersiz	1.90 (0.80)	1.40; 3.10	1.40 (0.50)	0.80; 2.40	**z=-3.859; p=0.000**	-26.79 (15.68)	-46.15; -15.79	0.683	Büyük
Non-dominant	Kontrol	2.40 (1.07)	1.20; 3.60	1.70 (1.08)	1.10; 3.30	**z=-2.870; p=0.004**	-17.99 (23.16)	-53.85; 13.04	0.571	Büyük
		z=-1.474; p=0.140		z=-1.921; p=0.055			z=-1.931; p= 0.054			
MLSİ (Derece)										
	Egzersiz	1.30 (0.65)	0.50; 2.40	0.90 (0.30)	0.50; 1.50	**z=-3.358; p=0.001**	-26.13 (23.15)	-53.33; 4.44	0.631	Büyük
Dominant	Kontrol	1.45 (0.90)	0.40; 2.10	1.20 (0.52)	0.40; 2.40	**z=-2.226; p=0.026**	-16.78 (25.33)	-47.62; 41.18	0.475	Orta
		z=-1.047; p=0.295		**z=-2.435; p=0.015**			**z=-2.091; p= 0.037**			
	Egzersiz	1.30 (0.78)	0.60; 2.30	0.94 (0.33)	0.60; 1.50	**z=-3.596; p=0.000**	-34.05 (28.89)	-47.37; 0.00	0.657	Büyük
Non-dominant	Kontrol	1.50 (0.85)	0.60; 2.90	1.15 (0.73)	0.60; 2.00	**z=-2.634; p=0.008**	-19.09 (18.73)	-50.00; 33.33	0.538	Büyük
		z=-0.730; p=0.466		**z=-2.051; p=0.040**			z=-1.725; p= 0.085			
APSİ (Derece)										
	Egzersiz	1.30 (0.62)	0.80; 2.30	0.95 (0.32)	0.61; 1.50	**z=-2.923; p=0.003**	-19.37 (37.33)	-52.17; 0.00	0.578	Büyük
Dominant	Kontrol	1.45 (0.97)	0.50; 2.30	1.30 (0.47)	0.50; 2.00	**z=-2.264; p=0.024**	-10.42 (22.22)	-63.64; 30.00	0.481	Orta
		z=-1.223; p=0.221		**z=-2.795; p=0.005**			**z=-2.112; p= 0.034**			
	Egzersiz	1.30 (0.50)	0.90; 1.98	1.00 (0.22)	0.69; 1.50	**z=-3.203; p=0.001**	-22.25 (26.46)	-45.45; 10.00	0.613	Büyük
Non-dominant	Kontrol	1.60 (0.77)	0.90; 2.50	1.40 (0.73)	0.90; 1.90	**z=-2.251; p=0.024**	-11.25 (19.79)	-52.00; 20.00	0.479	Orta
		z=-1.937; p=0.055		**z=-2.293; p=0.022**			z=-0.871; p= 0.389			

*ÇAG: Çeyrekler Açıklığı, Min; Maks: minimum; maksimum, %: Yüzde, TSI: Toplam Stabilite İndeksi, MLSI: Medial Lateral Stabilite İndeksi, APSI: Anterior Posterior Stabilite İndeksi***,** *Satırda Z: Mann Whitney U Testi / Sütun Z: Wilcoxon Testi*

4.5. Kassal Kuvvet Değerlendirme Sonuçları

İzokinetik test cihazıyla yapılan değerlendirmelerde sporcuların ayak bileği plantar ve dorsi fleksiyon hareketlerinin 30 derecelik açısal hızda açığa çıkardıkları kuvvetin pik tork ve toplam iş olarak değerlendirildi. Egzersiz öncesi yapılan değerlendirmede sporcuların dominant ve non-dominant ekstremite değerleri egzersiz ve kontrol grubunda benzer olduğu belirlendi ($p>0.05$). Egzersiz sonrası ölçümlerde ise gruplar arasında her iki ekstremite için egzersiz ve kontrol grupları arasında farklılık olmadığı bulundu ($p>0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları incelendiğinde, non-dominant ekstremitede toplam iş değerinde gruplar arasında farklılık olmadığı bulundu ($p>0.05$). Dominant ayak toplam iş ve pik tork ile non-dominant ayak pik tork değerleri grupların zamana göre değişim oranlarına bakıldığında egzersiz grubunda daha fazla artış olduğu belirlendi ($p<0.05$). Egzersiz ve kontrol grubunda değerlerin grup içi değişimlerine bakıldığında, dominant ve non-dominant ayakta tüm test verilerinde artış olduğu belirlendi ($p<0.05$) (Tablo 4.5).

Dorsi fleksiyon ölçümlerine baktığımızda, pik tork ve toplam iş değerlerinin egzersiz öncesi yapılan değerlendirmede sporcuların dominant ve non-dominant ekstremiteleri için egzersiz ve kontrol grubunda benzer olduğu belirlendi ($p>0.05$). Egzersiz sonrası ölçümlerde gruplar arasında non-dominant ekstremite toplam iş değeri ($p<0.05$) dışındaki verilerde herhangi bir değişim olmadığı bulundu ($p>0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları analizine bakıldığında ise dominant ekstremitede pik tork değeri hariç ($p>0.05$), dominant ve non-dominant ayakta görülen artışın anlamlı değişimler bulundu ($p<0.05$). Egzersiz ve kontrol grubunda değerlerin grup içi değişimlerine bakıldığında, dominant ve non-dominant ayakta tüm test verilerinde anlamlı artış olduğu gözlemlendi ($p<0.05$) (Tablo 4.5).

Egzersiz ve kontrol gruplarında gerçekleştirilen etki genişliği analizi sonucunda 30 derece açısal hızdaki plantar ve dorsi fleksiyon pik tork ve toplam iş değerlerinin dominant ve non-dominant ekstremitedeki etki genişliği analizinde tüm verilerin etki genişliklerinin büyük ve sayısal değerlerinin benzer olduğu tespit edildi (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Grupların kassal kuvvetin 30° açısal hızdaki test sonuçlarının karşılaştırılması.

		Egzersiz Öncesi		Egzersiz Sonrası		Test İstatistiği	% Değişim		Etki Genişliği	
Değişken	**Grup**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**z; p**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**		
Plantar Fleksiyon Pik Tork (Nm)										
Dominant	Egzersiz	86.00 (52.43)	44.50; 159.10	104.55 (70.48)	52.40; 195.10	**z= -3.630; p= 0.000**	22.48 (21.17)	7.29; 64.36	0.660	Büyük
	Kontrol	86.72 (32.73)	45.50; 157.90	97.65 (34.80)	57.40; 186.10	**z= -3.527; p= 0.000**	10.82 (12.05)	6.30; 37.14	0.650	Büyük
		z= -0.316; p= 0.752		z= -1.139; p= 0.255			**z= -2.816; p= 0.005**			
Non-dominant	Egzersiz	91.15 (55.78)	39.60; 167.90	112.85 (75.85)	46.50; 202.90	**z= -3.586; p= 0.000**	25.35 (29.55)	1.87; 59.84	0.656	Büyük
	Kontrol	77.02 (35.65)	38.50; 158.70	98.08 (40.60)	51.40; 186.30	**z= -3.445; p= 0.000**	17.98 (22.71)	5.30; 48.57	0.641	Büyük
		z= -0.441; p= 0.681		z= -1.107; p= 0.268			**z= -2.025; p= 0.043**			
Plantar Fleksiyon Toplam İş (J)										
Dominant	Egzersiz	87.05 (71.00)	38.60; 150.90	121.00 (97.50)	56.90; 214.10	**z= -3.602; p= 0.000**	38.29 (48.33)	3.27; 98.76	0.657	Büyük
	Kontrol	92.35 (64.75)	32.70; 208.10	120.10 (66.60)	36.80; 224.30	**z= -3.413; p= 0.000**	10.51 (10.14)	4.10; 52.00	0.637	Büyük
		z= -0.380; p= 0.704		z= -0.696; p= 0.486			**z= -3.449; p= 0.001**			
Non-dominant	Egzersiz	96.00 (58.85)	28.20; 224.80	114.10 (81.70)	55.40; 278.10	**z= -3.455; p= 0.000**	25.56 (37.45)	0.92; 125.48	0.642	Büyük
	Kontrol	74.95 (77.78)	35.50; 189.50	99.85 (89.08)	47.90; 223.50	**z= -3.744; p= 0.000**	18.69 (26.06)	6.36; 72.11	0.672	Büyük
		z= -0.285; p= 0.776		z= -0.854; p= 0.393			z=-1.076; p= 0.282			
Dorsi Fleksiyon Pik Tork (Nm)										
Dominant	Egzersiz	31.75 (12.35)	15.50; 40.30	37.05 (14.85)	21.60; 56.70	**z= -3.513; p= 0.000**	21.13 (23.78)	2.48; 51.20	0.648	Büyük
	Kontrol	27.15 (11.51)	17.60; 44.96	33.25 (13.97)	21.80; 49.44	**z= -3.518; p= 0.000**	12.30 (12.76)	0.49; 46.10	0.649	Büyük
		z= -0.554; p= 0.580		z= -1.266; p= 0.206			z= -1.930; p= 0.054			
Non-dominant	Egzersiz	31.20 (13.23)	18.10; 41.00	36.90 (13.12)	25.20; 54.20	**z= -3.794; p= 0.000**	21.42 (20.41)	3.41; 50.22	0.677	Büyük
	Kontrol	27.40 (8.49)	15.70; 48.96	30.05 (13.31)	20.70; 49.60	**z= -3.519; p= 0.000**	8.67 (14.77)	0.24; 31.85	0.649	Büyük
		z= -0.601; p= 0.548		z= -1.835; p= 0.066			**z= -3.132; p= 0.002**			
Dorsi Fleksiyon Toplam İş (J)										
Dominant	Egzersiz	47.45 (26.50)	17.80; 80.00	60.20 (39.03)	25.20; 102.10	**z= -3.577; p= 0.000**	38.43 (41.62)	4.27; 82.51	0.655	Büyük
	Kontrol	40.30 (19.53)	18.30; 80.48	45.55 (23.67)	21.30; 88.64	**z= -3.329; p= 0.000**	11.78 (16.70)	3.42; 49.61	0.628	Büyük
		z= -0.807; p= 0.420		z= -1.803; p= 0.071			**z=-2.974; p= 0.003**			
Non-dominant	Egzersiz	42.65 (19.20)	19.90; 72.50	55.45 (29.10)	27.70; 108.50	**z= -3.424; p= 0.000**	36.30 (45.82)	3.86; 84.32	0.638	Büyük
	Kontrol	40.52 15.13)	21.20; 59.52	43.95 (16.20)	28.00; 67.68	**z= -3.809; p= 0.000**	12.21 (13.64)	3.27; 35.43	0.678	Büyük
		z= -0.569; p= 0.584		**z= -1.740; p= 0.082**			**z=-2.879; p= 0.004**			

Satırda Z: Mann Whitney U Testi / Sütun Z : Wilcoxon Testi, ÇAG: Çeyrekler Açıklığı, Min; Maks: minimum; maksimum, % : Yüzde, Nm: Newton-metre. J: joule

Plantar ve dorsi fleksiyon hareketlerinin 60 derecelik açısal hızda açığa çıkardıkları değerler pik tork ve toplam iş olarak değerlendirildi. Egzersiz öncesi yapılan değerlendirmelerde sporcuların dominant ve non-dominant ekstremiteleri için egzersiz ve kontrol grubunda benzer olduğu belirlendi ($p>0.05$). Egzersiz sonrası ölçümlerde ise gruplar arasında dominant ve non-dominant ekstremite de pik tork ve non-dominant ekstremitede toplam iş değerlerinde egzersiz grubundaki artış kontrol grubunda anlamlı derece fazla olarak bulundu ($p<0.05$). Dominant ekstremite de ise egzersiz grubunda kontrol grubuna nazaran daha fazla bir artış olsa da anlamlı değişim olmadığı bulundu ($p>0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları incelendiğinde ise dominant ve non-dominant ayakta görülen artışın anlamlı olduğu belirlendi ($p<0.05$). Egzersiz ve kontrol grubunda değerlerin grup içi değişimlerine bakıldığında, dominant ve non-dominant ayakta tüm test verilerinde artış yaşandığı görüldü ($p<0.05$) (Tablo 4.6).

Dorsi fleksiyon ölçümlerine baktığımızda egzersiz öncesi yapılan değerlendirmelerde sporcuların dominant ve non-dominant ekstremiteleri için egzersiz ve kontrol grubunda benzer olduğu belirlendi ($p>0.05$). Egzersiz sonrası ölçümlerde her iki ekstremitede egzersiz ve kontrol grupları arasında farklılık olmadığı bulundu ($p>0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları incelendiğinde ise dominant ve non-dominant ekstremite dorsi fleksiyon pik tork değerlerindeki artışın gruplar arasında anlamlı değişime neden olmadığı bulundu ($p>0.05$). Toplam iş değerlerine baktığımızda grupların zamana göre değişim oranlarının anlamlı olduğu gözlemlendi ($p<0.05$). Egzersiz ve kontrol grubunda değerlerin grup içi değişimlerine bakıldığında, dominant ve non-dominant ayakta tüm test verilerinde anlamlı artış yaşandı ($p<0.05$) (Tablo 4.6).

Egzersiz ve kontrol gruplarında gerçekleştirilen etki genişliği analizi sonucunda 60 derece açısal hızdaki plantar ve dorsi fleksiyon pik tork ve toplam iş değerlerinin her iki ekstremitedeki etki genişliği analizinde tüm verilerin etki genişliklerinin büyük ve sayısal değerlerinin benzer olduğu tespit edildi (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Grupların kassal kuvvetin 60° açısal hızdaki test sonuçlarının karşılaştırılması.

