T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LİGAMENTUM CRUCİATUM ANTERİUS(LCA) CERRAHİSİ GEÇİRMİŞ, HİPERMOBİLİTESİ DEVAM EDEN SPORCULARDA RADYOLOJİK OLARAK LCA MORFOMETRİSİ VE İNSERTİO TÜNEL ÇAPİ İLE ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER, DENGE VE DİZ FLEKSİYON-EKSTANSİYON KAS KUVVETİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARAŞTIRILMASI

Gazmend RAHOVA

Kocaeli Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin

Doktora Programı için Öngördüğü

DOKTORA TEZİ Olarak Hazırlanmıştır.

TEZ DANIŞMANI

Prof.Dr.Tuncay ÇOLAK

Etik Kurul Uygunluk Onayı

Tarih:23.09.2021 Karar No: KÜ GOKAEK 2021/16.04 Proje No:2021/257

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Tez Adı: LIGAMENTUM CRUCIATUM ANTERIUS(LCA) CERRAHİSİ GEÇİRMİŞ, HİPERMOBİLİTESİ DEVAM EDEN SPORCULARDA RADYOLOJİK OLARAK LCA MORFOMETRİSİ VE INSERTIO TÜNEL ÇAPI İLE ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER, DENGE VE DİZ FLEKSİYON-EKSTANSİYON KAS KUVVETİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARAŞTIRILMASI

Tez Yazarı: Gazmend RAHOVA

Tez Savunma Tarihi:

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tuncay ÇOLAK

Bu çalışma, sınav kurulumuz tarafından Anatomi Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak

kabul edilmiştir.

SINAV KURULU ÜYELERİ		
ÜNVANI	**ADI SOYADI**	**İMZA**
BAŞKAN (ÜYE)		
DANIŞMAN		
ÜYE		
ÜYE		
ÜYE		
ÜYE		

Onay

Bu tez Kocaeli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla onaylanmıştır.

.... /.... /20…

Prof. Dr. Sema Aşkın KEÇELİ

KOÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Ligamentum Cruciatum Anterius(LCA) Cerrahisi Geçirmiş, Hipermobilitesi Devam Eden Sporcularda Radyolojik Olacak LCA Morfometrisi ve Insertio Tünel Çapı ile Antropometrik Ölçümler, Denge ve Diz Fleksiyon-Ekstansiyon Kas Kuvveti Arasındaki İlişkinin Araştırılması

Ligamentum Cruciatum Anterius (LCA), diz eklemi içerisinde önemli bir anatomik yapıdır. LCA, tibia ve femur kemikleri arasında yer alan bir bağdır ve diz eklemi stabilitesini sağlamak, özellikle de öne kayma hareketini önlemek ve rotasyonel stabiliteyi desteklemekle görevlidir. LCA sporcularda sıkça hasar görmesi nedeniyle kritik bir öneme sahiptir. LCA'nın cerrahi müdahale sonrasında sporcunun hiper-mobilite durumuna, sporcunun eklem anatomisi ve stabilitesi üzerinde önemli etkileri vardır. Bu bağlamda, LCA'nin radyolojik morfometrisi(LCA uzunluğu, kalınlığı, açısı) ve incertio tünel çapı, antropometrik ölçümler, denge ve diz fleksiyon-ekstansiyon kas kuvveti arasındaki anatomik ilişkinin derinlemesine bir değerlendirilmesi, hem cerrahi rehabilitasyon süreçlerine hem de sporcularda anatomik uygunluğun değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmada, LCA cerrahisi geçirmiş sporcularda denge, kuvvet ve eklem mobilitesi parametreleri, antropometrik ölçümler ve LCA'nın radyolojik morfometrisinin korelasyonu ile Cerrahi geçirmiş ektremite(CGE) ve Cerrahi Geçirmemiş Ekstremite(CE) ler arasındaki farkların araştırılması amaçlanmıştır. Spora dönüş öncesi bu parametrelerdeki iyileşmede analiz edileceğinden çalışmada, uygulanan tedavinin sporcuların spora dönüşü üzerindeki etkileride değerlendirilmiş olacaktır.

Beden Kitle İndeksi(BKİ) 18-25 arasındaki LCA cerrahisi geçirmiş ve rehabilite edilmiş 20 erkek sporcu (26,15 ± 3,843 yaş), araştırmaya dahil edilmiştir. Çalışma grubu, LCA cerrahisi geçirmiş ve kriterlere uyan rastgele seçilmiş 20 sporcudan oluşmaktadır. Alt ekstremiteye ait antropometrik uzunluk ve çevre ölçümleri, Y-balans testi, Functional Movement Screen (FMS) testleri ve diz fleksiyon-ekstansiyon kas kuvveti ölçümleri yapılarak postoperasyonel MR görüntüleri(LCA uzunluğu, kalınlığı, açısı ve incertio tünel çapı) incelenmiştir.

Spora dönen ve dönmeyen gruplar arasında FMS ölçümünde spora dönenler lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$), ancak Y-balans testi ile antropometrik,

radyolojik ölçümler ve kuvvet ölçümleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Yaş, boy, kilo ve BKİ ile LCA tünel çapı arasında pozitif korelasyonlar belirlenmiştir ($p<0,05$ (CGE) v). Ayrıca, cerrahi geçirmemiş(CE) diz ekstansiyon kuvveti ile kilo ve BKİ arasında pozitif korelasyonlar tespit edilmiştir ($p<0,01$, $p<0,05$), aynı şekilde cerrahi geçirmiş diz(CGE) ile cerrahi geçirmemiş (CE) diz fleksiyon kuvveti ile kilo arasında da pozitif korelasyonlar gözlemlenmiştir ($p<0,01$, $p<0,05$).CGE diz 10 cm üstünden alınan çevre ölçümleri ile CE diz fleksiyon kuvveti arasında anlamlı bir ilişki saptanmamış olup bunun haricindeki tüm kuvvet ölçümleri ile aynı tarafa ait çevre ölçümleri pozitif korelasyon göstermiştir. ($p<0,05$). Antropometrik uzunluk ölçümleri, radyolojik ölçümler, Y-balans testi ve FMS skorları ile kuvvet ölçümleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p>0,05$).

CGE ve CE ekstremiteler arasında kuvvet, radyolojik ve Y-balans testi ölçümlerinde anlamlı fark olmamasını, başarılı cerrahi operasyon ve etkili rehabilitasyon süreciyle ilişkilendirmekteyiz. FMS testinde spora dönenlerin spora dönmeyenlerden daha yüksek skorlar elde etmesinden yola çıkarak; spora dönüş kararı alınırken medikal değerlendirmelerin yanı sıra FMS ve Y-balans testi gibi testlerin de dikkate alınması önerilmektedir.

ABSTRACT

Investigation of Radiological Anterior Cruciate Ligament(ACL) Morphometrics,Intercondylar Notch Diameter,and Antopometric Measurements in Athletes with a History of ACL Surgery and Persistent Hypermobility,and the Relationship with Balance and Knee Flexion-Extension Musle Strength

The Ligamentum Cruciatum Anterior (LCA) is a crucial anatomical structure within the knee joint. Positioned between the tibia and femur bones, the LCA serves to maintain knee joint stability, particularly by preventing anterior displacement and supporting rotational stability. Due to its susceptibility to frequent injuries in athletes, this ligament holds significant importance. Surgical interventions on the LCA can lead to hypermobility in athletes, influencing joint anatomy and stability significantly. In this context, a comprehensive evaluation of the anatomical relationship between LCA's radiological morphometrics, incertio tunnel diameter, anthropometric measurements, balance, and knee flexion-extension muscle strength contributes to assessing both surgical rehabilitation processes and anatomical suitability in athletes.

This study aimed to investigate the correlation of balance,strengh and joint mobilitiy parameters,anthropometric measurments and radiological morphometry of LCA in athletes who have undergone LCA surgery,and the differences between Surgical Extremities(CGE) and Non-Surgical Extremities(CE).Since the improvement in these parameters will be analyzed before returning to sports,the effects of the applied treatment on the athletes’return to sports will also be evaluated in the study.

Twenty male athletes, aged 26.15 ± 3.843, who underwent LCA surgery and rehabilitation, were included in the study (BMI 18-25). The study group consisted of 20 randomly selected athletes who underwent LCA surgery and met the criteria. Anthropometric measurements of lower extremities, Y-balance test, FMS balance tests, and measurements of knee flexion-extension muscle strength were conducted, and postoperative MR images were examined.

Significant differences were observed in FMS measurements between groups returning to sports and those who did not ($p<0.05$). However, no significant differences were found in Y-balance tests, anthropometric measurements, and strength measurements ($p>0.05$). Positive correlations were identified between age, height, weight, BMI, and LCA tunnel diameter ($p<0.05$). Additionally, positive correlations were found between CE knee extension strength and weight/BMI ($p<0.01$, $p<0.05$), as well as between CGE and CE knee flexion strength and weight ($p<0.01$, $p<0.05$). Except for the relationship between circumference measurements taken 10 cm above the CGE knee and CE knee flexion strength, no significant association was observed, and all other strength measurements showed positive correlations with measurements on the same side ($p<0.05$). No significant relationship was found between anthropometric length measurements, radiological measurements, Y-balance tests, FMS scores, and strength measurements ($p>0.05$).

The absence of significant differences in strength, radiological, and Y-balance test measurements between operated and non-operated extremities is attributed to successful surgical operations and effective rehabilitation processes. Considering the higher FMS scores in those not returning to sports compared to those returning, it can be suggested that individuals not returning to sports achieve greater efficiency in terms of balance through rehabilitation. Therefore, it is recommended to consider tests such as FMS and Y-balance in addition to medical evaluations when making decisions regarding returning to sports.

TEŞEKKÜR

Öğrencisi olmaktan gurur duyduğum ve gerek yüksek lisans gerek doktora eğitimim boyunca bilgi ve tecrübesiyle bana ışık tutan, tez danışmanım kıymetli hocam Prof. Dr. Tuncay ÇOLAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Hem yüksek lisans hem doktora eğitimim sürecinde derslerimizde ilgisini eksik etmeyen, değerli hocam Prof. Dr. Belgin BAMAÇ'a teşekkür ederim.

Klinik ortamda özellikle LCA cerrahi konusunda tecrübelerini bana aktaran değerli hocam Prof.Dr.Sefa MÜEZZİNOĞLU.'na teşekkür ederim.

Beni her konuda destekleyen, bugünlere getiren kıymetli anneme ve babama, varlığıyla bana güç vermeye devam eden, beni her konuda destekleyen biricik eşime Büşra RAHOVA'ya tüm kalbimle teşekkür ederim.

ORİJİNALLİK BİLDİRİMİ

Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum "Ligamentum Cruciatum Anterius(Lca) Cerrahisi Geçirmiş, Hipermobilitesi Devam Eden Sporcularda Radyolojik Olarak Lca Morfometrisi Ve İncertio Tünel Çapi İle Antropometrik Ölçümler, Denge Ve Diz Fleksiyon-Ekstansiyon Kas Kuvveti Arasındaki İlişkinin Araştırılması" başlıklı tezimde başka kaynaklardan yararlanılarak kullanılan yazı, bilgi, şekil, tablo ve diğer malzemeler kaynakları gösterilerek verilmiştir. Tezimde yer alan deneysel çalışmalar/araştırmalar bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yapılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Yukarıda belirtilen hususlar bir intihal programı (Turnitin vb.) kullanılarak test edilmiş olup, doğruluğunu beyan ederim.

…….. / ….. / 20….