		Egzersiz Öncesi		Egzersiz Sonrası		Test İstatistiği	% Değişim		Etki Genişliği	
Değişken	**Grup**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**z; p**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**		
Plantar Fleksiyon Pik Tork (Nm)										
Dominant	Egzersiz	77.65 (43.70)	46.10; 136.10	109.75 (68.13)	63.20; 193.50	**z= -3.809; p= 0.000**	38.83 (27.31)	6.22; 61.50	0.678	Büyük
	Kontrol	79.60 (34.28)	41.20; 128.90	90.15 (27.42)	53.30; 153.30	**z= -3.833; p= 0.000**	16.48 (14.18)	1.69; 44.24	0.680	Büyük
		z= -0.696; p= 0.486		**z= -2.183; p= 0.029**			**z=-3.449; p=0.001**			
Non-dominant	Egzersiz	77.00 (43.92)	46.70; 140.20	101.80 (76.00)	68.30; 182.40	**z= -3.667; p= 0.000**	31.40 (24.70)	7.92; 69.20	0.664	Büyük
	Kontrol	73.30 (28.60)	35.90; 138.10	80.85 (36.28)	47.10; 155.30	**z= -3.721; p= 0.000**	12.86 (18.91)	2.53; 48.33	0.669	Büyük
		z= -0.918; p= 0.359		**z= -2.072; p= 0.038**			**z= -3.069; p=0.002**			
Plantar Fleksiyon Toplam İş (J)										
Dominant	Egzersiz	184.45 (93.73)	105.10; 361.10	236.75 (163.48)	157.60; 483.60	**z= -3.769; p= 0.000**	35.51 (26.75)	11.42; 56.70	0.674	Büyük
	Kontrol	160.20 (81.27)	94.00; 279.60	189.00 (73.03)	122.20; 332.50	**z= -3.822; p= 0.000**	16.61 (11.84)	7.08; 60.85	0.679	Büyük
		z= -0.854; p= 0.393		z= -1.740; p= 0.082			**z= -3.322; p=0.001**			
Non-dominant	Egzersiz	176.25 (76.95)	84.40; 399.30	232.20 (133.80)	130.40; 483.50	**z= -3.474; p= 0.000**	26.44 (24.42)	13.35; 78.36	0.644	Büyük
	Kontrol	152.75 (78.30)	70.80; 296.70	172.25 (93.57)	92.80; 354.10	**z= -3.705; p= 0.000**	17.00 (17.21)	7.06; 56.34	0.668	Büyük
		z= -1.424; p= 0.155		**z= -2.120; p= 0.034**			**z=-2.531; p= 0.011**			
Dorsi Fleksiyon Pik Tork (Nm)										
Dominant	Egzersiz	27.28 (9.60)	13.20; 44.50	34.05 (10.75)	18.80; 49.90	**z= -3.744; p= 0.000**	22.61 (24.27)	3.33; 54.50	0.672	Büyük
	Kontrol	27.15 (14.60)	18.20; 47.50	33.55 (19.10)	20.40; 66.30	**z= -3.249; p= 0.000**	17.18 (15.06)	6.17; 47.99	0.618	Büyük
		z= -0.111; p= 0.912		z= -0.443; p= 0.658			z= -1.487; p=0.137			
Non-dominant	Egzersiz	37.00 (9.02)	18.00; 54.40	46.75 (15.40)	24.90; 61.10	**z= -3.769; p= 0.000**	24.19 (27.81)	3.70; 47.35	0.674	Büyük
	Kontrol	37.90 (7.95)	23.60; 47.80	42.35 (10.25)	31.40; 54.20	**z= -3.792; p= 0.000**	16.70 (14.91)	6.29; 36.18	0.676	Büyük
		z= -0.127; p= 0.899		z= -0.981; p= 0.327			z= -1.803; p=0.071			
Dorsi Fleksiyon Toplam İş (J)										
Dominant	Egzersiz	74.40 (29.75)	41.00; 141.00	96.00 (50.43)	58.10; 158.50	**z= -3.663; p= 0.000**	23.76 (16.41)	12.40; 65.30	0.664	Büyük
	Kontrol	72.60 (25.25)	45.50; 99.20	84.30 (23.82)	58.50; 121.20	**z= -3.776; p= 0.000**	13.35 (13.58)	6.17; 33.43	0.675	Büyük
		z= -0.285; p= 0.776		z= -1.345; p= 0.179			**z=-2.942; p= 0.003**			
Non-dominant	Egzersiz	69.10 (49.58)	43.60; 142.10	89.45 (52.00)	51.00; 161.70	**z= -3.888; p= 0.000**	28.43 (26.35)	5.32; 63.50	0.686	Büyük
	Kontrol	68.10 (31.12)	35.90; 99.20	82.45 (33.53)	38.80; 120.80	**z= -3.754; p= 0.000**	15.61 (15.40)	6.47; 29.29	0.673	Büyük
		z= -0.522; p= 0.602		z= -1.519; p= 0.129			**z=-2.753; p= 0.006**			

ÇAG: Çeyrekler Açıklığı, Min; Maks: minimum; maksimum, % : Yüzde, Nm: Newton-metre. J: joule; Satırda Z: Mann Whitney U Testi / Sütun Z : Wilcoxon Testi

Plantar ve dorsi fleksiyon hareketlerinin 120 derecelik açısal hızda açığa çıkardıkları değerleri pik tork ve toplam iş olarak analizi yapıldı. Egzersiz öncesi yapılan değerlendirmelerde sporcuların dominant ve non-dominant ekstremiteler için egzersiz ve kontrol grubunda benzer olduğu belirlendi ($p>0.05$). Egzersiz sonrası ölçümlerde ise non-dominant ekstremite toplam iş değerlerinin egzersiz grubundaki artışı kontrol grubuna göre anlamlı derece fazla olarak bulundu ($p<0.05$). Diğer değerlerde ise egzersiz grubunda kontrol grubuna nazaran daha fazla bir artış olsa da anlamlı değişim olmadığı bulundu ($p>0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları incelendiğinde ise dominant ve non-dominant ayakta değişim anlamlı olarak tespit edildi ($p<0.05$). Egzersiz ve kontrol grubunda değerlerin grup içi değişimlerine bakıldığında dominant ve non-dominant ayakta tüm test verilerinde artış olduğu belirlendi ($p<0.05$) (Tablo 4.7).

Dorsi fleksiyon ölçümlerine baktığımızda egzersiz öncesi yapılan değerlendirmelerde sporcuların dominant ve non-dominant ekstremiteler için egzersiz ve kontrol grubunda benzer olduğu belirlendi ($p>0.05$). Egzersiz sonrası ölçümlerde dominant ve non-dominant ekstremitede egzersiz ve kontrol grupları arasında verilerde değişim olmadığı bulundu ($p>0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları incelendiğinde gruplar arasındaki tüm verilerde anlamlı artış olduğu gözlemlendi ($p<0.05$). Egzersiz ve kontrol grubunda değerlerin grup içi değişimlerine bakıldığında dominant ve non-dominant ayakta tüm test verilerinde artış yaşandı ($p<0.05$) (Tablo 4.7).

Gerçekleştirilen etki genişliği analizi sonucunda 120 derece açısal hızdaki plantar ve dorsi fleksiyon pik tork ve toplam iş değerlerinin her iki ekstremitedeki egzersiz ve kontrol gruplarında değerlerinin etki genişliği analizinde tüm değerlerin etki genişliklerinin büyük ve sayısal değerlerinin benzer olduğu tespit edildi (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Grupların kassal kuvvetin 120° açısal hızdaki test sonuçlarının karşılaştırılması.

		Egzersiz Öncesi		Egzersiz Sonrası		Test İstatistiği	% Değişim		Etki Genişliği	
Değişken	**Grup**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**z; p**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**		
Plantar Fleksiyon Pik Tork (Nm)										
Dominant	Egzersiz	54.65 (38.63)	40.20; 120.10	79.10 (52.65)	50.60; 148.10	**z= -3.646; p= 0.000**	31.45 (28.78)	5.90; 89.33	0.662	Büyük
	Kontrol	58.40 (21.10)	34.00; 103.70	66.35 (30.92)	39.90; 121.50	**z= -3.233; p= 0.000**	11.26 (11.81)	4.11; 88.84	0.617	Büyük
		z= -0.538; p= 0.591		z= -1.741; p= 0.082			**z=-3.132; p=0.002**			
Non-dominant	Egzersiz	57.80 (33.95)	36.30; 115.90	78.25 (52.17)	42.10; 137.20	**z= -3.717; p= 0.000**	29.82 (29.91)	13.36; 58.42	0.669	Büyük
	Kontrol	61.80 (25.40)	31.10; 110.40	69.95 (30.05)	40.10; 121.60	**z= -3.173; p= 0.000**	9.80 (10.08)	4.78; 83.23	0.609	Büyük
		z= -0.633; p= 0.527		z= -1.329; p= 0.184			**z= -3.164; p= 0.002**			
Plantar Fleksiyon Toplam İş (J)										
Dominant	Egzersiz	253.45 (262.28)	152.00; 720.10	341.50 (321.40)	171.50; 831.50	**z= -3.287; p= 0.000**	28.14 (33.97)	8.60; 123.39	0.623	Büyük
	Kontrol	238.10 (147.60)	155.50; 480.50	286.65 (123.88)	175.40; 521.10	**z= -3.713; p= 0.000**	15.83 (19.83)	6.57; 63.03	0.669	Büyük
		z= -0.886; p= 0.376		z= -1.772; p= 0.076			**z= -2.405; p= 0.016**			
Non-dominant	Egzersiz	238.85 (205.25)	122.30; 623.50	304.35 (311.53)	137.50; 719.80	**z= -3.443; p= 0.000**	25.45 (31.98)	12.43; 63.33	0.640	Büyük
	Kontrol	221.85 (136.40)	127.80; 664.20	252.80 (123.15)	165.20; 722.40	**z= -3.614; p= 0.000**	12.67 (16.73)	5.20; 65.94	0.659	Büyük
		z= -1.012; p= 0.311		z= -1.740; p= 0.082			**z= -2.531; p= 0.011**			
Dorsi Fleksiyon Pik Tork (Nm)										
Dominant	Egzersiz	21.75 (6.93)	12.80; 37.50	27.10 (15.13)	16.70; 44.80	**z= -3.519; p= 0.000**	23.45 (26.89)	5.42; 80.40	0.649	Büyük
	Kontrol	22.20 (6.98)	14.70; 28.40	24.70 (6.40)	16.20; 32.40	**z= -3.565; p= 0.000**	10.72 (12.38)	6.84; 46.36	0.654	Büyük
		z= -0.016; p= 0.987		z= -1.471; p= 0.141			**z= -2.246; p=0.025**			
Non-dominant	Egzersiz	22.00 (8.08)	12.40; 37.10	26.60 (14.63)	17.00; 40.60	**z= -3.571; p= 0.000**	21.86 (27.42)	6.49; 72.00	0.654	Büyük
	Kontrol	20.95 (9.35)	12.00; 45.70	24.35 (8.33)	12.90; 49.10	**z= -3.648; p= 0.000**	10.69 (13.05)	6.59; 40.89	0.662	Büyük
		z= -0.063; p= 0.950		z= -1.076; p= 0.282			**z= -2.310; p= 0.021**			
Dorsi Fleksiyon Toplam İş (J)										
Dominant	Egzersiz	120.40 (56.75)	65.80; 230.60	161.85 (61.08)	78.40; 254.40	**z= -3.844; p= 0.000**	28.37 (19.30)	7.60; 56.21	0.681	Büyük
	Kontrol	114.20 (49.83)	58.40; 193.20	133.55 (56.32)	63.10; 217.60	**z= -3.695; p= 0.000**	14.93 (13.46)	7.43; 49.47	0.667	Büyük
		z= -0.759; p= 0.448		z= -1.772; p= 0.076			**z= -2.689; p=0.007**			
Non-dominant	Egzersiz	119.15 (53.85)	55.70; 226.70	149.60 (64.80)	62.10; 259.30	**z= -3.791; p= 0.000**	27.37 (19.47)	8.60; 67.93	0.676	Büyük
	Kontrol	107.75 (58.40)	40.90; 171.50	124.25 (60.30)	44.20; 186.50	**z= -3.603; p= 0.000**	14.31 (12.47)	7.42; 43.00	0.658	Büyük
		z= -0.854; p= 0.393		z= -1.677; p= 0.094			**z= -2.499; p= 0.012**			

ÇAG: Çeyrekler Açıklığı, Min; Maks: minimum; maksimum, % : Yüzde, Nm: Newton-metre. J: joule, Satırda Z: Mann Whitney U Testi / Sütun Z : Wilcoxon Testi

4.6. Sportif Performansın Değerlendirilme Sonuçları

Sporcuların dikey sıçrama testinde ilk değerlendirmesinde sonuçların egzersiz ve kontrol grubunda benzer olduğu bulundu ($p>0.05$). İkinci değerlendirmede ise egzersiz ve kontrol gruplarında sıçrama mesafesinin benzer düzeyde arttığı görüldü ($p<0.05$). Grupların ikinci değerlendirilmesinde sporcuların daha yüksek değerde sıçramalarına rağmen gruplar arasında fark olmadığı görüldü ($p>0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları incelendiğinde ise anlamlı fark olmadığı bulundu ($p>0.05$) (Tablo 4.8).

Topuk kaldırma test değerlerine baktığımızda egzersiz ve kontrol grubunun uygulama öncesinde değerleri benzerdi ($p>0.05$). Uygulama sonrası değerlerde her iki grubun da topuk kaldırma değerlerinde anlamlı düzeyde artış olduğu bulundu ($p<0.05$). Uygulama sonrası gruplar arasında farklılığa bakıldığında ise egzersiz ve kontrol grupları arasında farklılık olmadığı tespit edildi ($p>0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları analiz edildiğinde ise egzersiz ve kontrol grubundaki değişimlerde yüzdelik olarak anlamlı artış görüldü ($p<0.05$) (Tablo 4.8).

30 metre koşu testinde, grupların önce ve sonra değerlendirilmesinde egzersiz ve kontrol grupları arasında bir farklılık olmadığı bulundu ($p>0.05$). Grup içi önce-sonra değerlerinde egzersiz ve kontrol gruplarında anlamlı düzeyde azalma bulundu ($p<0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları analiz edildiğinde ise egzersiz ve kontrol grubundaki değişimlerin benzer olduğu bulundu ($p>0.05$) (Tablo 4.8).

T-test değerlerine baktığımızda ise hem önce hem de sonra değerlerde egzersiz ve kontrol grubu değerlendirme öncesinde değerleri benzer olduğu gözlemlendi. ($p>0.05$). Grup için değerlendirmede ise egzersiz ve kontrol grubunda t-test değerindeki azalma anlamlı düzeyde bulundu ($p<0.05$). Grupların zamana göre değişim oranları analiz edildiğinde ise egzersiz ve kontrol grubunda anlamlı azalma tespit edildi ($p<0.05$) (Tablo 4.8).