Adı Soyadı Gazmend RAHOVA

İmza

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv
ABSTRACT vi
TEŞEKKÜR viii
ORİJİNALLİK BİLDİRİMİ ix
İÇİNDEKİLER x
SİMGELER VE KISALTMALAR xii
ŞEKİLLER xiii
TABLOLAR xiv
1. GİRİŞ 1
1.1. Embriyoloji 1
1.2. Histoloji 2
1.3. Anatomi 3
1.3.1. Kemikler 3
1.3.2. Eklemler 9
1.3.2.1. Juncturae Cinguli Pelvici (Alt taraf kavşağı eklemleri) 9
1.3.2.2. Art.coxae 9
1.3.2.3. Art.genu 10
1.3.2.3.1. Intrinsik Ligamentler 11
1.3.2.3.2. Ekstrensek Ligamentler 12
1.3.2.3.3. Art.genu kliniği 13
1.3.2.4. Tibia ve Fibula arasındaki eklemler 15
1.3.2.5. Articulationes pedis 16
1.3.3. Kaslar 18
1.3.3.1. Uyluk ön ve medial bölgesinde yer alan kaslar 18
1.3.3.2. Uyluk Arka Bölgesi, Gluteal Bölge ve Uyluk lateral bölgesinde yer alan kaslar 20
1.3.3.3. Bacak Ön Bölgesinde Yer Alan Kaslar 23
1.3.3.4. Bacak Lateral Bölgesinde Yer Alan Kaslar 24
1.3.3.5. Bacak Arka Bölgesinde Yer Alan Kaslar 25
1.3.3.6. Ayak Kasları 27
1.3.4. Fascia 29
2. AMAÇ 30

3. YÖNTEM 31
3.1. Antropometrik Ölçümler 31
3.1.1. Uzunluk Ölçümleri 31
3.1.2. Çevre Ölçümleri 33
3.2. Y-Denge Testi 35
3.3. FMS (Functional Movement Screening) testi 37
3.4. Diz Fleksiyon Ekstansiyon Kas Kuvveti Ölçümü 44
3.5. Manyetik Rezonans Görüntülerin Değerlendirilmesi 46
3.6. İstatistiksel Analizler 48
4. BULGULAR 49
5. TARTIŞMA 55
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 58
7. KAYNAKLAR 59

SİMGELER VE KISALTMALAR

a. : arteria

ant. : anterior

art. : articulatio(eklem), articulationes(eklemler)

BKİ: Beden Kitle İndeksi

CGE:cerrahi geçirmiş ekstremite

CE: cerrahi geçirmemiş ekstremite

ext. : ekstansiyon

flex. : fleksiyon

FMS: Functional Movement Screen, Fonksiyonel Hareket Taraması

inf.: inferior

lat: laterale

LCA: Ligamentum cruciatum anterior, ön çapraz bağ

LCF: Lig.collaterale fibulare

LCT: Lig.collaterale tibiale

lig. : ligamentum, bağ

m. : musculus

med. : mediale

MR: Manyetik Rezonans

post. : posterior

proc. : processus

SIAI : Spina iliaca anterior inferior

SIAS : Spina iliaca anterior superior

SIPI : Spina iliaca posterior inferior

SIPS : Spina iliaca posterior superior

sup. : superior

THL Tibial horizontal çizgi

ŞEKİLLER

Şekil 1.1 Os coxa arka lateralden görünüm(Sobotta vd., 2018)..... 5
Şekil 1.2 Os femur önden ve arkadan görünüş(Sobotta vd., 2018)..... 6
Şekil 1.3 Os tibia önden ve arkadan görünüm (Sobotta vd., 2018)..... 7
Şekil 1.4 Os fibula önden görünüm(Sobotta vd., 2018)..... 8
Şekil 1.5 Ayak kemikleri üstten görünüm(Sobotta vd., 2018)..... 9
Şekil 1.6 Art.coxae lateralden görünüm (Gilroy vd., 2021)..... 10
Şekil 1.7 Art.genu önden ve arkadan görünüm(Gilroy vd., 2021)..... 12
Şekil 1.8 Art.genu medial (A) ve lateralden (B) görünüm(Gilroy vd., 2021)..... 13
Şekil 1.9 Mutsuz üçlü(Dalley vd., 2023)..... 14
Şekil 1.10 Tibia ve fibula arasındaki eklem ve bağlar (A) önden, (B) arkadan(Gilroy vd., 2021).. 16
Şekil 1.11 Ayak eklemleri (A) önden (B) arkadan(Gilroy vd., 2021)..... 18
Şekil 1.12 Uyluk ön bölgesindeki kaslar (A) kaslar diseksiyon yapılmamış (B) m.rectus femoris ve m.iliopsoas kası ile tractus iliotibialis kaldırılmış (Netter vd., 2002)..... 20
Şekil 1.13 Uyluk arka bölgesinde yer alan kaslar (A) yüzeyel diseksiyon (B) derin diseksiyon(Netter vd., 2002)..... 22
Şekil 1.14 Bacak ön bölgesinde yer alan kaslar(Sobotta vd., 2018)..... 24
Şekil 1.15 Bacak lateral bölgesindeki kaslar(Netter vd., 2002)..... 25
Şekil 1.16 Bacak arka bölgesindeki kaslar (A) yüzeyel diseksiyon (B) derin diseksiyon(Gilroy vd., 2021)..... 27
Şekil 1.17 Ayağın dorsal kısmındaki kaslar(Sobotta vd., 2018)..... 28
Şekil 1.18 Aponeurosis plantaris kaldırıldıktan sonra görünen ayağın plantar bölgesindeki kasları(Gilroy vd., 2021)..... 29

Şekil 3.1 Alt ekstremite uzunluk ölçümü..... 32
Şekil 3.2 Uyluk Uzunluk Ölçümü..... 32
Şekil 3.3 Bacak Uzunluğu Ölçümü..... 33
Şekil 3.4 Çevre ölçümü diz seviyesi..... 33
Şekil 3.5 Çevre Ölçümü diz seviyesinin 10 cm üstü..... 34
Şekil 3.6 Çevre Ölçümü diz seviyesinin 20 cm üstü..... 34
Şekil 3.7 Çevre Ölçümü diz seviyesinin 10 cm altı..... 35
Şekil 3.8 Y denge testi havadaki ayak anteriora doğru..... 36
Şekil 3.9 Y denge testi havadaki ayak posteromediale doğru..... 36
Şekil 3.10 Y denge testi havadaki ayak posterolaterale doğru..... 37
Şekil 3.11 FMS testi - Tam Çömelme..... 38
Şekil 3.12 FMS testi - Engel Adımı..... 39
Şekil 3.13 FMS testi - Sıralı Hamle..... 40
Şekil 3.14 FMS testi - Omuz Mobilitesi..... 41
Şekil 3.15 FMS testi - Aktif düz bacak kaldırma..... 42
Şekil 3.16 FMS testi - Şınav..... 43
Şekil 3.17 FMS testi - Rotasyonel Stabilite..... 44
Şekil 3.18 Diz Ekstansiyon Kuvveti Ölçümü..... 45
Şekil 3.19 Diz Fleksiyon Kuvveti Ölçümü..... 45
Şekil 3.20 Geratech Dijital Kuvvet Ölçüm Cihazı..... 45
Şekil 3.21 LCA tünel açısı ölçümü (Illingworth vd., 2011) çalışmasından alıntı yapılmıştır. 46
Şekil 3.22 LCA kalınlık ve uzunluk ölçümü..... 47
Şekil 3.23 LCA tünel genişliği ölçümü..... 47

TABLOLAR

Tablo 4.1 Verilerin Tanımlayıcı İstatistikleri 49
Tablo 4.2 CGE ve CE ekstremiteler arası karşılaştırma 50
Tablo 4.3 Spora dönenler ve dönmeyenlerin ölçümlerinin karşılaştırılması 50
Tablo 4.4 Yaş,boy,kilo ve BKİ'nin diğer parametrelerle korelasyonu 51
Tablo 4.5 Kuvvet Ölçümü değerlerinin diğer parametrelerle ilişkisi 53

1. GİRİŞ

1.1.Embriyoloji

Apendiküler iskelet pektoral ve pelvik kuşaklardan ve uzuv kemiklerinden oluşur. Apendiküler iskeletin kemikleşmesi endokondral tip kemikleşme ile olur. Bu kemikleşme türünde önce mezodermden hyalin kıkırdak bir model oluşur. Daha sonra bu kıkırdak model diyafizde birincil kemikleşme merkezi olarak işlev görür.(Dudek, 2014)

Ossifikasyon sekizinci haftada uzun kemiklerde başlar ve ilk olarak birincil ossifikasyon merkezlerinden gelen kemiklerin diyafizlerinde meydana gelir. 12. haftaya gelindiğinde, uzuvların çoğu kemiğinde birincil ossifikasyon merkezleri ortaya çıkmıştır. Femur clavicula'dan sonra kemikleşir. Birincil merkezler, farklı kemiklerde farklı zamanlarda ortaya çıkar. Dizdeki kemiklerin sekonder kemikleşme merkezleri anne karnında ilk ortaya çıkanlardır. Birincil merkezler genellikle doğumda bulunur, ancak ikincil merkezlerin çoğu doğumdan sonra ortaya çıkar. İkincil merkezden kemikleşen kemik parçası epifizdir. Diyafizdeki birincil merkezden oluşan kemik, epifizlerdeki ikincil merkezlerden oluşan kemik yetişkin uzunluğuna ulaşana kadar kaynaşmaz. Bu gecikme, kemiğin uzamasının nihai boyuta ulaşılana kadar devam etmesini sağlar. Kemik büyümesi sırasında, diyafiz ve epifiz arasında bir kıkırdak plakası (epifiz kıkırdak plakası) oluşur. Son olarak epifiz plakası, iki tarafta da, diyafiz ve epifiz kemik gelişimi ile değişerek, kemiğin büyümesini durdurur.(Moore vd., 2016)

Kemikler arasındaki sinoviyal eklemler, mezenkimal yoğunlaşmaların kıkırdak oluşturma sürecini başlatmasıyla aynı anda oluşmaya başlar. Böylece, interzon adı verilen iki kıkırdak kemik taslağı arasındaki bölgede yoğunlaştırılmış mezenkim, yoğun fibröz dokuya farklılaşır. Bu doku daha sonra iki bitişik kemiğin uçlarını kaplayan eklem kıkırdağı, sinoviyal zarlar; ve eklem kapsülü içindeki menisküs ve ligamentleri oluşturur; Eklem kapsülü, interzonu çevreleyen mezenşim hücrelerinden türetilir. (Sadler, 2019)

Lateral plak mezodermi ekstremite tomurcuğunun içine göç eder ve sonunda alt ekstremitenin damar ve iskelet bileşenlerini oluşturmak üzere merkezi eksen boyunca yoğunlaşır. Somitlerden gelen mezoderm, uzuv tomurcuğuna göç eder ve

sonunda alt ekstremitenin kaslarını oluşturmak için yoğunlaşır. Apikal ektodermal kabarıklık (AEK), ekstremite tomurcuğunun tepesinde kalınlaşmış bir ektoderm çıkıntısıdır. AEK, mitozu uyararak ve altta yatan mezodermin terminal farklılaşmasını önleyerek aşırı büyümeyi teşvik etmek için altta yatan mezoderm ile etkileşime giren FGF'yi (fibroblast büyüme faktörü) üretir. Parmakların oluşumu parmak uçlarında yer alan AEK'da seçmeli apoptozis (hücre ölümü) sonucudur. (Dudek, 2014)

Alt ekstremitenin gelişimi üst ekstremiteninkinden yaklaşık 1-2 gün geç gerçekleşir. Ancak gelişim aşamaları birbirine benzerdir. Gelişimin 7.haftasında üst ekstremite laterale, alt ekstremite ise mediale döner. Üst ekstremitenin ekstensör kas grubunun lateral ve arkada yer alması ve pollex'in lateralde kalma sebebi bu 90 derecelik laterale dönüşten kaynaklanır. Alt ekstremitenin ekstensör kaslarının ön yüzde seyretmesi ve hallux'un medialde konumlanması bu 90 derecelik mediale dönüşten kaynaklanır. (Sadler, 2019)