Gerçekleştirilen etki genişliği analizi sonucunda dikey sıçrama, topuk kaldırma, 30 metre koşu testi değerlendirmeleri sonucunda egzersiz ve kontrol

gruplarında tüm değerlerinin etki genişliklerinin büyük olduğu tespit edildi. T-test değerlerinde ise etki genişliğinin çok büyük olduğu görüldü (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Grupların sportif performans sonuçlarının karşılaştırılması.

		Egzersiz Öncesi		Egzersiz Sonrası		Test İstatistiği	% Değişim		Etki Genişliği
Değişken	**Grup**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**z; p**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	
Dikey Sıçrama (cm)									
	Egzersiz	51.50 (5.50)	41.00; 66.00	55.00 (6.00)	44.00; 67.00	**z=-3.936; p=0.000**	5.45 (3.76)	1.50; 9.40	0.690 Büyük
	Kontrol	52.00 (7.50)	42.00; 60.00	54.50 (8.50)	43.00; 61.00	**z=-3.892; p=0.000**	4.25 (3.66)	1.60; 8.00	0.686 Büyük
		z=-0.159; p= 0.874		z= -0.032; p= 0.975			z=-1.156; p= 0.248		
Topuk Kaldırma (birim)									
	Egzersiz	58.50 (11.50)	45.00; 77.00	62.50 (11.00)	49.00; 79.00	**z=-3.875; p=0.000**	5.48 (5.23)	2.60; 12.50	0.685 Büyük
	Kontrol	57.50 (14.50)	43.00; 75.00	60.00 (13.25)	45.00; 80.00	**z=-3.751; p=0.000**	4.16 (3.01)	1.50; 12.00	0.672 Büyük
		z= -0.190; p= 0.849		z=-0.570; p= 0.568			**z= -2.073; p= 0.038**		
30 Metre Koşu (sn)									
	Egzersiz	5.19 (0.32)	4.80; 5.60	4.97 (0.24)	4.60; 5.40	**z=-3.936; p=0.000**	-3.56 (2.54)	-6.20; -1.30	0.690 Büyük
	Kontrol	5.12 (0.36)	4.70; 5.40	5.01 (0.40)	4.50; 5.30	**z=-3.972; p=0.000**	-3.32 (1.26)	-7.30; -1.20	0.693 Büyük
		z= -0.760; p= 0.447		z= -0.348; p= 0.728			z= -1.107; p= 0.279		
T - Test (sn)									
	Egzersiz	8.71 (0.66)	7.90; 9.30	8.27 (0.56)	7.60; 8.90	**z=-4.133; p=0.000**	-4.23 (1.54)	-5.90;-2.63	0.707 Çok Büyük
	Kontrol	8.55 (0.56)	7.80; 9.30	8.23 (0.49)	7.40; 8.90	**z=-4.153; p=0.000**	-3.54 (1.06)	-4.90; -2.40	0.709 Çok Büyük
		z= -0.791; p= 0.429		z= -0.459; p= 0.646			**z= -1.993; p= 0.046**		

ÇAG: Çeyrekler Açıklığı, Min; Maks: minimum; maksimum, % : Yüzde Satırda Z: Mann Whitney U Testi / Sütun Z : Wilcoxon Testi

4.7. Yaralanma Değerlendirmesi

4.7.1. Yaralanma İnsidansı

Çalışma sırasında ve sonrasında kaydedilen yaralanmalar ve yaralanma özellik verileri analiz edildiğinde, egzersiz grubunun tüm yaralanmalarının insidansı 8.1/1000 yaralanma/saat ve kontrol grubunun yaralanma insidansı 9.25/1000 yaralanma/saat olarak bulundu. Grupların yaralanma insidans oranlarının benzer olduğu bulundu ($p>0.05$).

4.7.2. Yaralanma Özellikleri

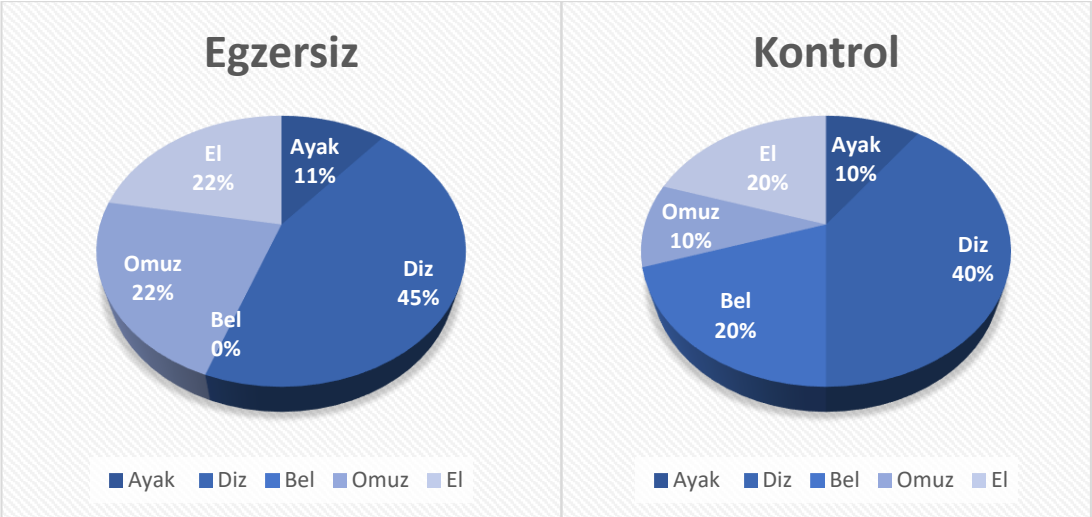
Meydana gelen yaralanmaların bölgelerine bakıldığında grupların benzer olduğu belirlendi ($p>0.05$). Egzersiz grubunda katılımcılarda görülen yaralanmaların; 4 tanesi alt ekstremite de ve 4 tanesi üst ekstremite de görüldü. Gövde bölgesinde herhangi bir yaralanma görülmedi. Kontrol grubunda ise; 3 tane alt ekstremite, 3 tane üst ekstremite ve 2 tane gövde bölgesinde yaralanma görüldü. Katılımcılarda görülen yaralanmaların oluş zamanına göre bakıldığında ise; egzersiz grubunda 5 adet antrenman sırasında ve 2 adet maç sırasında yaralanma görülürken; kontrol grubunda 7 adet antrenman sırasında ve 1 adet maç sırasında yaralanmalar oluştu. Gruplar arasında yaralanma zamanı olarak değerlendirildiğinde herhangi bir farklılık olmadığı gözlemlendi ($p>0.05$). Yaralanma ciddiyetinde ise; 2 grupta da sporcular yaralanmalardan "1-3" ve "4-7" gün sonra antrenmana veya maça dönebildi. Gruplar arasında yaralanma ciddiyeti olarak farklılık olmadığı bulundu ($p>0.05$). Yaralanmaların oluş mekanizması değerlendirildiği zaman, egzersiz grubunda 3 tanesi ve kontrol grubunda 4 tanesi "Akut", egzersiz ve kontrol grubunda 4 er tane yaralanma ise "Kronik" olarak görüldü. Gruplar arasında yaralanma mekanizması olarak farklılık olmadığı gözlemlendi ($p>0.05$). Katılımcıların yaralanma sonrasında kaçırdıkları maç ve antrenman sayılarıyla kıyasladığında, antrenmanda meydana gelen yaralanmaların daha fazla olduğu bulundu ancak her 2 grup arasında herhangi bir farklılık olmadığı görüldü (maç yaralanma $p>0.05$ ve antrenman yaralanma $p>0.05$) (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Grupların yaralanma özellikleri karşılaştırılması.

	Egzersiz	**Kontrol**		
	Ortanca (min; maks)	**Ortanca (min; maks)**	**z**	**p**
Kaçırılan Maç	0 (0;1)	0 (0;1)	Z= -0.204	0.867
Kaçırılan Antrenman	4 (1; 9)	4.5 (2; 9)	Z= -0.292	0.779
	n (%)	**n (%)**		
Tüm Yaralanmalar				
Var	7 (38.9)	8 (44.4)		0.999**
Yok	11 (61.1)	10 (55.6)		
Alt Ekstremite Yaralanmaları				
Var	4 (22.2)	3 (16.7)		0.999*
Yok	14 (77.8)	15 (83.3)		
Üst Ekstremite Yaralanmaları				
Var	4 (22.2)	3 (16.7)		0.999*
Yok	14 (77.8)	15 (83.3)		
Gövde Yaralanmaları				
Var	0 (00.0)	2 (11.1)		0.486*
Yok	18 (100.0)	16 (88.9)		
Yaralanma Zamanı				
Maç	2 (28.6)	1 (12.5)		0.569*
Antrenman	5 (71.4)	7 (87.5)		
Yaralanma Ciddiyeti				
1-3 gün	4 (57.1)	4 (50.0)		0.999*
4-7 gün	3 (42.9)	4 (50.0)		
8-28 gün	0 (0.00)	0 (0.00)		
28 günden fazla	0 (0.00)	0 (0.00)		
Yaralanma Mekanizması				
Akut	3 (42.9)	4 (50.0)		0.569*
Kronik	4 (57.1)	4 (50.0)		

ÇAG: Çeyrekler Arası Genişlik, Min; Maks: Minimum; Maksimum

*Z:Mann Whityney U testi. *Fisher exact test. **Continuity correction test. c2:Pearson ki kare testi*



Şekil 4.1. Egzersiz ve kontrol gruplarında oluşan yaralanmaların bölgeleri.

5. TARTIŞMA

Adölesan voleybol oyuncularında ayak kor egzersizlerinin ayak biyomekaniği, denge, pedobarografik özellikler, kas kuvveti, sportif performansları ve yaralanma insidansı üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmamız sonucunda; tüm sporcuların değerlerinde iyileşme gözlemlendi. Bu durum sporcuların bir önceki sezon sonrası uzun bir dinlenme periyodunu takiben çalışmaya dahil edilerek, aynı antrenman programını yapıp, benzer yüklenmeye maruz bırakılmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Bununla birlikte egzersiz grubuna ek olarak verilen ayak kor egzersizleri ile sporcularda ölçülen bazı parametrelerdeki gelişimin daha fazla olduğu belirlendi. Yaralanma insidansı ve yaralanma özellikleri konusunda ise bu egzersiz programının, rutin antrenman programına benzer etki gösterdiği bulundu.

5.1. Demografik ve Fiziksel Özellikler

Araştırmamıza katılan sporcular yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, VKİ, spor yaşı ortalamaları ve dominant taraf ile oynadıkları mevki dağılımları gibi demografik özellikleri bakımından egzersiz ve kontrol grupları kıyaslandığında, sporcuların her iki gruptaki dağılımlarının benzer olduğu belirlendi. Bu durum, çalışma gruplarımızın fiziksel ve demografik özellikleri bakımından homojen olması ve ölçülen parametrelerin bu değişkenlerden etkilenmemesi adına önemlidir. Sporcularda VKİ ile denge, kas kuvveti ve sportif performans arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda, vücut kitlesi artan bireylerde parametrelerin etkilendiği gösterilmiştir (142, 143). Çalışmamıza dahil olan sporcuların VKİ'leri normal ve gruplar arasında benzer olarak değerlendirildiği için sporcular üzerinde etkili olmamıştır. Ayrıca sporcuların oynadıkları mevki ve spor yaşı olarak grupların birbirine benzer olması ile farklı teknik özelliklere sahip oyuncuların gösterebileceği değişimlerinden etkilenmediğini göstermektedir.

5.2. Ayak Biyomekanik Değerleri

Çalışmamızda egzersiz eğitiminden sonra naviküler düşme miktarının her iki grupta da azaldığı ancak gruplar arası zamana göre değişimlerde egzersiz grubunda navikülanın pozisyonunu daha iyi koruduğu ve daha az çökme yaşandığı belirlendi.

Literatürde ayak intrinsik bölgesine ve ayak bileğine yönelik yapılmış egzersizlerle ilgili çalışmalar incelendiğinde, bu egzersizlerin naviküla kemiğinin düşme miktarını azalttığı belirlenmiştir. Mulligan ve ark. (2013) 21 katılımcıyla yaptıkları çalışmada, kısa ayak egzersizini dört hafta süresince egzersizi 30 tekrar ve her egzersizi yapma anında beş saniye bekleme olacak şekilde uygulamışlardır. Sporcular egzersiz öncesi, egzersiz sonrası ve sekizinci hafta sonrasında değerlendirilmiş ve sporcuların naviküla kemiğindeki düşme miktarının azaldığı bulunmuştur (32). Kim ve ark. (2016) tarafından yapılmış diğer bir çalışmada ise, katılımcılar iki gruba ayrılarak, egzersiz ve MLA takviyesi verilmiştir. Egzersizlerin günde 30 dakika ve haftada üç tekrarlı olarak yapıldığı bu çalışmada katılımcılar beş hafta boyunca takip edilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda katılımcılardan kısa ayak egzersizi yapan bireylerde naviküler düşme miktarının ortez grubuna göre daha az olduğu belirlenmiştir (73). Unver ve ark. (2019) pes planusu olan 41 bireyde yaptıkları bir diğer çalışmada ise; kısa ayak egzersizinin etkisini araştırmış ve altı hafta boyunca haftada yedi kez, üç set 15 tekrarlı olacak şekilde yapılan egzersizler sonucunda katılımcıların naviküler düşme test değerlerinde azalma kaydetmişlerdir (84). Ayak kor kaslarına verilen egzersizlerin bu bölgedeki kasların kuvvetini arttırdığı bilinmektedir. Bu durum birinci metatarsofalangeal eklemin kalkaneusa doğru yaklaşmasını sağlamaktadır (43, 76, 77, 144). Buna bağlı olarak biz de çalışmamızda egzersiz grubunda uygulanan ayak kor egzersizleri ile bu kasların medial logitudinal arkın desteklenmesindeki etkilerinin artarak naviküler kemiğin daha iyi desteklenmesi ile ilişkili olarak naviküler düşme testi değerlerinde değişimin olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızdaki bir diğer biyomekanik değere baktığımızda egzersiz verdiğimiz grupta halluks valgus açısının hem dominant ekstremitede hem de non-dominant ekstremitede azaldığı bulundu. Kontrol grubunda halluks valgus açısında herhangi bir değişme gözlemlenmedi. Literatürde ayak intrinsik bölgesine ve ayak bileğine yönelik yapılmış egzersizlerle ilgili çalışmalar incelendiğinde, bu egzersizlerin halluks kemiğinin valgus yönündeki açılaşmayı azalttığı belirlenmiştir. Kim ve ark. (2015) ayak kor egzersizlerinin ayak biyomekaniği üzerine anlamlı fark meydana getirdiğini bulmuştur. Yapılan bir çalışmada 24 adet orta ve ciddi seviyede halluks valgusu olan birey katılmış olup katılımcılar egzersiz-ortezleme ve sadece ortezleme olarak iki gruba ayrılmıştır. Ayak intrinsik bölgesine yönelik verilen egzersizleri günde 20 dakika ve haftada dört gün olacak şekilde sekiz hafta boyunca