1.2.Histoloji

Kıkırdak, destekleyici bağ dokusunun sert, dayanıklı bir formudur. Ekstrasellüler matriksi yüksek oranda glikozaminoglikan ve proteoglikan içerir. Matriksinin yapısal özellikleri, kıkırdağı yetişkin iskeletinde çeşitli mekanik ve koruyucu roller için ideal kılar. Esnekliği ve pürüzsüz, kaygan yüzeyi nedeniyle kıkırdak, eklemlerde kemikler için yastık benzeri fonksiyon gösterir ve kemik hareketlerini kolaylaştırır. Kıkırdak ayrıca hem doğumdan önce hem de sonra uzun kemiklerin gelişimi ve büyümesine rehberlik eder. Yüksek bağlı su içeriği, kıkırdağın bir amortisör gibi darbe emici olarak görev görmesini sağlar.(Mescher & Junqueira, 2021)

Kıkırdak avasküler olmasına rağmen, perikondrium kan damarları açısından zengindir. Hiyalin kıkırdak, vücutta en yaygın bulunan kıkırdak olup camsı matriksi ile diğer kıkırdak tiplerinden ayrılır. Elastik kıkırdak, matrikste hiyalin kıkırdaktakilere ek olarak elastik lif içerir. Bu daha fazla esneklik sağlar. Fibröz kıkırdak, hiyalin kıkırdak bileşenlerine ek olarak matriste tip I kollajen lifleri içerir.(Lowrie, 2020) Hyalin kıkırdak solunum yolları, uzun kemik uçlarında, art.sternocostalis'te, elastik kıkırdak kulakta, fibröz kıkırdak ise discus

intervertebralis, symphysis pubis ve meniscus'lerde bulunur.(Mescher & Junqueira, 2021)

Erişkin iskeletinin ana bileşeni olan kemik dokusu vücuda sağlam bir destek sağlar, kafatası ve göğüs boşlukları gibi yaşamsal organları korur ve iç (medüller) boşlukları çevreler. Kemik dokusu ayrıca, kalsiyum, fosfat ve diğer iyonlar için depo görevi görür. Ayrıca iskelet kası kasılması sırasında üretilen kuvvetleri çoğaltan ve bunları vücut hareketlerine dönüştüren bir kaldıraç sistemi oluşturur. (Mescher & Junqueira, 2021)

Kemik, kalsifiye kemik matriksinden (ekstrasellüler matriks) ve üç ana hücre tipinden oluşan özel bir bağ dokusudur. Bu hücreler; kemik matriks katmanları (lameller) arasındaki boşluklarda (lakuna) bulunan osteositler, matriksin organik bileşenlerini sentezleyen ve salgılayan osteoblastlar ve kalsifiye kemik matrisinin uzaklaştırılmasında, kemik dokusunun yeniden modellenmesinden sorumlu osteoklastlardır. (Dudás, 2023)

Kas dokusunun kasılma özelliği içindeki kas hücreleri tarafından gerçekleştirilir. Üç tip kas dokusu vardır: İskelet kası istemli kasılmaya katılır ve vücut duvarı ile ilişkilidir. Çizgili özellikte olup, mikroskopta iskelet kası hücreleri uzunlamasına, değişen koyu ve açık bantlar görülebilir. Kalpte bulunan kalp kası çizgili ancak istemsiz çalışır. Düz kas istemsizdir ve iç organlarda bulunur. Ayrıca vücut duvarında, özellikle kan damarlarının düz kası ve kıl foliküllerinin erektör pili kasları olarak bulunur. İskelet kasları, bağ dokusuyla bir araya getirilmiş iskelet kası hücrelerinden oluşur. Çoğu kastaki kas lifleri, kasın uzun eksenine paralel olarak hizalanır, böylece hepsi aynı yönde kasılır. Bir kas içinde, kas hücresi grupları fasiküller halinde bir araya toplanmıştır. Bir kasın bağ dokusu bileşenleri; tüm kası çevreleyen epimisyum fasiküllerin etrafındaki perimisyum. bireysel kas hücreleri arasındaki endomisyumdur.(Lowrie, 2020)

1.3.Anatomi

1.3.1. Kemikler

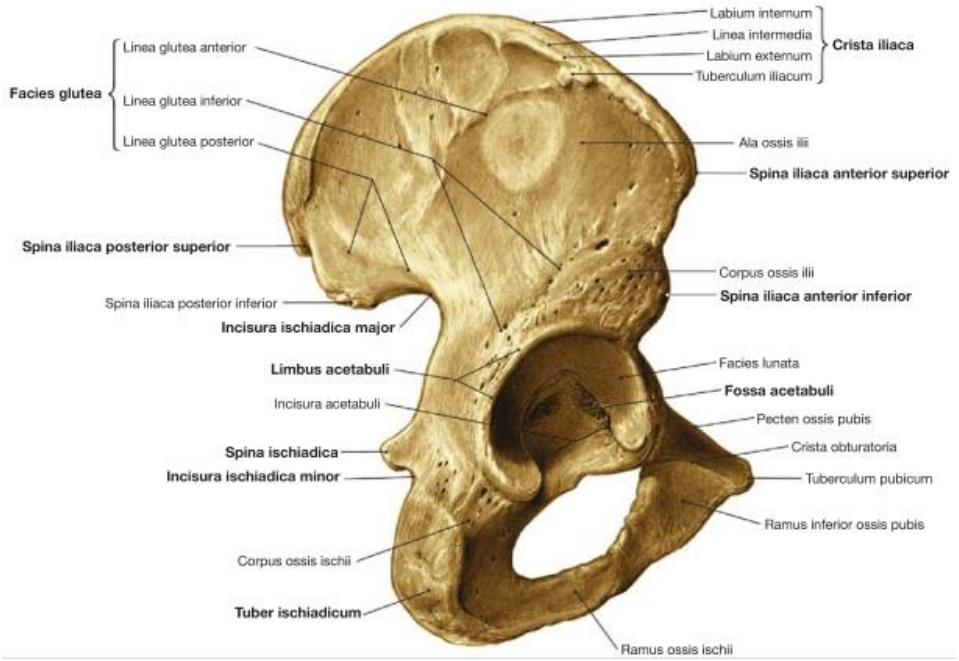
Alt taraf kemikleri pelvis, uyluk, bacak ve ayak bölgelerinde bulunan kemiklerden oluşur. Pelvis 2 os coxae 1 sacrum ve 1 coccyx kemiğinden oluşur. Uylukta femur, bacakta tibia ve fibula, ayakta ise tarsal, metatarsal ve phalanx kemikleri bulunur.(Arıncı & Elhan, 2014)

Pelvis kemiklerinden os sacrum 5 sakral vertebranın ve aralarındaki diskin birleşmesiyle oluşur. Basis ossis sacri isimli üst yüzü 5.lumbal vertebra ile eklem yapar. Basis ossis sacri'nin ön orta kısmında promontorium yer alır. Sacrum'un kanat şeklindeki yan bölümü ala ossis sacri'dir. Sacrum'un 5 omurunun processus (proc.) transversus ve proc. costalis'lerinin birleşmesiyle oluşan pars lateralis kısmının lateral yüzü facies auricularis olarak tanımlanır ve coxa ile eklem yapar. Sacrum omurlarının corpuslarının birleşmesiyle facies pelvica denen ön yüzde 4 adet linea transversa ve bu çizgilerin lateral kısımlarında 4 çift foramina sacralia anteriores bulunur. Bu deliklerden sakral spinal sinirlerin ramus anteriorları geçer. Sacrum'un arka yüzünde 4 çift foramina sacralia posteriores, crista sacralis mediana, medialis ve lateralis yer alır. Crista sacralis mediana proc. spinosus'ların, medialis proc.articularis'lerin, lateralis ise processus transversus'ların artıklarıyla oluşmuştur. 5 sakral omurun foramen vertebra kısımlarının birleşmesiyle canalis sacralis oluşur. Sacrumun apex ossis sacri ile eklem yapan os coccyx'in basis kısmı yer alır. Basis ossis coccygis'in arka dış kısmında cornu coccygeus yer alır. Coccyx kemiği omurgayı desteklemezken kaslar ve ligamentler için tutunma yeri sağlar.(Yıldırım, 2014)

Pelvis kemiklerinden os coxae; ilium, ischium ve pubis kemiklerinden oluşur. Ilium coxa kemiğinin üst kısmını oluşturur ve corpus ossis ilii ve ala ossis ilii'den oluşur. Ilium'un bu iki parçasını iç tarafta linea arcuata sınırlandırır. Corpus'un dış yüzü acetabulum'un yapısına katılır. Ala ossis ilii ise daha yassı ve geniş yapıda olup pelvis major'un yan sınırını oluşturur. Ala ossis ilii'nin üst yüzünde crista iliaca bulunur. Crista iliaca'nın ön ucunda spina iliaca anterior superior(SIAS) ve bu çıkıntının alt tarafında spina iliaca anterior inferior(SIAI) yer alır. Crista iliaca'nın arka ucunda da spina iliaca posterior superior(SIPS) ve bu çıkıntının alt tarafında spina iliaca posterior inferior(SIPI) yer alır. SIPI'un altında da incisura ischiadica major yer alır. Ala ossis ilii'nin dış yüzü facies glutea iç yüzü ise fossa iliaca ve facies sacropelvica kısımlarından oluşur. Facies sacropelvica'nın orta bölümü olan facies auricularis'in tuberositas iliaca kısmına bağlar ve kaslar tutunur.(Arıncı & Elhan, 2014)

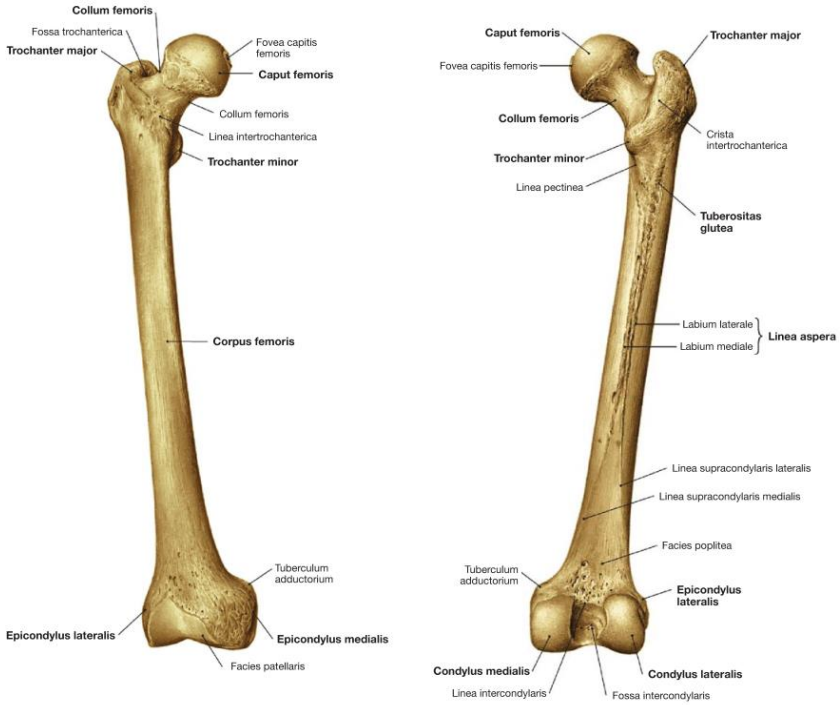
Os pubis coxa'nın ön alt bölümünde olup corpus, ramus superior ve ramus inferior kısımlarından oluşur. Corpus kısmı foramen obturatum'un önünde yer alır. Corpus'un üst dış kısmında tuberculum pubicum, iç tarafında facies symphysialis bulunur. Tuberculum pubicum ile facies symphysialis arasında uzanan crista pubica'ya m.rectus abdominis yapışır. Ramus superior parçası ischium ve ilium ile acetabulum'da birleşir. Tuberculum pubicum'dan linea arcuata'ya uzanan kısmına pecten ossis pubis adı verilir. Ramus inferior ossis pubis ile ramus ossis ischii birleşerek foramen obturatum'u alttan sınırlayan ramus ischiopubicus'u oluşturur.(Yıldırım, 2014)

Os ischium coxa'nın arka alt kısmını oluşturur ve corpus ossis ischii ve ramus ossis ischii olmak üzere iki kısımdan oluşur. Corpus kısmı acetabulum'a katılır. Arka kenarında spina ischiadica ve bu çıkıntının alt tarafında incisura ischiadica minor bulunur. Incisura ischiadica minor'a kaslar ve lig.sacrospinale tutunur. Arka yüzde tuber ischiadicum yer alır. Tuber ischiadicum'dan öne ve yukarı uzanan ramus ossis ischii ramus inferior ossis pubis ile birleşir ve ramus ischiopubicus'u oluşturarak foramen obturatum'u önden sınırlar.(Arıncı & Elhan, 2014)



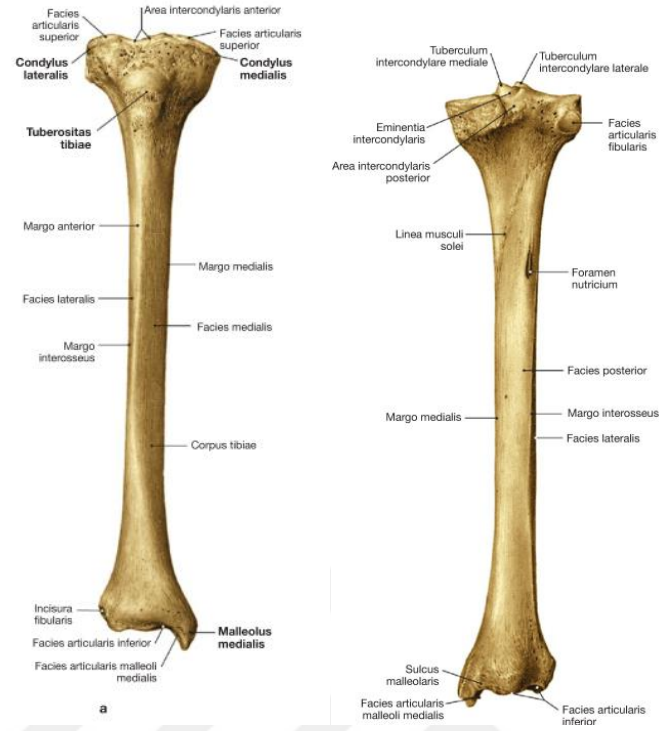
Şekil 1.1 Os coxa arka lateralden görünüm(Sobotta vd., 2018)

Femur, uyluk bölgesinde yer alan uzun kemik olup, kas tutunma yerleri olan trochanter major ve minor, tuberculum adductorium, diz bağları için tutunma yerleri olan epicondylus lateralis ve medialis yapılarını içerir. Ayrıca distalde condylus lateralis ve medialis kısmı ile tibia ile, facies patellaris yüzü ile patella ile, proksimalde caput femoris kısmı ile acetabulum coxae ile eklem yapar. (Gilroy vd., 2015)



Şekil 1.2 Os femur önden ve arkadan görünüş(Sobotta vd., 2018)

Tibia ve fibula crus bölgesinde yer alan kemiklerdir. Tibia üstte condylus femoris medialis ve lateralis'le, altta talus ile eklem yaparak vücut ağırlığının talus'a iletilmesinde görev alır. Tibia'nın alt medial ucunda malleolus medialis yer alır. Tibia ve medial yüzü hemen deri altında palpe edilebilir. Bu nedenle yaralanmalara karşı hassastır. Ön kenarının üstünde bulunan tuberositas tibiae lig.patella için tutunma noktasıdır. Fibula ise ağırlığın iletilmesinde görevi olmayan temel olarak kaslar için tutunma fonksiyonu olan bir kemiktir. Fibula'nın alt dış ucunda malleolus lateralis yer alır. Tibia ve fibula corpus'ları arasında membrana interossea yer alır.(Dalley vd., 2023)



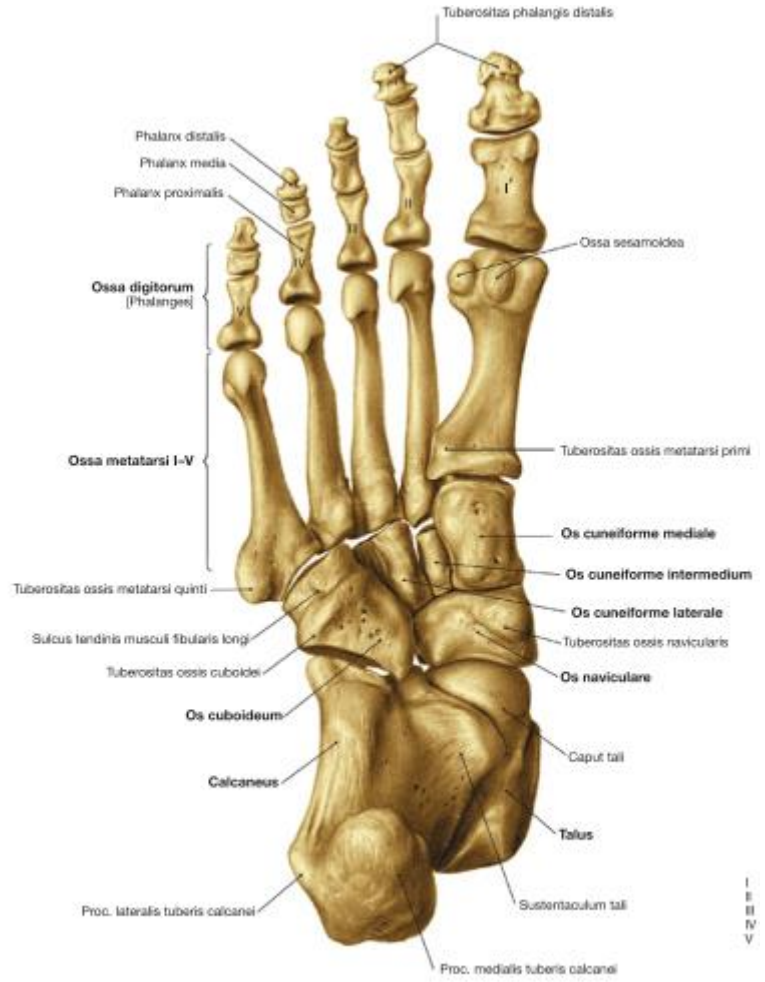
Şekil 1.3 Os tibia önden ve arkadan görünüm (Sobotta vd., 2018)

Ayak kemikleri 7 tarsal 5 metatarsal ve 14 phalanx kemiğinden oluşur. Ossa tarsi 7 adet kısa kemik olup ayak bileğinde konumlanmışlardır. Talus en üstte yer alır, corpus'u ile ayak bilek ekleminde fibula ve tibia ile eklem yapar. Caput'u ile os naviculare eklem yapar. Alt yüzü ise calcaneus ile eklem yapar. Calcaneus topukta yer alan kemik olup üstte talus önde cuboideum ile eklem yapar. Os naviculare talus'un önünde yer alır. Os cuboideum calcaneus'un önünde ayağın lateral kenarında konumlanmıştır. Os cuneiforme mediale, intermedium ve laterale ise os naviculare'nin ön hizasında bulunur. Bu üç kemik önde ossa metatarsi ile eklem yapar.(Gilroy vd., 2015)



Şekil 1.4 Os fibula önden görünüm(Sobotta vd., 2018)

Ossa metatarsale tarsal kemiklerle phalanx kemikleri arasında yer alan basis corpus ve caput kısımları olan küçük kemiklerdir. En uzunu os metatarsale II'dir. Ossa phalanges hallux'ta 2, diğer parmaklarda 3'er adet toplam 14 kemikten oluşur. 2-5.parmaklardaki 3 kemik phalanx proximalis, media, distalis olarak isimlendirilir. Hallux'ta ise phalanx media bulunmaz. (Yıldırım, 2014)



Şekil 1.5 Ayak kemikleri üstten görünüm(Sobotta vd., 2018)

1.3.2. Eklemler

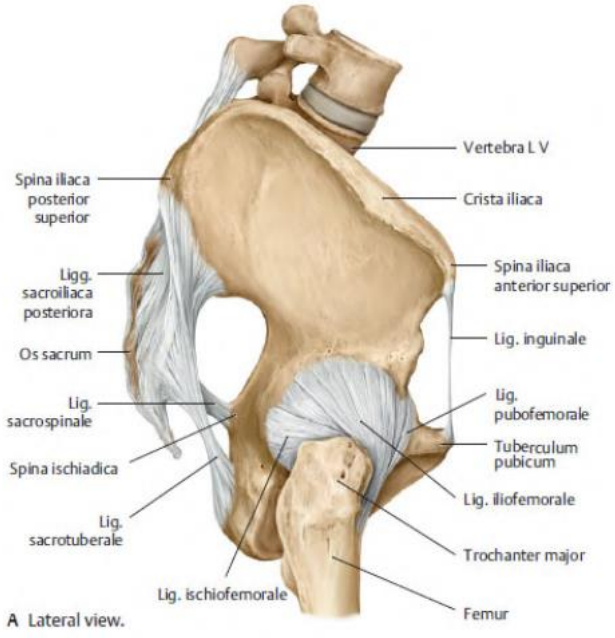
1.3.2.1.Juncturae Cinguli Pelvici (Alt taraf kavşağı eklemleri)

Symphysis pubica iki os pubis arasında orta hatta kartilaginöz bir eklem olup eklem yüzleri arasında discus interpubicus isimli fibrokartilaginöz bir disk bulunur. Lig.pubicum superius ve inferius bağları ile desteklenir.(Yıldırım, 2014)

Art.sacroiliaca sacrum ile ilium kemiklerinin facies auricularis parçaları arasında plana tipi bir eklem olup eklem kapsülü ve etrafındaki güçlü bağlar nedeniyle hareketleri kısıtlıdır. Eklemin bağları; ligg.sacroiliaca anteriora, lig.sacroiliaca interossea, lig.sacroiliaca post. ve lig.iliolumbale'dir.(Yıldırım, 2014)

1.3.2.2.Art.coxae

Os coxa'daki acetabulum ile caput femoris arasındaki sferoid tipteki bu eklem lig.iliofemorale, lig.pubofemorale, lig.ischiofemorale, lig.capitis femoris ve lig.transversum acetabuli bağları, capsula articularis, zona orbicularis ve labrum acetabulare yapıları tarafından desteklenir. Capsula articularis eklemi sıkıca saran bir yapıdadır. Lig.iliofemorale vücudun en kuvvetli bağı olup pars descendens'i uyluğun veya gövdenin ekstansiyonunu sınırlarken pars transversa'sı uyluğun addüksiyonunu ve tek ayak üzerinde durduğumuzda gövdenin desteksiz tarafa eğilmesini sınırlandırır.(Arıncı & Elhan, 2014) Lig.pubofemorale crista obturatoria'dan başlayıp öne ve aşağı yönde seyreder. Bu bağ kalçanın aşırı abdüksiyonunu engeller. Lig. ischiofemorale üst dış kısımda collum femoris'i sarar. Lig. capitis femoris zayıf bir bağ olup içinde a.obturatoria'nın r.acetabuli dalını taşır. Labrum acetabuli fibrokartilaginöz bir yapıda olup eklem yüzeyini %10 oranında artırır. Labrum acetabuli'nin devamı olup incisura acetabuli'yi kapatan bağ lig.transversum acetabuli'dir.(Dalley vd., 2023)



Şekil 1.6 Art.coxae lateralden görünüm (Gilroy vd., 2021)

1.3.2.3.Art.genu

Vücudun en büyük ve en yüzeyel eklemi olan art.genu fleksiyon-ekstansiyon hareketlerine ek olarak bir miktar rotasyon da yapabildiği için modifiye ginglimus tipte kabul edilir. Eklem yüzleri 2 adet femorotibial ve 1 adet femoropatellar eklemdir. Femurdaki condylus ve tibiadaki condylus'ların yüzeyleri birbirine uyumsuz olduğundan mekanik olarak zayıf kabul edilir. (Dalley vd., 2023)