takip ettikleri çalışmada; sekiz hafta sonucunda halluks valgus açısında azalma meydana geldiği bulunmuştur (145). Halluks valgus açısının oluşması abdüktör hallusis kaslarının etkinliklerinin azalmasından kaynaklanmaktadır. Ayak intrinsik kaslarına yönelik egzersizlerin abdüktör hallusis kasının kuvvetini arttırdığı bilinmektedir (62, 145, 146). Çalışmamızda ayak kor egzersizleri kapsamında bu kasların da çalıştırılması, kasların metatarsofaengeal eklem üzerindeki kontrolünün daha fazla olması ile başparmağın doğru pozisyonlanmasına ve dolayısıyla halluks valgus açısının azalmasına katkı sunmuş olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda, metatars genişliği egzersiz ve kontrol grubunda önce-sonra değerlendirmelerinde dominant ve non-dominant ayakta herhangi bir değişme kaydedilmedi. Sevik'in yaptığı (147) çalışmada ayak intrinsik bölgesindeki kaslara yönelik verilen egzersizlerle metatars genişliğinde herhangi bir değişim meydana gelmediğini bulmuşlar. Transvers arkın egzersizlerle değişimini incelemek amacıyla metatarsal genişlik değerlendirmesi yapıldı. Abdüktör hallusis ve peroneus longus kaslarının arkın stabilizasyonuna etki ettiği bilinse de yapılan egzersizlerle herhangi bir değişim meydana gelmemiştir. Ayrıca çalışmaya dahil ettiğimiz sporcuların sağlıklı olmaları ve ayak bölgesinde herhangi bir biyomekanik bozukluğunun olmaması nedeniyle elde ettiğimiz verilerin sonucu olarak, ayak kor kaslarının metatars genişliği üzerine etkinliği ile ilgili kesin sonuca varamamamıza sebep olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda subtalar eklem açısında egzersiz grubunda önce-sonra değerlendirmelerinde dominant ve non-dominant ayakta herhangi bir değişim kaydedilmedi. Ayak kor kaslarına yönelik verilen egzersizlerin MLA'nın yüksekliğini koruyarak ayağı supinasyon pozisyonuna getirdiği bilinmektedir. Ayrıca ayak aşırı pronasyonda olan bireylerde ise ayağı nötral pozisyona getirmektedir (75, 84). Çalışmamıza dahil edilen sporcularda subtalar eklemin başlangıçta supinasyon pozisyonunda olması nedeniyle ve verilen egzersizlerin de ayaktaki supinasyonu desteklemesine bağlı olarak sporcularda bu yönde bir değişiklik olmamıştır. Özelikle subtalar eklemin pronasyon pozisyonunda olduğu belirlenen sporcularda ayak kor egzersizlerinin uygulanması ile bu egzersizlerin subtalar eklem üzerindeki etkileri tespit edilebilir.

5.3 Denge ve Pedobarografik Değerlendirme

Ayak kor kaslarına yönelik verdiğimiz egzersizler sonucunda sporcuların denge parametrelerinde gelişme kaydedildi. Bunun sonuçlarına bağlı olarak ayak kor kaslarına yönelik verilen egzersiz programlarının etkilerinin araştırıldığı çalışmalara bakıldığında bu egzersizlerin bireyler üzerinde dengeyi geliştirdiği belirlenmiştir. Kim ve ark.'nın (2016) yaptığı ve 28 katılımcının dahil edildiği çalışmada bireyler beş haftalık kısa ayak egzersizi ve ortez grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Denge parametresi Y denge testi ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda egzersiz grubundaki denge değerlerinin ortez grubundaki değerlerden daha fazla gelişim gösterdiği bulunmuştur (73). Moon ve ark. (2014) ayaklarında hiperpronasyonu olan 18 bireyle yaptıkları çalışmada ise; kısa ayak egzersizinin akut süreli etkisini incelemişlerdir. Bireylerin dinamik dengeleri "*LOS – Limit of Stability*" testi ile değerlendirilmiştir. Sonuçlarda dengede gelişme kaydedildiği bulunmuştur (83). Mulligan ve ark. (2013) 21 katılımcıyla yaptıkları çalışmada; kısa ayak egzersizlerini dört hafta boyunca 30 tekrarla katılımcılara uygulamışlardır. Dördüncü ve sekizinci hafta sonunda sporcuların dengelerindeki değişimler kaydedilmiştir. *Star excursion* denge testiyle ölçümler yapılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda anterior uzanım değeri haricinde, posterior uzanım, medial uzanım, posterior-medial uzanım ve anterior-medial uzanım değerlerinde gelişme kaydedilmiştir (32). Lynn ve ark. (2012) 24 sağlıklı katılımcıyla yaptıkları çalışmada; kısa ayak egzersizi ve havlu toplama egzersizi olmak üzere iki grup oluşturmuştur. Dört hafta boyunca devam edilen egzersizler günde 100 tekrar olacak şekilde yapılmıştır. Denge değerlendirmeleri Y denge testi ile değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerde bireylerin denge parametrelerinde gelişme kaydedilmiştir (72). Ayak intrinsik kaslarına yönelik egzersizler abdüktör hallusis kasının aktivitesini ve fonksiyonelliğini artırmaktadır. Abdüktör hallusis kası ise yürüyüşün itme fazında vücudun ağırlığının kaldırılmasında ve ileri itmede görev almaktadır. Fleksör hallusis brevis kası ise terminal duruş fazında MLA'nın ve ayağın stabilitesini korumaktadır. Medial longitudinal ark maksimum yüklenme reaksiyonlarının karşı dirençli olmasıyla alt ekstremite boyunca stabilitenin geliştirilmesini sağlamaktadır. (32, 39, 43, 73, 82). Ayrıca kinestetik reseptörlerden olan kas iğciği ile golgi tendon organından gelen uyarılar dengenin sağlanmasında rol oynamaktadır. Buna ek olarak ayak tabanından gelen duyu girdilerini arttırarak vücudun ayakta durma sırasındaki stabilitesini arttırdığı bilinmektedir. Dokunma,

basınç ve titreşim hassasiyetinden sorumlu olan meissner ve passini cisimciği ile merkel ve ruffini hücreleri ağırlık aktarma ve denge kontrolünün sağlanmasında etkilidir. Ayak biyomekaniğinde ve taban temas nokta basınçlarındaki düzelme ile ayaktaki gerilimlerin azalması sağlanmakta bu sayede de reseptörlere daha düzgün girdiler sağlanarak dengenin geliştirmektedir. Tüm bu etkilerle dinamik dengenin desteklenmesi sağlanmaktadır (148-150). Biz de çalışmamızda ayak kor egzersizleri ile özellikle MLA desteğinin sağlanmış olması ve buna bağlı olarak ayak diziliminin desteklenmesi ile egzersiz grubunda dengenin daha fazla gelişmiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda yaptığımız pedobarografik değerlendirme sonucunda non-dominant ayak kuvvet hata oranında, non-dominant ayak yüzey hata oranında ve anterior-posterior statik yük dağılımında olumlu olarak fark meydana gelmiştir. Literatürde ayak intrinsik bölgesine ve ayak bileğine yönelik yapılmış egzersizlerle ilgili çalışmalar incelendiğinde, bu egzersizlerin ayak basınç dağılımları üzerine etkilerinin farklılıklar gösterdiği görülmüştür. Lee ve ark. (2016) 16 pes planuslu birey üzerine yaptıkları çalışmada; ayak intrinsik kasları ve tibialis posterior kasına yönelik egzersiz programının, bireyler üzerindeki ayak plantar basınç ve dinamik denge parametrelerini değerlendirmişlerdir. Katılımcılar; ayak intrinsik kaslarını kuvvetlendirme egzersizi verilen kontrol grubu ve hem ayak intrinsik kaslarını hem de tibialis posterior kasını kuvvetlendirme egzersizi verilen egzersiz grubu olarak iki gruba ayrılmıştır. Tüm gruplar egzersizleri günde 30 dakika ve altı hafta boyunca devam etmişlerdir. Egzersiz grubunda plantar basıncın topuk bölgesinde anlamlı derecede düşük olduğu ve dinamik denge değerlerinin ise daha iyi olduğu bildirilmiştir (75). Unver ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada; 41 pes planuslu bireyi çalışmaya dahil etmişlerdir. Katılımcılar egzersiz ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Egzersiz grubuna kısa ayak egzersizi verilmiştir. Altı hafta boyunca takip edilen bireylerin dinamik pedobarografik analizi ile taban basınçları değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına bakıldığında maksimum kuvvet ve maksimum basınç değerleri ön ayak, orta ayak ve topuk olarak değerlendirilmiştir. Sol ayak orta bölgesinde maksimum kuvveti egzersiz grubunda anlamlı olarak artmış ancak diğer pedobarografik değerlerde herhangi gelişme kaydedilememiştir (84). Panichawit ve ark. (2015) pes planus problemi olan bireylerle yaptıkları çalışmada, ayak ve ayak bileği egzersizleri verdikleri katılımcıların plantar temas alan ve plantar pik basıncını değerlendirmişlerdir. Sekiz

haftalık egzersiz uygulamaları sonunda değerlendirmeler tekrarlanmıştır. Sonuçlara bakıldığında temas alanı ve yüzey basınçları değerlendirildiğinde herhangi bir farklılık bulunamamıştır (151). Ayak kor egzersizlerinin statik ve dinamik hareketler sırasında ayak taban yüzeyinde ağırlık dağılımını ve yer temas alanlarındaki aktarımlarını daha düzgün hale getirdiğini söyleyebiliriz. Egzersiz grubunda naviküla kemiğinin ağırlıkla birlikte çökmesinin azalması statik ve dinamik aktiviteler sırasında ağırlık dağılımının yüzey temas alanlarındaki aktarımını düzelttiğini ve pedobarografik değerleri de iyileştirdiğini söyleyebiliriz.

5.4. Kassal Kuvvet ve Kassal Endurans

Çalışmamızda ayak intrinsik bölgesine yönelik verilen egzersiz uygulamaları sonucunda ayak bileği plantar ve dorsi fleksiyon hareketlerinin 30°/sn, 60°/sn ve 120°/sn ölçümleri değerlendirildi ve kontrol grubuna oranla egzersiz grubunda daha fazla gelişim kaydedildiği görüldü. İzokinetik değerlendirmelerinde bakılan yüksek hız fonksiyonel aktiviteler için belirleyici olduğu için 120°/sn 'lik açısal hız seçildi. Düşük açısal hızlarda ise daha yüksek pik tork değerlerini belirlemek için kullanılmaktadır. Bu sebeple 30°/sn, 60°/sn açısal hızlarda değerlendirmeleri gerçekleştirdik (129, 152). Düşük açısal hızlarda verilerde pik tork değerleri yüksek çıkarken toplam iş değerleri diğer açısal değerlere oranla daha düşük olarak bulundu, yüksek hızla yapılan değerlendirmelerde pik tork değerleri daha düşük olarak gözlemlenirken toplam iş değerleri daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlarla egzersizlerin hem kassal kuvvetin hem de kassal enduransın gelişmesine katkı sağladığını söyleyebiliriz.

Literatürde ayak intrinsik bölgesine ve ayak bileğine yönelik yapılmış egzersizlerle ilgili çalışmalar incelendiğinde, bu egzersizlerin ayak bölgesi kas kuvvetini arttırdığı gösterilmiştir. Gooding ve ark. (2016) sekiz sağlıklı bireyde yaptıkları çalışmada; kısa ayak egzersizinin, başparmak abdüksiyon egzersizinin, başparmak ekstansiyon ve ikinci-beşinci parmak abdüksiyon hareketinin ayak intrinsik kasları üzerine olan etkisinin karşılaştırılması yapılmıştır. Bireylerin abdüktör hallusis, fleksör digitorum brevis, abdüktör digiti minimi, quadratus plantar, fleksör digiti minimi, addüktör halluks oblique, fleksör halluks brevis, interossei ve lumbrikal kaslarının aktivasyonu her egzersiz öncesi ve sonrası değerlendirilmiştir. Kısa ayak