Eklem yüzleri arasındaki uyumu sağlayan yarım ay şekilli meniscus medialis ve meniscus lateralis yapıları bulunur. (Taner vd., 2009) Meniscus medialis lig.collaterale tibiale'ye yapışık olup daha sık yaralanır. Meniscus lateralis ile eklem kapsülü arasından m.popliteus tendonu geçer.(Yıldırım, 2014)

Diz ekleminin stabilitesinde öncelikli olarak çevreleyen kaslar ve femur ve tibia kemikleri arasındaki ligamentleri rol oynar. Diz eklemini stabilize etmede m.quadriceps femoris, m.vastus medialis ve lateralis'in alt liflerinin fonksiyonu vardır. Eklem kapsülü dışta fibröz bir kapsül ve içte sinovyal membrandan oluşur. Eklem kapsülünü 5 ekstrinsik (ekstrakapsüler) ve 5 intrinsik (intra-artiküler) ligament destekler.(Dalley vd., 2023)

1.3.2.3.1. Intrinsik Ligamentler

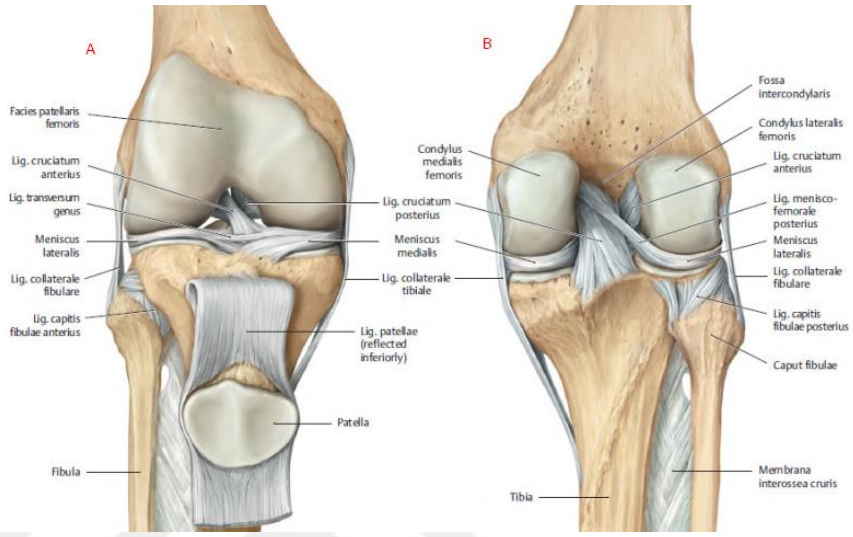
Lig.cruciatum anterius; area intercondylaris anterior ve condylus lateralis femoris'e tutunur. Bu ligament femurun arkaya, tibianın öne doğru çıkmasını engeller ve bacağın ekstansiyon ve dış rotasyon hareketlerini kontrol eder.

Lig.cruciatum posterius; area intercondylaris posterior ile condylus medialis femoris arasındadır. Bu ligament femurun öne çıkmasını engeller ve bacağın fleksiyon, dış rotasyon hareketlerini kontrol eder.

Lig.meniscofemorale anterius; meniscus lateralis ile condylus medialis femoris arasında olup lig.cruciatum post.'un önünden geçer.

Lig.meniscofemorale posterius; meniscus lateralis ile condylus medialis femoris arasında olup lig.cruciatum post.'un arkasından geçer.

Lig.transversum genus; meniscus'ları birbirine bağlar.(Yıldırım, 2014)



Şekil 1.7 Art.genu önden ve arkadan görünüm(Gilroy vd., 2021)

1.3.2.3.2. Ekstrensek Ligamentler

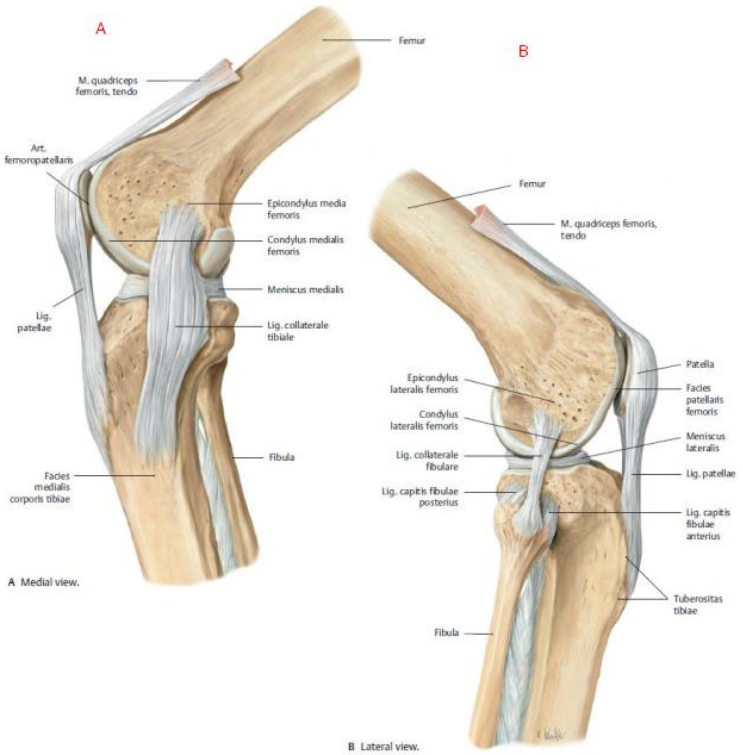
Lig.patellae, tendo m.quadriceps femoris'in apex patellae ile tuberositas tibiae arasında uzanan parçası olup bu ligament ile membrana synovialis arasında corpus adiposum infrapatellare bulunur.

Lig.collaterale tibiale, Femur'daki epicondylus medialis ile tibia'daki condylus medialis arasında yer alır.

Lig.collaterale fibulare, Femur'daki condylus lateralis ile caput fibulae arasında yer alır.

Lig.popliteum obliquum, Femur'daki condylus lateralis ile tibia'daki condylus lateralis ve linea intercondylaris arasında uzanan bu ligament tendo m.semimembranosus'un devamıdır.

Lig.popliteum arcuatum, Tibia'daki area intercondylaris posterior, caput fibulae ve femur'daki epicondylus lateralis arasında yer alır.(Taner vd., 2009)

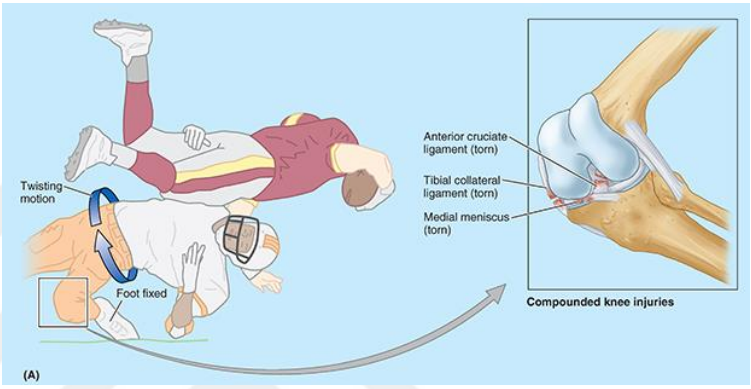


Şekil 1.8 Art.genu medial (A) ve lateralden (B) görünüm(Gilroy vd., 2021)

1.3.2.3.3. Art.genu kliniği

Temas sporlarında en sık görülen diz yaralanması, ayak yere sabitlendiğinde meydana gelen bağ burkulmasıdır. Ayak sabitken dize kuvvet uygulanırsa bağ yaralanmaları meydana gelebilir. Lig.collaterale tibiale ve fibulare (LCT ve LCF), bacak ekstansiyondayken sıkıca gerilir ve normalde diz ekleminin lateral ve medialden yaralanmasını önler. LCT'nin medial menisküse sıkı bir şekilde bağlanması klinik olarak oldukça önemlidir çünkü bu bağın yırtılması sıklıkla medial menisküsün birlikte yırtılmasına neden olur. Yaralanma sıklıkla, ekstansiyondaki dizin yan tarafına bir darbe veya fleksiyondaki dizin laterale aşırı bükülmesinden kaynaklanır. Bu durum, LCT'nin hasarlanması ve medial meniscus'un eklem kapsülünden çıkması ve/veya yırtılmasına

neden olabilir. Bu yaralanma, koşarken dizleri fleksiyonda iken yanlara büken basketbol, futbol ve voleybolcularda yaygındır Dizin rotasyon hareketleri için bir eksen görevi gören ve fleksiyon sırasında gergin olan lig.cruciatum anterior (LCA), LCT'nin yırtılmasından sonra da yırtılabilir. Diz yaralanmalarından oluşan bu LCT, LCA ve medial meniscus hasarının birlikte olması durumu "mutsuz üçlü" olarak tanımlanmıştır.(Dalley vd., 2023)



Şekil 1.9 Mutsuz üçlü(Dalley vd., 2023)

1.3.2.3.4. Ligamentum Cruciatum Anterior Yaralanmaları

Ligamentum cruciatum anterior (LCA) yaralanmaları, spor yaralanmaları arasında yaygın olarak görülen diz patolojilerinden biridir. (Majewski vd., 2006) insidans oranları erkekler ve kadınlar için sırasıyla her 1000 spor maruziyetinde 0,05 ve 0,08 olarak bildirilmiştir. Bu yaralanmalar özellikle basketbol, futbol ve hokey gibi sık yön değiştirme ve iniş gibi görevleri gerektiren sporlarda yaygındır. (Gornitzky vd., 2016)

Bağın mekanik yüke dayanma kapasitesini aşan yükler LCA'nin kopmasına neden olur. (Maniar vd., 2022) Yaralanmayı takiben rekonstrüksiyon ve hemen ardından rehabilitasyon hala birincil tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir.(Melick vd., 2016)

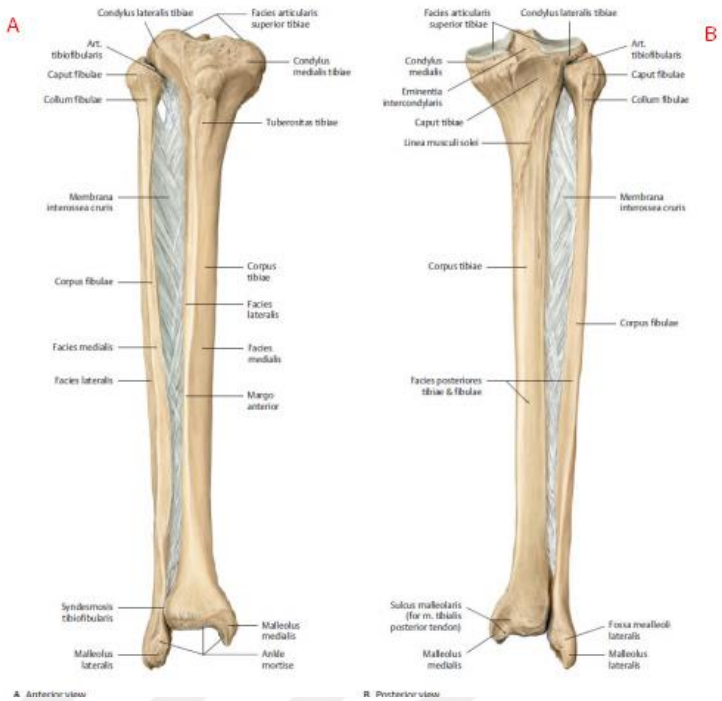
LCA'ye ait yük diz fleksiyon açısı gibi parametrelerle pasif olarak değiştiği bilinse de kaslar dizdeki mekanik yükleri düzenleyebilir. Bu nedenle, belirli kasların çalıştırılması, pek çok LCA üzerindeki yükü azaltarak LCA'yi yaralanmaya karşı koruyabilir. (Maniar vd., 2022) LCA kopması, yüksek şiddette bir travmadan ziyade mikro hasara (sürekli kullanıma

bağlı bağın yorulması) yol açan tekrarlayan döngüsel yüklemenin bir sonucu olarak da meydana gelebilir. (Wojtys vd., 2016)

Frontal düzlemde, diz valgus veya varus pozisyonlarının her ikisi de LCA üzerindeki yükü artırma potansiyeline sahiptir. (Oh vd., 2012) Bununla birlikte, video tabanlı analizlerde valgus pozisyonunundaki sakatlıkların varus pozisyonundakilerden daha yaygın görüldüğü bildirilmiştir. (Waldén vd., 2015)

1.3.2.4.Tibia ve Fibula arasındaki eklemler

Art. tibiofibularis proximalis ve distalis ile membrana interossea cruris olmak üzere üç yapı bulunur. Art.tibiofibularis proximalis tibia'nın condylus lateralis'indeki facies articularis fibularis ile fibula'daki facies articularis capitis fibulae arasında art.plana tipinde bir eklemdir. Eklemi önden lig.capitis fibulae anterius ve arkadan lig.capitis fibulae posterius sarar. Membrana interossea cruris, tibia ve fibula'nın birbirine bakan margo interossea'larına yapışır. Bu yapı kemikleri birbirine bağlamaya ek olarak bacak ön ve arka bölgesindeki kaslar için tutunma yeri oluşturması açısından önemlidir. Art.tibiofibularis distalis (Syndesmosis tibiofibularis) fibula distalindeki konveks yüzey ile tibia distalindeki konkav yüzey arasında oluşan syndesmosis tipinde bir eklemdir. Lig.tibiofibulare ant, Lig.tibiofibulare posterius, membrana interossea cruris bu eklemi destekler. Tibia ve fibula arası eklemler üzerinde, ligamentlerin kemikleri sıkı sarması nedeniyle sınırlı düzeyde kayma, ayak ekstansiyonu sırasında tibia ve fibula'nın sınırlı düzeyde birbirinden uzaklaşması, sınırlı düzeyde fibula dış rotasyonu hareketleri yapılabilir.(Arıncı & Elhan, 2014)



Şekil 1.10 Tibia ve fibula arasındaki eklem ve bağlar (A) önden, (B) arkadan(Gilroy vd., 2021)

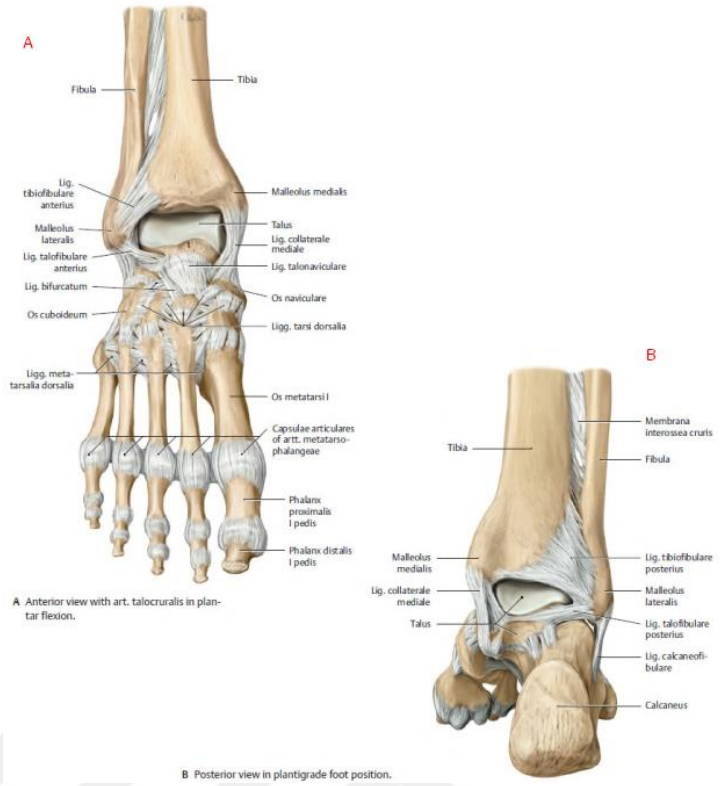
1.3.2.5.Articulationes pedis

Art.talocruralis tibianın facies articularis inferior'u, facies articularis malleoli (tibia ve fibula) ve trochlea tali arasında ginglymus tipinde bir eklem olup ayağın plantar fleksiyon ve dorsifleksiyon hareketlerini yapmasını sağlar. Bu eklemi capsula articularis, lig.mediale(lig.collaterale mediale, deltoideum), lig.laterale (lig.collaterale laterale) bağları destekler. Lig.mediale, tibionaviculare, tibiocalcanea, tibiotalaris ant. ve post. parçalarından oluşur. Lig.laterale lig.calcaneofibulare, lig.talofibulare ant.ve post. adlı üç bağdan oluşur.(Taner vd., 2009)

Art.subtalaris(talocalcanea), talus ve calcaneus'un posterior kısımları arasında lig.talocalcaneum lat., med., post., interosseum bağları ile desteklenen bir eklemdir. Art.calcaneocuboidea ayağın lateral kısmında calcaneus ön yüzü ile cuboideum arka yüzü arasında lig.plantare longum, lig.calcaneocuboideum plantare ve lig.calcaneocuboideum bağları bulunan bir eklemdir. Art. talocalcaneonavicularis, talus, calcaneus ve os naviculare'nin eklem yüzleri arasında plana tipinde bir eklemdir. Lig.calcaneonaviculare

plantare (Spring ligament), lig.talonaviculare, lig.calcaneonaviculare bağları bulunur. Art.tarsi transversa (Chopart eklemi) arkada talus ve calcaneus önde naviculare ve cuboideum kemikleri arasında transvers seyirli art.talocalcaneonavicularis ve art.calcaneocuboidea eklemlerinin bir bütünü olarak değerlendirilir. Özellikle ayak amputasyonlarının yapıldığı bir yer olduğu için klinik olarak önemlidir. Art.subtalaris, art.calcaneocuboidea, art. talocalcaneonavicularis ve art.tarsi transversa fonksiyonel olarak birlikte ayağın inversiyon ve eversiyon hareketlerini yaptırır. Bu büyük eklemler haricinde tarsal kemikler arasında artt.intercuneiformes, ant.cuneonavicularis, art.cuneocuboidea ve art.cuboidonavicularis adında küçük eklemler de bulunur. (Yıldırım, 2014)

Artt.tarsometatarsales, distal sıradaki tarsal kemikler olan cuneiforme med.,lat. ve intermedium ve cuboideum ile I-V metatarsal kemikler arasında ligg.tarsometatarsalia plantaria, dorsalia ve lig.cuneometatarsali interossea bağları olan art.plana tipinde sınırlı düzeyde kayma hareketleri yaptıran eklemdir. Art.intermetatarsales metatarsal kemiklerin proksimal kısımlarının birbirine bakan yüzleri arasında art.plana tipinde sınırlı kayma hareketleri yaptıran bir eklemdir. Art.metatarsophalangeales I-V metatarsal kemiklerin distal uçları ile I-V proksimal phalanx'ların proksimal uçları arasında ekstansiyon, ekstansiyon esnasında bir miktar abdüksiyon fleksiyon ve fleksiyon esnasında bir miktar addüksiyon hareketlerinin yapılabildiği bir eklemdir. Capsula articularis, ligg.plantaria, ligg.metatarsale transversum profundum ve ligg.collateralia bağları artt.metatarsophalangeales ve art.intermetatarsales'in ortak bağlarıdır.Artt.interphalangeales pedis proksimal phalanx caput'u ile phalanx media'nın basis'i ve distal phalanx basis'i ile phalanx media'nın caput'u arasında ginglymus tipinde fleksiyon, ekstansiyon hareketlerinin yapıldığı bir eklemdir.(Taner vd., 2009)



Şekil 1.11 Ayak eklemleri (A) önden (B) arkadan(Gilroy vd., 2021)

1.3.3. Kaslar

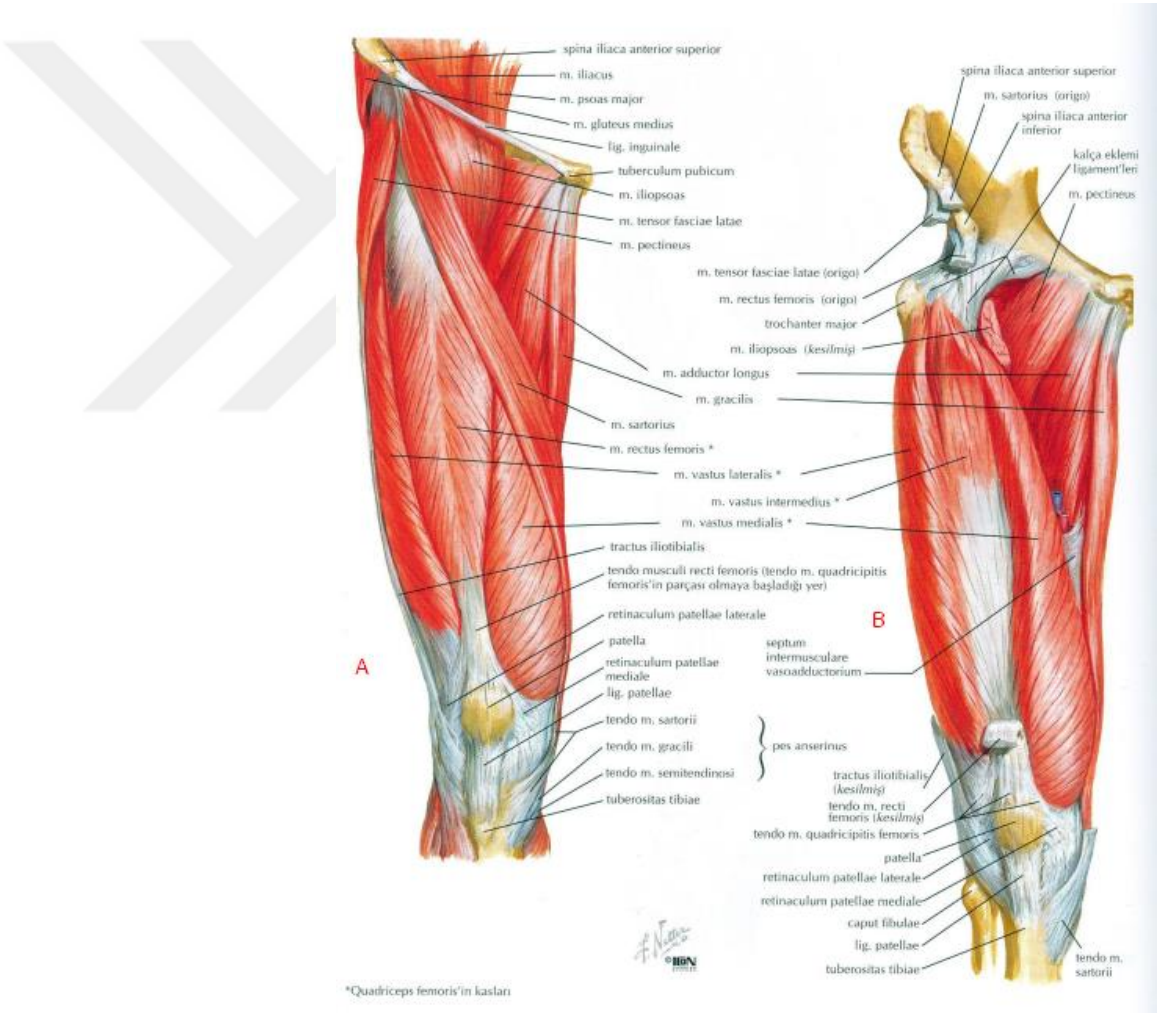
1.3.3.1.Uyluk ön ve medial bölgesinde yer alan kaslar