egzersizi (%16.7 ile %34.9), parmak abdüksiyon (%17.3 ile %35.2), başparmak ekstansiyon (%13.1 ile %18.1) ve ikinci-beşinci parmak ekstansiyon (%8.9 ile %22.5) oranında aktivasyon sağladığını göstermiştir (85). Taddei ve ark. (2018) uzun mesafe koşucularıyla yaptıkları çalışmada; 31 sporcu çalışmaya dahil edilmiştir. Egzersiz grubuna ayak ve ayak bileğine yönelik egzersizler ve kontrol grubuna germe egzersizleri verilmiştir. Sekiz hafta egzersizlere devam eden katılımcılar egzersizleri 30 dakika olarak yapılmıştır. Abdüktör hallusis, abdüktör digiti minimi, fleksör halluks brevis ve fleksör digitorum brevis kaslarının kesit alanları değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda egzersiz grubunda abdüktör hallusis ve fleksör digitorum brevis kasında kesit alanında artış miktarı anlamlı olarak bulunmuştur (31). Kim ve ark. (2013) halluks valguslu bireylerde yaptıkları çalışmada, 25 katılımcıyı kısa ayak egzersizi verilenler ve ayak parmaklarına abdüksiyon egzersizi verilenler olarak iki gruba ayırıp iki hafta boyunca katılımcılara egzersizler yaptırılmıştır. Ayak parmaklarına abdüksiyon egzersizi yapan grubun abdüktör hallusis aktivasyon değerinin, kısa ayak egzersizi yapan gruba göre daha fazla olduğu bulunmuştur. Ayrıca parmak abdüksiyon egzersiz grubunda abdüktör hallusis kasının aktivasyonun addüktör halluks brevis kasından daha fazla olduğu görülmüştür (82). Jung ve ark. (2011) 28 pes planus hastası ile yaptıkları çalışmada; bireyleri ortez uygulanan grup ve kısa ayak egzersizi ve ortezleme yapılan grup olarak iki gruba ayırmışlardır. Katılımcılar egzersizleri sekiz hafta boyunca üç set ve 15 tekrar olacak şekilde uygulamıştır. Değerlendirmelerden sonra kısa ayak egzersizinin yapıldığı grubun abdüktör hallusis kasının kuvvetinin sadece ortez yapılan gruba göre daha fazla bulunmuştur. Ayrıca fleksör halluks kas kuvvetinde de egzersiz grubunda daha fazla artış kaydetmiştir (86). Jung ve ark. (2011) 20 normal ayak postürüne sahip bireylerle yaptıkları çalışmada; bireyleri kısa ayak egzersizi ve parmak fleksiyon egzersizi grubu olarak iki gruba ayırmışlardır. Katılımcıların abdüktör hallusis kas aktivasyonu ve MLA yükseklikleri değerlendirilmiştir. Egzersiz uygulanmalarından sonra grupların değerlendirilmeleri sonucunda kısa ayak egzersizi grubunun abdüktör hallusis kas aktivasyonunun daha fazla olduğu ve MLA yüksekliğinin daha az çöktüğü gözlemlenmiştir (30). Sulowska ve ark. (2019) yaşları 21-45 arasında değişen 47 uzun mesafe koşucusu üzerine yaptıkları çalışmada bireyleri; normal ayak yapısına sahip 27 kişi ve iç ve dış rotasyonu olan 20 kişi olarak iki gruba ayırmıştır. Egzersiz uygulanan bireyler altı hafta boyunca takip edilmiştir. Sporcuların diz fleksiyon ve ekstansiyon açılarının izokinetik kuvvetine bakılmış ve koşu bazlı anaerobik sprint testi

uygulanmıştır. Egzersiz sonrasında pronasyonu olan bireylerde diz fleksiyon pik torkunda ve maksimum güçte artış meydana gelmiş; 35 metre koşu testinde daha iyi performans göstermişlerdir (36). Ayak intrinsik kaslarına yönelik verilen egzersizler, bu bölgedeki kasların kuvvetlenmesini sağlamaktadır. Ayak intrinsik kaslarının kuvvetlendirilmesi ile ayak stabilitesi artmakta ve MLA'nın dinamik olarak desteklenmesi sağlanmaktadır. Genellikle önerilen kısa ayak egzersizi ve diğer ayak intrinsik kaslarının egzersizleri abdüktör hallusis kasını aktive ederek MLA yüksekliğinin yüklenme ile daha az çökmesini sağlamaktadır. Tibialis anterior ve tibialis posterior kasları MLA'nın desteklenmesinde görev almaktadır (62). Tibialis anteriorun ana görevi inversiyon ile dorsifleksiyon hareketini yaptırmaktır. Tibialis posteriorun ana görevi ise inversiyon ile plantar fleksiyon hareketini gerçekleştirmektir. Yapılan egzersizler; tibialis anterior ve tibialis posterior kaslarında aktivasyon meydana getirip; ayak plantar ve dorsi fleksiyon kuvvetinin egzersiz grubunda daha iyi olmasına neden olmuş olabilir. Bu sonuçlarla ayak kor kaslarına yönelik verilen egzersizlerin kuvvet kazanımında etkisinin literatürdeki çalışmalarda bulunduğu gibi sadece intrinsik kasların kuvvetini arttırmakla kalmadığı ayrıca ayak bileği ve diz bölgelerinde de kas kuvvetini arttırdığı söylenebilmektedir (34, 35, 76, 86). Biz de çalışmamızda izokinetik ölçümle değerlendirdiğimiz ayak bileği dorsi fleksiyon ve plantar fleksiyon kas kuvvetinde ve enduransının egzersiz grubundaki artışın daha fazla olduğunu belirledik. Ayak intrinsik kaslarına yönelik egzersizlerin ayağın diziliminde sağladığı gelişmeler, ayak bileği plantar ve dorsi fleksör kaslarının daha etkin bir kuvvet açığa çıkarmasına imkan sağlayabileceği; bu durumun da voleybol oynayan sporcuların performansları açısından olumlu katkı sağladığı düşünülmektedir.

5.5. Saha Testleri

Voleybol oyuncularında uygulanan T-test ve topuk kaldırma değerlendirme parametrelerinde gelişme kaydedildi. Ancak dikey sıçrama ve 30-metre koşu testinde gruplar arasında farklılık gözlemlenmedi. Literatürde ayak intrinsik bölgesine ve ayak bileğine yönelik yapılmış egzersizlerle ilgili çalışmalar incelendiğinde, bu egzersizlerin sporcuların sportif performanslarına pozitif katkı sağladığı belirlenmiştir. Hashimoto ve ark. (2014) 12 sağlıklı erkek birey üzerinde yaptıkları çalışmada; bireylere ayak parmak fleksiyon egzersizleri vermiş ve sekiz hafta boyunca

uygulamışlar. Egzersizlerin etkinliğini ayak intrinsik fleksör kaslarının kuvvetini, MLA yüksekliğini, dikey sıçrama mesafesini, 50 m koşu testini ve tek ayak uzun atlama testlerini uygulayarak değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda bireylerin fleksör kas kuvveti, MLA yüksekliği, 50 metre koşu testi, dikey sıçrama ve tek ayak sıçrama testlerinde olumlu olarak etkilendiğini göstermişlerdir (153). Goldman ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada; 15 erkek katılımcıyı çalışmaya dahil etmişler ve bireyler, parmak fleksör kaslarına yönelik egzersiz verilerek yedi hafta boyunca takip edilmiştir. Bireylerin fleksör kas kuvvetleri dinamometre ile ölçülmüştür. Ayrıca katılımcıların sportif performansları vertikal ve horizontal sıçrama ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarında kas kuvvetinde ve horizontal sıçrama değerlerinde artış meydana gelirken, vertikal sıçramadaki değişim anlamlı olmamıştır (154). Sporcuların sportif performans testlerinin sonuçlarını karşılaştırdığımız zaman bazı testlerimizin sonuçlarının diğer yapılmış çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir. Ayak kor kaslarına yönelik verilen egzersizlerin ayak kor kaslarını etkilemekle kalmayıp, ayak bileği ve ayak postürünü geliştirmesi ile ayağın daha stabil olmasını sağladığını bununda sporcuların t-test ile topuk kaldırma testlerinde daha iyi performans göstermesini sağladığını düşünmekteyiz. Dikey sıçrama ve 30-metre koşu testlerinde tüm vücut kasları kullanılmakta; kas kuvveti, hız ve patlayıcı kuvveti değerlendirilmektedir. Ayak kor bölgesine yönelik verilen egzersizlerin sadece ayak ile bağlı olmayıp diz bölgesinde kas kuvveti kazanımı sağladığı biliniyor olsa bile bu durum tüm vücut kaslarının kullanıldığı testlerde farklılık oluşturmaya yetmediğini düşünmekteyiz.

5.6. Yaralanma İnsidansı ve Özellikleri

Yaptığımız çalışmada gruplarda meydana gelen yaralanmalar arasında farklılık olmadığı bulundu. Yaralanma insidansları literatür ile değerlendirildiği zaman çalışmamızın daha çok yaralanma sayısına sahip olduğunu görmekteyiz (8, 20, 155). Çalışmamızda görülen yaralanmaların ciddiyetini incelediğimizde; her iki grupta da oluşan yaralanmalar “hafif” olarak belirtilen seviyelerde görüldü. Bu durum sporcuların antrenman ve maç kaçırma sayısını en aza indirgeyerek hızlı bir şekilde antrenman ve maçlara yeniden geri dönmesine neden oldu. En uzun yaralanma süresine sahip sporcu yedi gün antrenmanlardan uzak kaldı. Kontrol grubunda da benzer tablo ile meydana gelen yaralanmaların %50’si ilk üç gün içerisinde

toparlanırken diğerleri bir hafta içerisinde yeniden sahaya geri dönebildi. Yaralanma ciddiyeti olarak ise egzersiz ve kontrol grubu arasında farklılık bulunamadı. Literatürdeki çalışmalarla kıyaslandığı zaman; yaralanma ciddiyetinin daha fazla olduğunu ve sporcuların daha fazla maç ve antrenman kaybettiklerini söyleyebiliriz (9, 16, 20, 155). Grupların yaralanma özelliklerini kıyasladığımızda; yaralanmaların oluştuğu bölgelere bakıldığında herhangi bir farklılık görülmedi. Yaralanmalar oluşan bölgelere göre değerlendirildiğinde, her iki grubun yakın sayılarda alt ve üst ekstremite yaralanmalarına maruz kaldığını söyleyebilir. Literatürde ki çalışmalara bakıldığında ise ayak ve ayak bileği bölgesi yaralanmaların en fazla gerçekleştiği bölge iken çalışmamızda diz en fazla yaralanma gözlemlenen bölge olarak bulundu (9, 20). Yaralanma zamanı olarak değerlendirildiğinde; antrenmanda görülen yaralanmaların maçlara oranla daha fazla olduğu görüldü. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında yaralanma zamanı olarak sonuçlarımızla uyumlu çalışmalar varken (109, 155), maç sırasında meydana gelen yaralanmaların daha fazla olduğu çalışmalarda literatürde görülmektedir (8, 16, 20). Yaralanmaların oluş mekanizmasına bakıldığında akut yaralanmalar daha az gözlemlenmiştir Kontrol grubunda bu oran eşittir. Literatürdeki çalışmalarda ise akut yaralanmaların daha sık meydana geldiğini gösteren sonuçlar çalışmamızla uyumluluk göstermemiştir (8, 9, 23). Çalışmada yaralanma verileri toplanmaya devam ederken Covid-19 pandemisinin meydana gelmesi sebebiyle tüm antrenmanlar ve maçları iptal edilmiştir. Sezon bitmeden oluşan bu durumdan ötürü yaralanma insidansı ve yaralanma özelliklerinin literatürle farklılıkların oluşmasına sebebiyet verdiğini düşünmekteyiz. Bu durumnda daha fazla antrenman ve maç süresince oluşabilecek yaralanmaların kaydedilmesinin önüne geçmiş olabileceğini ve insidansı arttırdığını düşünmekteyiz.

Hipotezlerimiz değerlendirildiğinde;

H1: Ayak kor egzersizlerinin adölesan voleybol oyuncularında ayak biyomekaniği üzerine etkisi vardır; hipotez kısmen kabul edildi kısmen reddedildi.

H2: Ayak kor egzersizlerinin adölesan voleybol oyuncularında pedobarografik değerler üzerine etkisi vardır; hipotez kabul edildi.

H3: Ayak kor egzersizlerinin adölesan voleybol oyuncularında denge değerleri üzerine etkisi vardır; hipotez kabul edildi.

H4: Ayak kor egzersizlerinin adölesan voleybol oyuncularında ayak bileği kas kuvveti üzerine etkisi vardır; hipotez kabul edildi.

H5: Ayak kor egzersizlerinin adölesan voleybol oyuncularında sportif performans parametreleri üzerine etkisi vardır; hipotez kabul edildi.

H6: Ayak kor egzersizlerinin adölesan voleybol oyuncularında yaralanma insidansı üzerine katkısı vardır; hipotez reddedildi.

Çalışmamızda bazı limitasyonlar mevcuttur;

- Çalışmanın değerlendirme kısmının araştırmacı tarafından yapması körleme açısında çalışmanın kısıtlandığı bölümdür.

- Çalışmaya devam edildiği süreçte Covid-19 pandemi sürecinden kaynaklı olarak maç ve antrenmanların iptal olması sebebiyle, sadece o süreye kadar olan yaralanmalar kaydedilip değerlendirildi. Bu durumun yaralanma insidansında litetatürden farklı sonuçlar çıkmasına sebebiyet verdiğini ve çalışmanın bir bölümünde limitasyon olmasına neden olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın üstün yanları ise;

- Çalışma ayak kor egzersizlerinin voleybol sporcuları üzerindeki etkinliğinin incelendiği ilk çalışma olması ile voleybolcularda yapılabilecek sonraki çalışmalara yön gösterecektir.

- Çalışma zamanlamasının sezon öncesi yapılması, tüm sporcuların eşit seviyede antrene olmasını sağladı. Çalışmanın değerlendirme süreçleri sezon maç programları başlamadan ve takımların ana kadroları kurulmadan tamamlandı. Bu

çalışma sürecinde tüm sporcuların eşit seviyede yüklenilmesi sağlanarak egzersiz ve kontrol grubunda ve grup içlerindeki antrenman programının benzer olmasını sağladı.

- Çalışmanın değerlendirmesinde kullanılan değerlendirme parametreleri objektif verilere dayanmaktadır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Farklı spor branşlarında ayak kor kaslarına yönelik verilen egzersiz programlarının etkileri inceleyen çalışmalar literatürde bildirilmiştir. Ancak bilgimiz dahilinde adölesan voleybol oyuncularında ayak kor egzersizlerinin etkilerini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönüyle çalışmamız literatürde yapılan ilk çalışma oldu. Bu çalışma ile adölesan voleybol oyuncularında ayak kor egzersizlerinin ayak biyomekaniği, pedobarografik değerler, kas kuvveti, denge, sportif performans ve yaralanma verileri üzerindeki etkisi araştırıldı ve elde edilen bulgular literatür ile tartışıldı. Çalışma sonucunda elde edilen verilerle birlikte ulaşılan sonuç ve öneriler şunlardır;

- Ayak kor egzersizlerinin 8 hafta uygulanması ile ayak kor bölgesindeki kasların aktivasyonun sağlanmasıyla ayak biyomekaniğinde değişiklikler meydana geldi. Ayak postüründe meydana gelen değişimlerle; sporcuların ayak stabilitesini geliştirdiği denge üzerinde etkisi olması sporcular için faydalı olmaktadır.