M.iliopsoas, m.iliacus ve m.psoas major kaslarının birleşmesiyle oluşarak uylukta fleksiyon hareketi yaptırır. M.iliacus fossa iliaca'dan,başlar ve siniri n.femoralis'tir. M.psoas major ise T12-lumbal vertebralardan başlar ve siniri L2-L3 spinal sinir r.anterior tarafından innerve olur. Bu iki kas birleşip lacuna musculorum'dan geçer ve trochanter minor'da sonlanır. M.pectineus trigonum femorale bölgesinin zemininde yer alır. Pecten ossis pubis, eminentia iliopubica ve tuberculum pubicum'dan başlar ve femur'daki linea pectinea'da sonlanır. Art.coxae üzerinde fleksiyon, addüksiyon hareketleri yaptırır. Kasın siniri n.femoralis'tir.(Yıldırım, 2014) M.sartorius vücuttaki en uzun kas olup hem art.coxae hem de art.genu eklemi üzerinde fleksiyon hareketi yaptırır. N.femoralis tarafından innerve edilen bu kas SIAS'tan başlayıp tibia'nın üst kısmının iç yüzüne yapışır.(Dalley vd., 2023)

Uyluğun ön ve yan kısımlarında bulunan genişçe bir kas olan, n.femoralis tarafından innerve edilen m.quadriceps femoris; m.rectus femoris, m.vastus lateralis, m.vastus medialis, m.vastus intermedius kaslarından oluşur. M.rectus femoris SIAI ve acetabulum üzerindeki oluktan caput rectum ve caput refleksum olarak başlar. M.vastus lateralis femur'daki labium mediale linea aspera ve linea intertrochanterica'dan, m.vastus medialis trochanter major ve labium laterale linea aspera'dan, m.vastus intermedius ise corpus femoris ön yüzü ile dış yüzden başlar. Bu dört kas tendonu birleşerek m.quadriceps femoris tendonunu oluşturur ve basis patellae'de sonlanır. Bu tendonun bazı lifleri patellanın ön kısmından geçerek apex patella ile tuberositas tibiae arasında uzanan lig.patellae'ye katılır. M.rectus femoris uyluğa fleksiyon ve bacağa ekstansiyon yaptırırken, diğer üç kas bacağa ekstansiyon yaptırır.(Arıncı & Elhan, 2014)

Uyluk medial bölgesinde yer alan temel fonksiyonu addüksiyon olan m.gracilis, m.adductor longus, m.adductor brevis ve m.adductor magnus kasları bulunur. Bu kaslar; m.adductor magnus'un hamstring parçası (n.tibialis) dışında n.obturatorius tarafından innerve edilir. M.adductor longus diğer addüktör kaslardan daha önde yerleşmiş olup tuberculum pubicum'un alt kısmı ve corpus pubicum'dan başlayıp linea aspera'da sonlanır. M.adductor brevis, m.adductor longus ve m.pectineus kaslarının derininde yerleşmiştir. Corpus pubicum ve ramus inferior ossis pubis'ten başlayıp linea aspera'nın üst kısmında sonlanır. N.obturatorius'un anterior ve posterior bölümleri m.adductor brevis kasının sırasıyla ön ve arka kısmından geçer.(Dalley vd., 2023) M.adductor magnus n.obturatorius tarafından innerve olan ramus inferior ossis pubis ve ramus ischii'den başlayan addüktör ve n.tibialis tarafından innerve olan tuber ischiadicum'dan başlayan hamstring parçalarından oluşur. Addüktör parça uyluğa addüksiyon, fleksiyon ve dış rotasyon yaptırırken, hamstring parçası uyluğa ekstansiyon ve iç rotasyon yaptırır. Addüktör parça tuberositas

glutea'nın medial kısmı ve labium mediale linea aspera'da sonlanırken, hamstring parça linea supracondylaris ve tuberculum adductorium'da sonlanır. M.gracilis corpus pubis ve r.inferior ossis pubis'ten başlayıp tuberositas tibiae'nin medial kısmında sonlanır. M.gracilis uyluğa addüksiyon, bacağa fleksiyon ve iç rotasyon yaptırır. (Taner vd., 2009) M.obturatorius externus kası uyluk medial bölgesinde yer almasına karşın uyluk dış rotasyonu yaptırır. Membrana obturatoria'nın dış yüzü ve for.obturatum'un kenarlarından başlayıp trochanter major'da sonlanır. Siniri L3-L4 seviyesinden gelen n.obturatorius'tur.(Dalley vd., 2023)



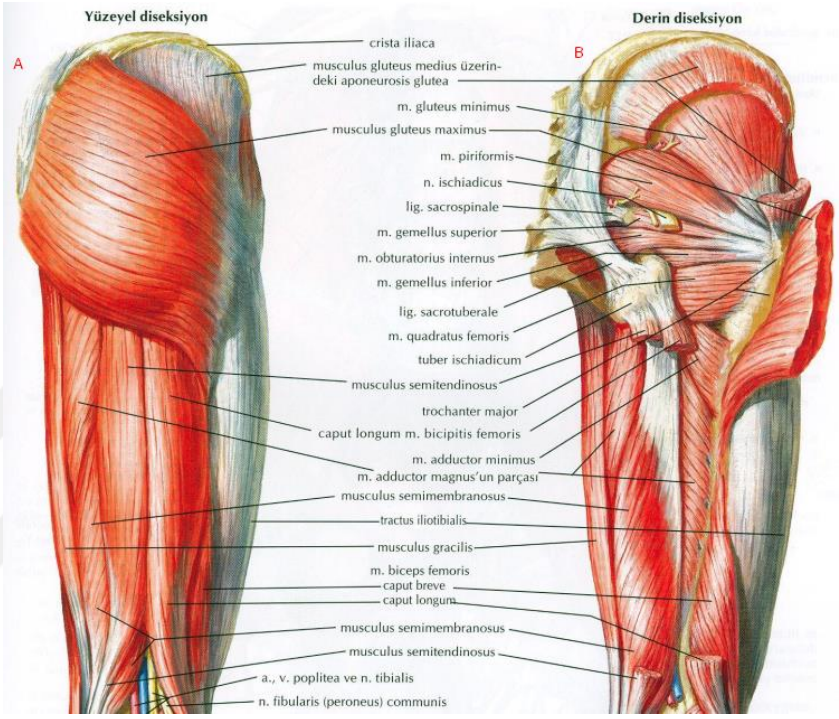
Şekil 1.12 Uyluk ön bölgesindeki kaslar (A) kaslar diseksiyon yapılmamış (B) m.rectus femoris ve m.iliopsoas kası ile tractus iliotibialis kaldırılmış (Netter vd., 2002)

1.3.3.2.Uyluk Arka Bölgesi, Gluteal Bölge ve Uyluk lateral bölgesinde yer alan kaslar

Gluteal bölgede yer alan kasları yüzeyel ve derin olarak iki grupta incelemek mümkündür. Yüzeyel grupta m.gluteus maximus, medius, minimus ve m.tensor fascia latae kasları yer alır. Derin grupta m.piriformis, m.obturatorius internus, m.quadratus femoris, m.gemellus sup. ve inf. yer alır. M.gluteus maximus en yüzeyel gluteal bölge kası olup vücudun en ağır, en büyük kasıdır. Os ilium'un dış yüzü, os sacrum ve lig.sacrotuberale'den başlayan, tractus iliotibialis ve tuberositas glutea'ya yapışan bu kasın siniri n.gluteus inferior'dur. Temel fonksiyonu uyluk ekstansiyonu ve lateral rotasyonudur. M.gluteus medius ve minimus kasları m.gluteus maximus'un derininde yer alıp uyluğa abdüksiyon ve iç rotasyon yaptırır. Bu iki kas ala ossis ilii'den başlayıp trochanter major'da sonlanırlar. İki kasın da siniri n.gluteus superior'dur.(Dalley vd., 2023) M.tensor fascia latae SIAS'tan başlayıp tractus iliotibialis'te sonlanır. Fascia lata'yı gererek, kalça eklemine abdüksiyon, fleksiyon ve medial rotasyon hareketlerini yaptırır. Siniri n.gluteus superior'dur. (Gilroy vd., 2015)

Derin grupta yer alan temel olarak uyluk dış rotasyonun sağlayan kaslardan m.gemellus sup. spina ischiadica'dan, m.gemellus inf. ise tuber ischiadicum'dan başlar. Bu iki kas trochanter major'da sonlanır. Plexus sacralis'in L5-S1 seviyesinden gelen dallar ile innerve olurlar. Bir kısmı pelviste bir kısmı gluteal bölgede yer alan m.piriformis pozisyonel olarak önemli bir kas olup foramen ischiadicum majus'u for.suprapiriforme ve for.infrapiriforme olarak iki bölüme ayırır. Os sacrum'un facies pelvina kısmından başlayıp trochanter major'da sonlanan m.piriformis uyluğa dış rotasyon ve abdüksiyon yaptırır. Plexus sacralis S1-S2 seviyesinden gelen kasla aynı isimli sinirle innerve olur. M.obturatorius internus membrana obturatoria'nın iç yüzü ve for.obturatum'un kenarlarından başlayıp trochanter major'da sonlanır. Uyluğa dış rotasyon yaptıran kasın siniri Plexus sacralis S1-S2 seviyesinden gelir. M.quadratus femoris tuber ischiadicum'dan başlayıp tuberculum quadratum'da sonlanır. Uyluğa dış rotasyon

yaptıran kasın siniri Plexus sacralis S1-S2 seviyesinden gelir. M.obturatorius externus kası uyluk medial bölgesinde yer almasına karşın uyluk dış rotasyonu yaptırır. Membrana obturatoria'nın dış yüzü ve for.obturatum'un kenarlarından başlayıp trochanter major'da sonlanır. Siniri L3-L4 seviyesinden gelen n.obturatorius'tur.(Yıldırım, 2014)



Şekil 1.13 Uyluk arka bölgesinde yer alan kaslar (A) yüzeyel diseksiyon (B) derin diseksiyon(Netter vd., 2002)