- Adölesan voleybolcularında yapılan egzersizlerin, yürüyüşün pedobarografik değerlerinde yüzey temas alanı ve kuvvet aktarımında daha düzgün olmasını sağladı. Voleybol oyuncularında tekrarlı yapılan adımlama hareketlerinin düzgün taban teması sayesinde eklemler üzerindeki yüklenmeyi azalttığı için bu egzersizler antrenman programlarına eklenmelidir.

- Ayak kor egzersiz programının adölesan voleybol sporcularında denge değerleri üzerinde etkili olduğu gözlemlendi.

- Ayak kor egzersizlerinin ayak bileği bölgesindeki kasların kuvvetlerini artırdığı bulundu. Sporcuların her iki grupta kas kuvvetlerinin artması, sezon öncesinde ilk değerlendirmeyi yapmamızdan kaynaklanırken, egzersiz grubunun kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar alması egzersizlerin etkinliğini göstermektedir. Ayrıca özellikle daha iyi kas kuvvetini sağlaması ve maksimum ulaşabildiği kuvvet miktarını arttırması, antrenman ve maç sırasındaki performansını da olumlu etkileyebilir.

- Voleybol oyuncularında uygulanacak ayak kor egzersiz programının kassal endurans ve çeviklik üzerine etkisinin olduğu görüldü. Hız ve anaerobik kuvvet üzerine herhangi bir etkisi bulunamadı.

- Ayak kor kaslarının sporcularda meydana gelen yaralanmalar üzerindeki etkinliğine dair net bir kanıt bulunamadı. Yaralanma üzerindeki etkilerini daha net ortaya koymak için başka çalışmaların yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

- Bizim çalışmamız ve literatürdeki çalışmalar göz önüne alındığında ayak kor kaslarının eğitilmesi ve kuvvetlendirilmesi; voleybol sporcularının ayak biyomekanik değerlerinde, ayak taban basıncı ve doğru yüzey kullanım alanlarında, dinamik denge, ayak plantar ve dorsi fleksiyon kas kuvveti ile çeviklik parametrelerinde pozitif etki sağlamaktadır.

Bu nedenlerle voleybol takımlarına; adölesan yaştaki sporcuların ayak sağlıklarının ve performanslarının daha iyi olması için ayak kor kaslarına yönelik egzersizleri antrenman programlarına eklemelerini tavsiye etmekteyiz.

7. KAYNAKLAR

1. Chan, C.W., Rudins A. Foot biomechanics during walking and running. *Mayo Clinic Proceedings.* 1994, 69(5):448-461.

2. Sammarco G. Biomechanics of the Musculoskeletal System, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001: 223-255.

3. Mueller M. Joint structure and function: a comprehensive analysis, 4th ed. Philadelphia, F.A. Davis Co, 2005: 432-472.

4. Hanna M, Whicker EA, Traub B, Allam E, Labib SA. Sport activity levels following ankle fusion. *International Orthopaedics*. 2021, 45(9):2347-2354.

5. Can F, İkiz İ. Ayak bileği instabiliteleri: Konservatif tedavi yöntemi. *TOTBİD Dergisi*. 2013, 12(2):117-133.

6. Bahr R, Karlsen R, Lian Ø, Øvrebø RV. Incidence and mechanisms of acute ankle inversion injuries in volleyball: a retrospective cohort study. *The American Journal of Sports Medicine.* 1994, 22(5):595-600.

7. de Oliveira Menacho M, Pereira HM, de Oliveira BIR, Chagas LMPM, Toyohara MT, Cardoso JR. The peroneus reaction time during sudden inversion test: systematic review. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010, 20(4):559-565.

8. Verhagen E, Van Der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R, Van Mechelen W. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*. 2004, 32(6):1385-1393.

9. Beneka A, Malliou P, Gioftsidou A, Tsigganos G, Zetou H, Godolias G. Injury incidence rate, severity and diagnosis in male volleyball players. *Sport Sciences for Health*., 2009, 5(3):93-99.

10. Tillman MD, Hass CJ, Brunt D, Bennett GR. Jumping and landing techniques in elite women's volleyball. *Journal of Sports Science & Medicine.*, 2004, 3(1):30-36.

11. Sheppard JM, Cronin JB, Gabbett TJ, McGuigan MR, Etxebarria N, Newton RU. Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. T*he Journal of Strength & Conditioning Research,*. 2008, 22(3):758-765.

12. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Wilk KE, Andrews JR. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise.*, 1998, 30(4):556-569.

13. Sefton JM, Yarar C, Hicks-Little CA, Berry JW, Cordova ML. Six weeks of balance training improves sensorimotor function in individuals with chronic ankle instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.*, 2011, 41(2):81-89.

14. Hrysomallis C. Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports medicine.* 2007, 37(6):547-556.

15. Reeser JC, Verhagen E, Briner WW, Askeland T, Bahr R. Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *British journal of sports medicine.*, 2006, 40(7):594-600.

16. Bahr R, Bahr I. Incidence of acute volleyball injuries: a prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* 1997, 7(3):166-171.

17. Reitmayer HE. A review on volleyball injuries. *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal*., 2017, 10(19):189-194.

18. Xu D, Jiang X, Cen X, Baker JS, Gu Y. Single-leg landings following a volleyball spike may increase the risk of anterior cruciate ligament injury more than landing on both-legs. *Applied Sciences.*, 2021, 11(1):130.

19. Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Smith MMF, et al. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Foot and Ankle Research.* 2014, 7(1):55.

20. Bere T, Kruczynski J, Veintimilla N, Hamu Y, Bahr R. Injury risk is low among world-class volleyball players: 4-year data from the FIVB Injury Surveillance System. *British Journal of Sports Medicine*. 2015,49(17):1132-1137.

21. Eerkes K. Volleyball injuries. *Current Sports Medicine Reports.* 2012, 11(5):251-256.

22. Fong DT, Chan Y-Y, Mok K-M, Yung PS, Chan K-M. Understanding acute ankle ligamentous sprain injury in sports. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation.* 2009, 1(1):1-14.

23. Schafle MD, Requa RK, Patton WL, Garrick JG. Injuries in the 1987 national amateur volleyball tournament. *The American Journal of Sports Medicine.* 1990, 18(6):624-631.

24. Verhagen E, Van der Beek AJ, Bouter LM, Bahr R, Van Mechelen W. A one season prospective cohort study of volleyball injuries. *British Journal of Sports Medicine.*, 2004, 38(4):477-481.

25. Collins JW, Wolf L, Bell J, Evanoff B. An evaluation of a "best practices" musculoskeletal injury prevention program in nursing homes. *Injury Prevention.* 2004, 10(4):206-211.

26. Fourchet F, Gojanovic B. Foot core strengthening: relevance in injury prevention and rehabilitation for runners. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin & Sporttraumatologie.* 2016, 64(1):26-30.

27. Lehnert M, Sigmund M, Lipinska P, Vařeková R, Hroch M, Xaverová Z, et al. Training-induced changes in physical performance can be achieved without body mass reduction after eight week of strength and injury prevention oriented programme in volleyball female players. *Biology of Sport.*, 2017, 34(2):205-213.

28. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S, Bizzini M, Pohlig R, et al. Efficacy of the FIFA 11+ injury prevention program in the collegiate male soccer player. *The American Journal of Sports Medicine.* 2015, 43(11):2628-2637.

29. Taddei UT, Matias AB, Duarte M, Sacco IC. Foot core training to prevent running-related injuries: a survival analysis of a single-blind, randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine.* 2020, 48(14):3610-3619.

30. Jung D-Y, Koh E-K, Kwon O-Y. Effect of foot orthoses and short-foot exercise on the cross-sectional area of the abductor hallucis muscle in subjects with pes planus: a randomized controlled trial 1. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation.* 2011, 24(4):225-231.

31. Taddei UT, Matias AB, Ribeiro FI, Inoue RS, Bus SA, Sacco IC. Effects of a therapeutic foot exercise program on injury incidence, foot functionality and biomechanics in long-distance runners: Feasibility study for a randomized controlled trial. *Physical Therapy in Sport.* 2018, 34:216-226.

32. Mulligan EP, Cook PG. Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Manual therapy*. 2013, 18(5):425-430.

33. Lee E, Cho J, Lee S. Short-foot exercise promotes quantitative somatosensory function in ankle instability: a randomized controlled trial. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research.* 2019, 25:618-626.

34. Matias AB, Taddei UT, Duarte M, Sacco IC. Protocol for evaluating the effects of a therapeutic foot exercise program on injury incidence, foot functionality and biomechanics in long-distance runners: a randomized controlled trial. *Bmc Musculoskeletal Disorders.* 2016, 17(1):1-11.

35. Sulowska I, Oleksy Ł, Mika A, Bylina D, Sołtan J. The influence of plantar short foot muscle exercises on foot posture and fundamental movement patterns in long-distance runners, a non-randomized, non-blinded clinical trial. *PloS One.* 2016, 11(6):e0157917.

36. Sulowska I, Mika A, Oleksy Ł, Stolarczyk A. The influence of plantar short foot muscle exercises on the lower extremity muscle strength and power in proximal segments of the kinematic chain in long-distance runners. *BioMed Research International.* 2019, 6947273.

37. Scott G, Menz HB, Newcombe L. Age-related differences in foot structure and function. *Gait & Posture.* 2007, 26(1):68-75.

38. Nordin M, Frankel VH. Basic biomechanics of the musculoskeletal system, Lippincott Williams & Wilkins, 2001, 222-255.

39. Moore KL, Dalley AF. Clinically oriented anatomy: Philadelphia, Wolters Kluwer, 2018, 768-816.

40. Levangie PK, Norkin CC. Joint structure and function: a comprehensive analysis. Philadelphia, F.A. Davis; 2011, 440-475

41. Arvas B, Elhan A, Baltaci G, Ozberk N, Coskun O. A comparison of ankle isokinetic muscle strength in athletes who use and not use jumping activities. *Fizyoterapi Rehabilitasyon.* 2006, 17(2):78-83.

42. Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system; Foundation for rehabilitation. 2nd ed. St. Louis, Mosby & Elsevier. 2010, 573-680.

43. McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *British Journal of Sports Medicine.* 2015, 49(5):290.

44. Ayak Kemikleri https://ngradstudent.blogspot.com/2019/01/broken-bones-broken-minds.html. 25.09.2021

45. Frank CB. Ligament structure, physiology and function. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions.* 2004; 4(2):199-201.

46. Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of Athletic Training.* 2002, 37(4):364-375.

47. Arıncı K, Elhan A. Anatomi. 2. baskı. Ankara: Güneş Kitabevi Ltd Şti. 2001: 307-319.

48. Ayak Bileği Ligamentleri. https://teachmeanatomy.info/wp-content/uploads/Ligaments-of-the-Ankle-Joint.jpg. 25.09.2021

49. Rockar Jr PA. The subtalar joint: anatomy and joint motion. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 1995, 21(6):361-372.

50. Diz KM. Temel ve Uygulanan Kinezyoloji. Ankara, Haberal Eğitim Vakfı, editör: Akman N, Karataş M, 2003: 175-199.

51. Bayrakçı-Tunay V, Erden, Z., ve Yıldız, C., Alt Ekstremite Yaralanmalarında Rehabilitasyon. Ankara: Hipokrat Kitabevi. 2017, 47-56.

52. Hillstrom HJ, Song J, Kraszewski AP, Hafer JF, Mootanah R, Dufour AB, et al. Foot type biomechanics part 1: structure and function of the asymptomatic foot. *Gait & Posture*. 2013, 37(3):445-451.

53. Tweed JL, Campbell J, Thompson R, Curran M. The function of the midtarsal joint: a review of the literature. *The Foot.* 2008, 18(2):106-112.

54. Lippert L. Clinical kinesiology and anatomy: Philadelphia, FA Davis; 2006: 236-260.

55. Ege R. Ayak ve ayak bileği anatomisi. Ayak ve ayak bileği sorunları. Ankara: Bizim Büro Basımevi; 1997: 17-47.

56. Fuller, EA. The windlass mechanism of the foot. A mechanical model to explain pathology. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 2000, 90.1: 35-46.

57. Welte L, Kelly LA, Lichtwark GA, Rainbow MJ. Influence of the windlass mechanism on arch-spring mechanics during dynamic foot arch deformation. *Journal of the Royal Society Interface.* 2018, 15(145):20180270.

58. Stecco C, Corradin M, acchi V, Morra A, Porzionato A, Biz C, et al. Plantar fascia anatomy and its relationship with Achilles tendon and paratenon. *Journal of Anatomy.* 2013, 223(6):665-76.

59. Ledoux WR, Hillstrom HJ. The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planus feet. *Gait & Posture*. 2002, 15(1):1-9.

60. Ayak Arkları. https://annwestyoga.com/wp-content/uploads/2017/02/three-foot-arches.jpg Erişim Tarihi:15.06.2019.

61. Birinci T, Demirbas SB. Relationship between the mobility of medial longitudinal arch and postural control. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica.* 2017, 51(3):233-237.

62. Lee J-H, Cynn H-S, Yoon T-L, Choi S-A, Kang T-W. Differences in the angle of the medial longitudinal arch and muscle activity of the abductor hallucis and tibialis anterior during sitting short-foot exercises between subjects with pes planus and subjects with neutral foot. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation.* 2016; 29(4):809-815.

63. Vittore D, Patella V, Petrera M, Caizzi G, Ranieri M, Putignano P, et al. Extensor deficiency: first cause of childhood flexible flat foot. *Orthopedics (Online).* 2009; 32(1):28.

64. Halabchi F, Mazaheri R, Mirshahi M, Abbasian L. Pediatric flexible flatfoot; clinical aspects and algorithmic approach. *Iranian Journal of Pediatrics.* 2013; 23(3):247.

65. Ali MMI, Mohamed MSE. Dynamic postural balance in subjects with and without flat foot. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy.* 2011; 16(1):7-11.

66. Leung A, Mak A, Evans J. Biomechanical gait evaluation of the immediate effect of orthotic treatment for flexible flat foot. *Prosthetics and Orthotics International.* 1998, 22(1):25-34.

67. Lee JS, Kim KB, Jeong JO, Kwon NY, Jeong SM. Correlation of foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flatfoot. *Annals of Rehabilitation Medicine.* 2015, 39(1):10-17.

68. Fiolkowski P, Brunt D, Bishop M, Woo R, Horodyski M. Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: an electromyography study. The *Journal of Foot and Ankle Surgery.* 2003, 42(6):327-333.

69. Headlee DL, Leonard JL, Hart JM, Ingersoll CD, Hertel J. Fatigue of the plantar intrinsic foot muscles increases navicular drop. Journal of Electromyography *and Kinesiology.* 2008, 18(3):420-425.

70. Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Smith MMF, et al. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Foot and Ankle Research.* 2014, 7(1):55.

71. Gribble PA, Robinson RH. Alterations in knee kinematics and dynamic stability associated with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*. 2009, 44(4):350.

72. Lynn SK, Padilla RA, Tsang KK. Differences in static-and dynamic-balance task performance after 4 weeks of intrinsic-foot-muscle training: the short-foot exercise versus the towel-curl exercise. *Journal of Sport Rehabilitation.* 2012, 21(4):327-333.

73. Kim EK, Kim JS. The effects of short foot exercises and arch support insoles on improvement in the medial longitudinal arch and dynamic balance of flexible flatfoot patients. *Journal of Physical Therapy Science.* 2016, 28(11):3136-3139.

74. Kelly LA, Kuitunen S, Racinais S, Cresswell AG. Recruitment of the plantar intrinsic foot muscles with increasing postural demand. *Clinical Biomechanics.* 2012, 27(1):46-51.

75. Lee DB, Choi JD. The effects of foot intrinsic muscle and tibialis posterior strengthening exercise on plantar pressure and dynamic balance in adults flexible pes planus. *Physical Therapy Korea.* 2016, 23(4):27-37.

76. Cobb SC, Bazett-Jones DM, Joshi MN, Earl-Boehm JE, James CR. The relationship among foot posture, core and lower extremity muscle function, and postural stability. *Journal of Athletic Training.* 2014, 49(2):173-180.

77. McKeon PO, Fourchet F. Freeing the foot: integrating the foot core system into rehabilitation for lower extremity injuries. *Clinics in Sports Medicine.* 2015, 34(2):347-361.

78. Okamura, K., Kanai, S., Fukuda, K., Tanaka, S., Ono, T., & Oki, S. The effect of additional activation of the plantar intrinsic foot muscles on foot kinematics in flat-footed subjects. *The Foot*. 2019, 38: 19-23.

79. Soysa A, Hiller C, Refshauge K, Burns J. Importance and challenges of measuring intrinsic foot muscle strength. *Journal of Foot and Ankle Research*. 2012, 5(1):1-14.

80. Mashhadi M. Foot arch index during Jana's Short-Foot maneuver in subjects with excessively pronated feet. Medicina Sportiva: *Journal of Romanian Sports Medicine Society*. 2017, 13(2):2935-2939.

81. Mignogna CA, Welsch LA, Hoch MC. The effects of short-foot exercises on postural control: a critically appraised topic. *International Journal of Athletic Therapy and Training*. 2016, 21(6):8-12.

82. Kim M-H, Kwon O-Y, Kim S-H, Jung D-Y. Comparison of muscle activities of abductor hallucis and adductor hallucis between the short foot and toe-spread-out exercises in subjects with mild hallux valgus. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation.* 2013, 26(2):163-168.

83. Moon D-c, Kim K, Lee S-k. Immediate effect of short-foot exercise on dynamic balance of subjects with excessively pronated feet. *Journal of Physical Therapy Science.* 2014, 26(1):117-119.

84. Unver B, Erdem EU, Akbas E. Effects of short-foot exercises on foot posture, pain, disability, and plantar pressure in Pes Planus. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2019, 29(4):436-440.

85. Gooding TM, Feger MA, Hart JM, Hertel J. Intrinsic foot muscle activation during specific exercises: a T2 time magnetic resonance imaging study. *Journal of Athletic Training*. 2016, 51(8):644-650.

86. Jung D-Y, Kim M-H, Koh E-K, Kwon O-Y, Cynn H-S, Lee W-H. A comparison in the muscle activity of the abductor hallucis and the medial longitudinal arch angle during toe curl and short foot exercises. *Physical Therapy in Sport*. 2011, 12(1):30-35.

87. Kokubo T, Hashimoto T, Nagura T, Nakamura T, Suda Y, Matsumoto H, et al. Effect of the posterior tibial and peroneal longus on the mechanical properties of the foot arch. *Foot & Ankle International*. 2012, 33(4):320-325.

88. Bolívar YA, Munuera PV, Padillo JP. Relationship between tightness of the posterior muscles of the lower limb and plantar fasciitis. *Foot & Ankle International*. 2013, 34(1):42-8.

89. Irving DB, Cook JL, Menz HB. Factors associated with chronic plantar heel pain: a systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2006, 9(1-2):11-22.

90. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & posture*. 1995, 3(4):193-214.

91. Ku PX, Abu Osman NA, Yusof A, Wan Abas WAB. The effect on human balance of standing with toe-extension. *PLoS One*. 2012, 7(7):e41539.

92. Breit GA, Whalen RT. Prediction of human gait parameters from temporal measures of foot-ground contact. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1997, 29(4):540-547.

93. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clinical rehabilitation*. 2000, 14(4):402-406.

94. Harrison A, Folland J. Investigation of gait protocols for plantar pressure measurement of non-pathological subjects using a dynamic pedobarograph. *Gait & Posture*. 1997, 6(1):50-55.

95. Wearing SC, Urry S, Smeathers JE, Battistutta D. A comparison of gait initiation and termination methods for obtaining plantar foot pressures. *Gait & posture*. 1999, 10(3):255-263.

96. Uygur S. Ayak Deformite ve Ortezleri. Ankara, Hacettepe Üniversitesi. 1992:11-30.

97. Wernick J, Volpe R. Lower extremity function and normal mechanics. Clinical Biomechanics of The Lower Extremities. St. Louis, Mosby. 1996:59-84.

98. Jenkins DB, Hollinshead WH. Functional anatomy of the limbs and back: Saunders E-Book. Elsevier Health Sciences. 2009, 332-353.

99. Bellizzi M, Rizzo G, Bellizzi G, Ranieri M, Fanelli M, Megna G, et al. Electronic baropodometry in patients affected by ocular torticollis. *Strabismus.* 2011, 19(1):21-25.

100. Kaercher CW, Genro VK, Souza CA, Alfonsin M, Berton G, Cunha Filho JS. Baropodometry on women suffering from chronic pelvic pain-a cross-sectional study. *BMC women's health.* 2011, 11(1):1-5.

101. Oliveira LdS, Moura TBMA, Rodacki ALF, Tilp M, Okazaki VHA. A systematic review of volleyball spike kinematics: Implications for practice and research. *International Journal of Sports Science & Coaching.* 2020, 15(2):239-255.

102. Volleyball FId. The Game https://www.fivb.com/en/volleyball/thegame_glossary/basicvolleyballrules. 25.09.2021

103. Aslan CS, Hürmüz K, Karakollukçu M. Voleybol 1. Liginde oynayan erkek sporcuların seçilmiş fiziksel, fizyolojik ve motorik özelliklerinin belirlenmesi. *İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi.* 2015, 2(3):1-13.

104. Biçer M. The effect of an eight-week strength training program supported with functional sports equipment on male volleyball players' anaerobic and aerobic power. *Science & Sports.,* 2021, 36(2):137. e1-. e9.

105. Başandaç G. Adölesan voleybol oyuncularında ilerleyici gövde stabilizasyon eğitiminin üst ekstremite fonksiyonlarına etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi, 2014.

106. Ikeda Y, Sasaki Y, Hamano R. Factors influencing spike jump height in female college volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2018, 32(1):267-273.

107. Wikstrom EA, Powers ME, Tillman MD. Dynamic stabilization time after isokinetic and functional fatigue. *Journal of Athletic Training. 2*004, 39(3):247.

108. Kerr ZY, Gregory AJ, Wosmek J, Pierpoint LA, Currie DW, Knowles SB, et al. The first decade of web-based sports injury surveillance: descriptive epidemiology of injuries in US high school girls' volleyball (2005–2006 through 2013–2014) and National Collegiate Athletic Association women's volleyball (2004–2005 through 2013–2014). *Journal of Athletic Training.* 2018, 53(10):926-937.

109. Watkins J, Green B. Volleyball injuries: a survey of injuries of Scottish National League male players. *British Journal of Sports Medicine.* 1992, 26(2):135-137.

110. Agel J, Palmieri-Smith RM, Dick R, Wojtys EM, Marshall SW. Descriptive epidemiology of collegiate women's volleyball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988–1989 through 2003–2004. *Journal of Athletic Training*. 2007, 42(2):295.

111. Organization WH. Adolecent Health. https://www.who.int/health-topics/adolescent-health#tab=tab_1. 29 Eylül 2019.

112. Zouita ABM, Majdoub O, Ferchichi H, Grandy K, Dziri C, Salah FB. The effect of 8-weeks proprioceptive exercise program in postural sway and isokinetic strength of ankle sprains of Tunisian athletes. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine.* 2013, 56(9-10):634-643.

113. Research Randomizer. https://www.randomizer.org/. 5 Ağustos 2019.

114. Sabino GS, Rocha IC, Guimarães CQ, Alcântara MAd, Felício DC. Reliability analysis of the clinical application of the navicular drop test. *Fisioterapia em Movimento.* 2012, 25(2):301-309.

115. e Dinato MCM, de Faria Freitas M, Milano C, Valloto Jr E, Ninomiya AF, Pagnano RG. Reliability of two smartphone applications for radiographic measurements of hallux valgus angles. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2017, 56(2):230-233.

116. Hashemi-Nejad N, Choobineh A, Baneshi M, Jafari-Roodbandi A. Intra-observer and inter-observer reliability in direct anthropometry. *International Journal of Occupational Hygiene.* 2013, 5(2):82-88.

117. Smith-Oricchio K, Harris BA. Interrater reliability of subtalar neutral, calcaneal inversion and eversion. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1990, 12(1):10-15.

118. Vauhnik R, Turk Z, Pilih IA, Mičetić-Turk D. Intra-rater reliability of using the navicular drop test for measuring foot pronation. *Hrvatski Športskomedicinski Vjesnik.* 2006, 21(1):8-11.

119. Cote KP, Brunet ME, II BMG, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of Athletic Training*. 2005, 40(1):41.

120. Chi TD, Davitt J, Younger A, Holt S, Sangeorzan BJ. Intra-and inter-observer reliability of the distal metatarsal articular angle in adult hallux valgus. *Foot & Ankle International.* 2002, 23(8):722-726.

121. Gentili A, Masih S, Yao L, Seeger L. Foot axes and angles. *The British Journal of radiology*. 1996, 69(826):968-974.

122. Morrison S, Durward B, Watt G, Donaldson M. The intra-rater reliability of anthropometric data collection conducted on the peripubescent foot: A pilot study. *The Foot.* 2005, 15(4):180-184.

123. Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics.* 2006, 118(2):634-639.

124. Romero-Franco N, Martínez-López EJ, Lomas-Vega R, Hita-Contreras F, Osuna-Pérez MC, Martínez-Amat A. Short-term effects of proprioceptive training with unstable platform on athletes' stabilometry. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2013, 27(8):2189-2197.

125. Patti A, Messina G, Palma R, Barcellona M, Brusa J, Iovane A, et al. Comparison of posturographic parameters between young taekwondo and tennis athletes. *Journal of Physical Therapy Science*. 2018, 30(8):1052-1055.

126 Cachupe WJ, Shifflett B, Kahanov L, Wughalter EH. Reliability of biodex balance system measures. *Measurement in Physical Education and Exercise Science.* 2001;5(2):97-108.

127. Arnold BL, Schmitz RJ. Examination of balance measures produced by the biodex stability system. *Journal of Athletic Training.* 1998, 33(4):323.

128. Biodeks Denge Sistemi. https://lisrc.com/wp-content/uploads/2020/06/2-1-225x300.png. 05.08.2021

129. Holmbäck A, Porter M, Downham D, Lexell J. Reliability of isokinetic ankle dorsiflexor strength measurements in healthy young men and women. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine.* 1999, 31(4):229-239.

130. Ekinci M, Birisik F, Ersin M, Şahinkaya T, Öztürk İ. A prospective evaluation of strength and endurance of ankle dorsiflexors-plantar flexors after

conservative management of lateral malleolar fractures. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2021, 67(3):300-307

131. Holmbäck AM, Porter MM, Downham D, Lexell J. Ankle dorsiflexor muscle performance in healthy young men and women: reliability of eccentric peak torque and work measurements. *Journal of Rehabilitation Medicine.* 2001, 33(2):90-96.

132. Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ, Gansneder BM, Perrin DH. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *European Journal of Applied Physiology*. 2004, 91(1):22-29.

133. Sattler T, Sekulic D, Hadzic V, Uljevic O, Dervisevic E. Vertical jumping tests in volleyball: reliability, validity, and playing-position specifics. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2012, 26(6):1532-1538.

134. Harman EA, Rosenstein MT, Frykman PN, Rosenstein RM, Kraemer WJ. Estimation of human power output from vertical jump. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 1991, 5(3):116-120.

135. Silva JR, Magalhães JF, Ascensão AA, Oliveira EM, Seabra AF, Rebelo AN. Individual match playing time during the season affects fitness-related parameters of male professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2011, 25(10):2729-2739.

136. Gelen E. Acute effects of different warm-up methods on sprint, slalom dribbling, and penalty kick performance in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2010, 24(4):950-956.

137. Madeley LT, Munteanu SE, Bonanno DR. Endurance of the ankle joint plantar flexor muscles in athletes with medial tibial stress syndrome: a case-control study. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2007, 10(6):356-362.

138. Ross MD, Fontenot EG. Test–retest reliability of the standing heel-rise test. *Journal of Sport Rehabilitation.* 2000, 9(2):117-123.

139. Pauole K, Madole K, Garhammer J, Lacourse M, Rozenek R. 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.* 2000, 14(4):443-450.

140. Kızılet A, Atılan O, Erdemir İ. The effect of the different strength training on quickness and jumping abilities of basketball players between 12 and 14 age group. *Journal of Physical Education and Sport Sciences*. 2010, 12(2):44-57.

141. Field A, Miles J, Field Z. Discovering Statistics Using. *R* SAGE Publications Ltd; 2012, 393-665.

142. Greve JMDA, Cuğ M, Dülgeroğlu D, Brech GC, Alonso AC. Relationship between anthropometric factors, gender, and balance under unstable conditions in young adults. *BioMed research international.* 2013, 850424.

143. Nebahat E. Farklı Sporlarda Antropometrik Ve Fiziksel Uygunluk Parametrelerinin İncelenmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi.* 2018, 20(3):32-46.

144. Theisen A, Day J. Chronic ankle instability leads to lower extremity kinematic changes during landing tasks: a systematic review. *International Journal of Exercise Science.* 2019, 12(1):24.

145. Kim MH, Yi CH, Weon JH, Cynn HS, Jung DY, Kwon OY. Effect of toe-spread-out exercise on hallux valgus angle and cross-sectional area of abductor

hallucis muscle in subjects with hallux valgus. *Journal of Physical Therapy Science.* 2015, 27(4):1019-22.

146. Heo HJ, An DH. The effect of an inclined ankle on the activation of the abductor hallucis muscle during short foot exercise. *Journal of Physical Therapy Science.* 2014, 26(4):619-20.

147. Sevik M. Ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizlerinin ayağın pedobarografik parametreleri ve denge üzerine olan etkilerinin karşılaştırılması: Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Muğla: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi; 2018.

148. Nurse MA, Nigg BM. The effect of changes in foot sensation on plantar pressure and muscle activity. *Clinical Biomechanics*. 2001, 16(9):719-727.

149. Zhang S, Li L. The differential effects of foot sole sensory on plantar pressure distribution between balance and gait. *Gait & posture*. 2013, 37(4):532-535.

150. Hall JE, Hall ME. Guyton and Hall textbook of medical physiology: Saunders E-Book Elsevier Health Sciences; 2020, 577-630.

151. Panichawit C, Bovonsunthonchai S, Vachalathiti R, Limpasutirachata K. Effects of Foot Muscles Training on Plantar Pressure Distribution during Gait, Foot Muscle Strength, and Foot Function in Persons with Flexible Flatfoot. *Journal of the Medical Association of Thailand= Chotmaihet Thangphaet.* 2015, 98:12-7.

152. Özyemişci Taşkıran Ö, Özdoğan V, Sepici V, Meray J. Test-Retest and Inter-Rater Reliability of Isokinetic Ankle Dorsiflexor and Plantar Flexor Strength Measurement in Healthy Adults. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*. 2013, 59(1):32-35.

153. Hashimoto T, Sakuraba K. Strength training for the intrinsic flexor muscles of the foot: effects on muscle strength, the foot arch, and dynamic parameters before and after the training. *Journal of Physical Therapy Science*. 2014, 26(3):373-376.

154. Goldmann J-P, Sanno M, Willwacher S, Heinrich K, Brüggemann G-P. The potential of toe flexor muscles to enhance performance. *Journal of Sports Sciences*. 2013, 31(4):424-433.

155. Aksu A. Adölesanlarda Voleybol Sezonu Süresince Yaralanmaları Önleyici Egzersiz Programının Etkinliğinin Karşılaştırılması. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi, 2014.

Ek-2. Bilgilendirilmiş Onam Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sizi Adil AKSU tarafından yürütülen "Ayak Kor Egzersizlerinin Adölesan Voleybol Oyuncularında Ayak Biyomekaniği, Denge ve Sportif Performans ile Yaralanma İnsidansı Üzerine Olan Etkinliğinin Araştırılması" başlıklı **araştırmaya** davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz.

Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmaya **katılmama** veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **çıkma** hakkında sahipsiniz. **Çalışmayı yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen **formlardaki** soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın. Bu formlardan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacaktır.

1. **Araştırmayla İlgili Bilgiler:**

a. Araştırmanın Amacı: Ayak kor egzersizlerinin adölesan voleybol oyuncularında ayak biyomekaniği, kas kuvveti, denge ve sportif performans üzerine etkisi araştırılarak, elde edilecek veriler ışığında kanıta dayalı objektif sonuçlarla literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

b. Araştırmanın İçeriği: "Ayak Kor" egzersiz protokolünün uygulanacağı çalışma, deney ve kontrol grupları oluşturularak, bir grupta "Ayak Kor" egzersizleri uygulanarak, sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırmalı olarak takip edilecektir. Katılımcılar araştırma öncesi ve sonrası gelişmeleri kaydedebilmek için değerlendirilecektir. Tüm katılımcılar normal antrenman, maç ve kuvvet antrenmanlarına devam ederken deney grubuna "Ayak Kor" egzersizleri verilecektir. Egzersizler araştırmacı tarafından takip edilip 8 hafta boyunca uygulanacaktır. Katılımcıların demografik bilgileri ile fiziksel özellikleri kaydedilecek, oyunculara ayak biyomekanik ölçümleri ve performans testleri uygulanarak, sezon boyunca karşılaştıkları yaralanmalar kaydedilecektir. Uygulama süresi sonunda, kontrol grubu ile çalışma grubunun değerlendirme sonuçları uygun istatistiksel analiz yöntemleri ile karşılaştırılacaktır.

c. Araştırmanın Nedeni: ☐ Bilimsel araştırma **X** Tez çalışması
d. Araştırmanın Öngörülen Süresi: 10 Ay
e. Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı: En az 40
f. Araştırmanın Yapılacağı Yerler: Halkbank Spor Kulübü Voleybol Takımı Antrenman Sahası

Ek-2. Devamı

2. Çalışmaya Katılım Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya/gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. **Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı, soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı.** Bu çalışmayı istediğim zaman ve herhangi bir neden belirtmek zorunda kalmadan bırakabileceğimi ve bıraktığım takdirde herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşmayacağımı anladım.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:.....

İmzası:

(Varsa) Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin;

Veli veya Vasisinin (kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:.....

İmzası:

Not: *Bu form, iki nüsha halinde düzenlenir. Bu nüshalardan biri imza karşılığında gönüllü kişiye verilir, diğeri araştırmacı tarafından saklanır.*

Ek-3. Veli Onam Formu

VELİ ONAM FORMU

Sayın Uzm. Fzt. Adil Aksu tarafından "Ayak Kor Egzersizlerinin Adölesan Voleybol Oyuncularında Ayak Biyomekaniği, Denge ve Sportif Performans ile Yaralanma İnsidansı Üzerine Olan Etkinliğinin Araştırılması" adlı tıbbi bir araştırma yapacağı belirtilerek, bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra velisi olduğum çocuğum böyle bir araştırmaya "katılımcı" olarak davet edildi.

Eğer çocuğumun bu araştırmaya katılmasına izin verirsem, bu araştırma sırasında fizyoterapistin çocuğuma ait bilgilerin gizliliğine büyük bir özen ve saygı ile yaklaşacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çocuğumu araştırmadan çekebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağının bilincindeyim). Ayrıca çocuğumun sportif durumuna herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle çocuğumda meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi (bu tıbbi müdahalerle ilgili olarak da parasal bit yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaşıldığında; herhangi bir saatte, Uzm. Fzt. Adil AKSU 'yu 0545 545 5161 numaralı telefondan, arayabilir ve araştırma ile ilgili her türlü sorunuzu sorabilirsiniz.

Bu araştırmaya çocuğumun katılmasına izin vermek zorunda değilim ve katılmasına izin vermeyebilirim. Araştırmaya katılması konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmasını reddedersem, bu durumum çocuğumun takımdaki durumuna veya fizyoterapist ile ilişkisine herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırmada ebeveyni olduğum çocuğumun "katılımcı" olarak yer alması kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Ek-3. Devamı

Katılımcının Beyanı

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza

Katılımcı ile görüşen fizyoterapist:

Adres:

Tel:

İmza:

Ek-4. Sporcu Değerlendirme Formu

Sporcu Değerlendirme Formu

Adı Soyadı	
Doğum Tarihi	
Kilo	
Boy	
Dominant taraf	
Kaç Yıldır Spor Yapıyor	
Kullandığı Medikal İlaçlar	
Geçirilmiş Cerrahisi	
Geçirilmiş Yaralanmalar /Konulmuş Tanılar	
Devam Eden Problem / Kronik Yaralanma	

Ayak Biyomekanik Değerlendirme

Test	Oturarak/Yatarak	Ayakta	Fark
Navikular Düşme Testi			
Halluks Valgus Testi			
Metatarsal Genişlik Testi			
Subtalar Eklem Açısı			

Ek-4. Devamı

Kas Kuvveti Değerlendirilmesi

Ayak Hareketi	30derece/sn	60derece/sn	120derece/sn
Plantar Fleksiyon			
Dorsi Fleksiyon			

Ayak Pedobarografi Değerlendirilmesi

Test	1. Deneme	2. Deneme	3. Deneme
Ağırlık Hata Oranı			
Yüzey Hata Oranı			
Anterior/Posterior Stabilite			
Medial/Lateral Stabilite			

Topuk Kaldırma Testi

1. Deneme	2. Deneme	3. Deneme

Denge Değerlendirilmesi

1. Deneme	2. Deneme	3. Deneme

Ek-4. Devamı

Anaerobik Kuvvet Değerlendirilmesi

1. Deneme	2. Deneme	3. Deneme

Hız değerlendirilmesi

1. Deneme	2. Deneme	3. Deneme

Çeviklik Testi

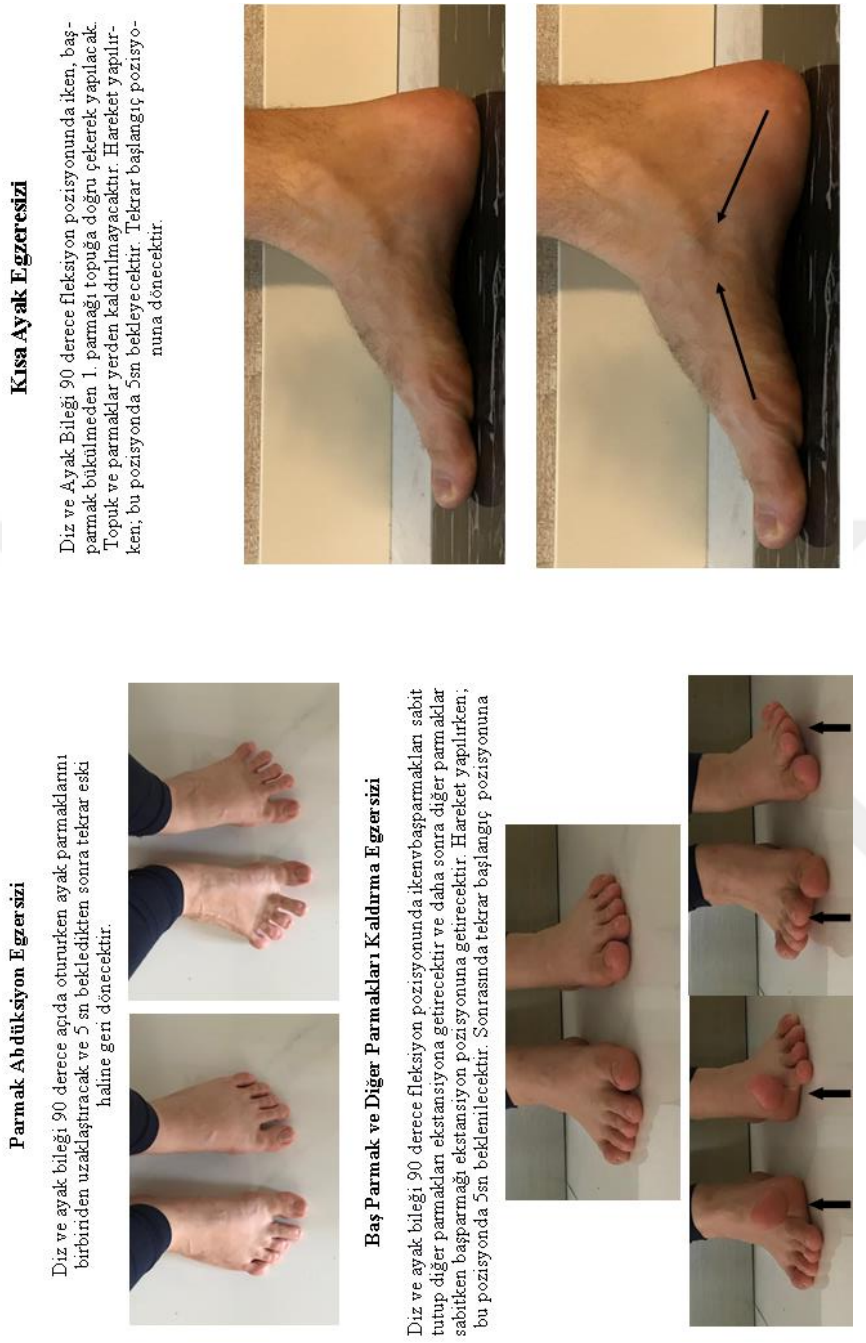
1. Deneme	2. Deneme	3. Deneme

Ek-5. Yaralanma Bilgi Formu

Sporcunun Adı Soyadı:

Sayı	Yaralanma Tarihi	Yaralanma Zamanı	Yaralanma Nedeni	Yaralanma Bölgesi	Spora Dönüş Süresi	Etkilenen Doku	Yaralanma Tanısı	Kaçırılan Antrenman Sayısı	Kaçırılan Maç Sayısı

Ek-6. Egzersiz Broşürü



Ek-6. Devamı

Öne Salınım Egzersizi

Sporcu ayakta dik duruşta iken, ayakları omuz genişliğinde açık, topuk yerden kalkmadan gövdeyi öne doğru salınım yapacaktır. Egzersiz öncesi kısa ayak egzersizini yapıp sonrasında egzersiz yapılacak. Hareket yapılırken, bu pozisyonda 5sn beklenecektir. Tekrar başlangıç pozisyonuna dönecektir.

Geri Yürüme Egzersizi

Düz bir çizgi üzerinde geriye doğru adım atarak yürüyeceklir. Egzersiz öncesi kısa ayak egzersizini yapıp sonrasında egzersiz yapılacak. Atılan adım diğer ayağın topuğuna değecek şekilde yavaş ve dengeli olarak atacaktır.

Parmak Fleksiyon Egzersizi

Sporcular ayak parmaklarını bükerek topuğuna doğru çekilmesi istendi. Hareket yapılırken, bu pozisyonda 5sn beklenilecektir. Tekrar başlangıç pozisyonuna dönecektir.

Topuk Kaldırma Egzersizi

Ayakta dik duruşta iken, topuğunu kaldırıp parmak uçlarına kalkacaktır ve tekrar eski pozisyonuna geri dönecek şekilde egzersizi yapacaktır.