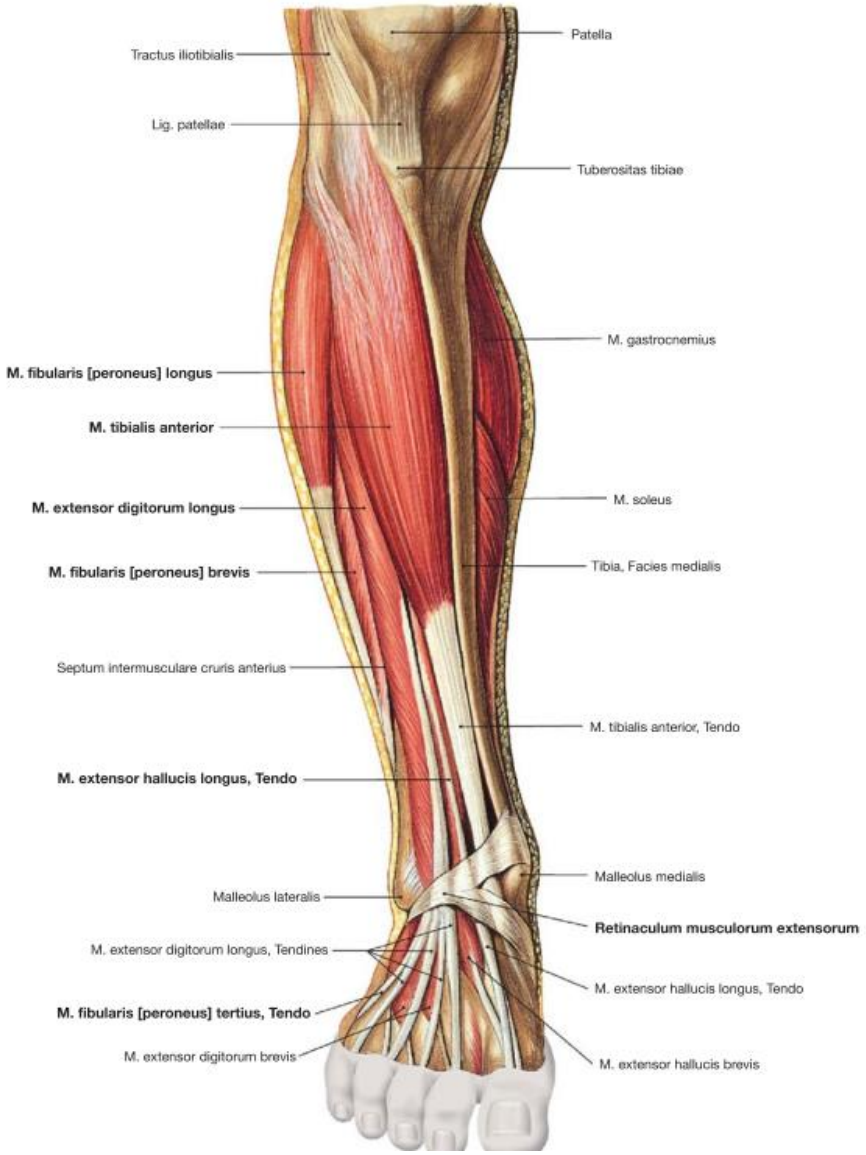
Uyluk arka bölgesinde lateralde yer alan m.biceps femoris caput longum ve caput breve olarak iki kısımdan oluşur. Caput longum tuber ischiadicum'dan caput breve ise linea aspera'nın lateral kısmından başlayıp tek tendon olarak caput fibulae'de sonlanır. Her iki kısım da bacağa fleksiyon ve bacak fleksiyonda iken dış rotasyon yaptırırken, caput longum ek olarak uyluğa ekstansiyon ve biraz dış rotasyon yaptırır. Uyluk arkasında medialde yer alan iki kastan yüzeyeldeki m.semitendinosus ve derindeki m.semimembranosus tuber ischiadicum'dan başlar. M.semitendinosus tibia'daki condylus medialis'in alt kısmında sonlanırken m.semimembranosus tibia'daki condylus medialis'in arka kısmında sonlanır. Her iki kas da eş fonksiyonda olup uyluk

ekstansiyonu, bacak fleksiyonu ve fleksiyondaki bacakta iç rotasyon hareketi yaptırır. M.biceps femoris caput longum, m.semitendinosus, m.semimembranosus kaslarının siniri n.tibialis iken m.biceps femoris caput breve n.fibularis communis tarafından innerve edilir. (Arıncı & Elhan, 2014)

1.3.3.3.Bacak Ön Bölgesinde Yer Alan Kaslar

M.tibialis anterior, m.extensor digitorum longus, m.extensor hallucis longus ve m.fibularis tertius kaslarından oluşur. Bu kasların siniri n.fibularis profundus'tur.(Arıncı & Elhan, 2014)

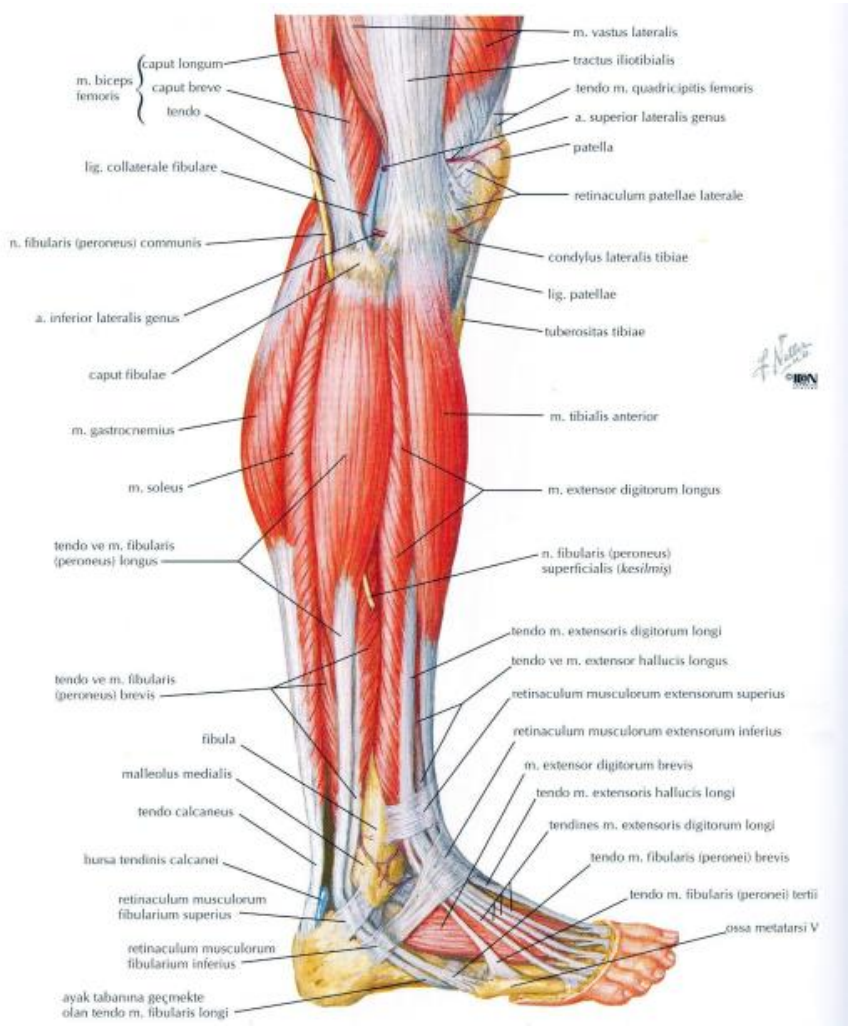
M.tibialis anterior tibia'nın condylus lateralis'i ve lateral yüzünün üst yarısı ile membrana interossea'dan başlayıp os cuneiforme mediale ve os metatarsale I'de sonlanır. Ayağın ekstansiyon ve inversiyon hareketlerini yaptırır. M.extensor digitorum longus condylus lateralis tibiae, fibula'nın medial yüzünün üst kısmı ve membrana interossea'dan başlayıp retinaculum musculorum extensorum superius ve inferius'un derininden geçerek 4 tendona ayrılır ve her tendon II-V.parmakların dorsal yüzlerinde aponeurosis dorsalis isimli anatomik yapıyı oluşturur. Bu yapının orta bandı phalanx media'nın basis'ine yapışırken yan bantları phalanx distalis'in basis'ine yapışır. Bu kas ayaktaki 2-5.parmaklara ve ayağa ekstansiyon hareketi yaptırır. M.extensor hallucis longus, fibula'nın medial yüzünün orta kısmı ve membrana interossea'dan başlayıp hallux'un phalans distalis'in basis'inde sonlanır. Başparmak ve ayağa ekstansiyon yaptırırken ayağın inversiyon hareketine yardım eder. M.fibularis tertius kası ise fibula'nın medial yüzünün alt kısmı ve membrana interossea'dan başlayıp os metatarsale V'in basis'inde sonlanır. Bu kas ayağa ekstansiyon ve eversiyon hareketleri yaptırır.(Taner vd., 2009)



Şekil 1.14 Bacak ön bölgesinde yer alan kaslar(Sobotta vd., 2018)

1.3.3.4. Bacak Lateral Bölgesinde Yer Alan Kaslar

Bacak lateral bölgesinde yer alan m.fibularis longus ve m.fibularis brevis kasları n.fibularis superficialis siniri tarafından innerve edilir. Bu iki kas da ayak bileği ekleminin dorsifleksiyonuna ve eversiyonuna yardım eder. M.fibularis longus caput fibulae ve fibula'nın 2/3 üst bölümünden başlayıp os cuneiforme mediale ve os metatarsale I'in basis'inde sonlanır. M.fibularis brevis ise fibula 2/3 alt bölümünün dış yüzü ve septum intermusculare cruris'ten başlayıp tuberositas ossis metatarsale V'te sonlanır.(Yıldırım, 2014)



Şekil 1.15 Bacak lateral bölgesindeki kaslar(Netter vd., 2002)

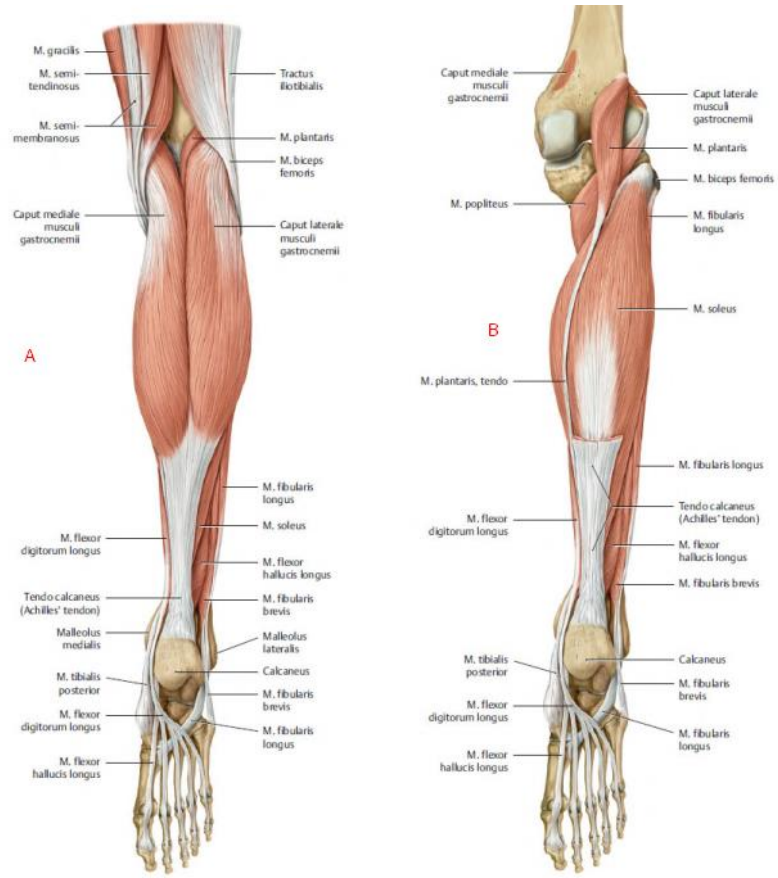
1.3.3.5. Bacak Arka Bölgesinde Yer Alan Kaslar

Bacak arka bölgesindeki kaslar yüzeyel ve derin olarak iki grupta incelenebilir. Yüzeyel grupta m.gastrocnemius, m.soleus ve m.plantaris bulunur. Derin grupta ise m.popliteus, m.flexor digitorum longus, m.flexor hallucis longus ve m.tibialis posterior bulunur. Hem yüzeyel hem derin gruptaki kaslar n.tibialis tarafından innerve edilir.(Taner vd., 2009)

Yüzeyel gruptaki kaslardan m.gastrocnemius condylus lateralis'ten başlayan caput laterale ve condylus medialis'ten başlayan caput mediale olarak iki kısımdan oluşur. M.soleus caput fibulae, corpus fibulae'nin üst bölümünün arka yüzü, tibia'nın medial kenarı ve arka yüzündeki linea m.solei kısmından başlar. Bu iki kas ortak bir tendon oluşturarak tendo calcaneus (Achilles

tendonu) olarak tuber calcanei'ye tutunur. Ayrıca bu iki kasa birlikte m.triceps surae adı verilir. Her iki kas da ayağa plantar fleksiyon yaptırırken m.gastrocnemius art.genu'yu da geçtiği için bacağa fleksiyon yaptırır.(Yıldırım, 2014) M.plantaris kısa bir kas ve uzun bir tendon şeklinde olup m.gastrocnemius ve m.soleus kasları arasında yerleşmiştir. Fonksiyon olarak ayağa plantar fleksiyona ve bacak fleksiyonuna önemli olmayacak derecede katkı yapar. Bu özelliğinden dolayı rekonstrüktif cerrahide kullanılmaktadır.(Dalley vd., 2023)

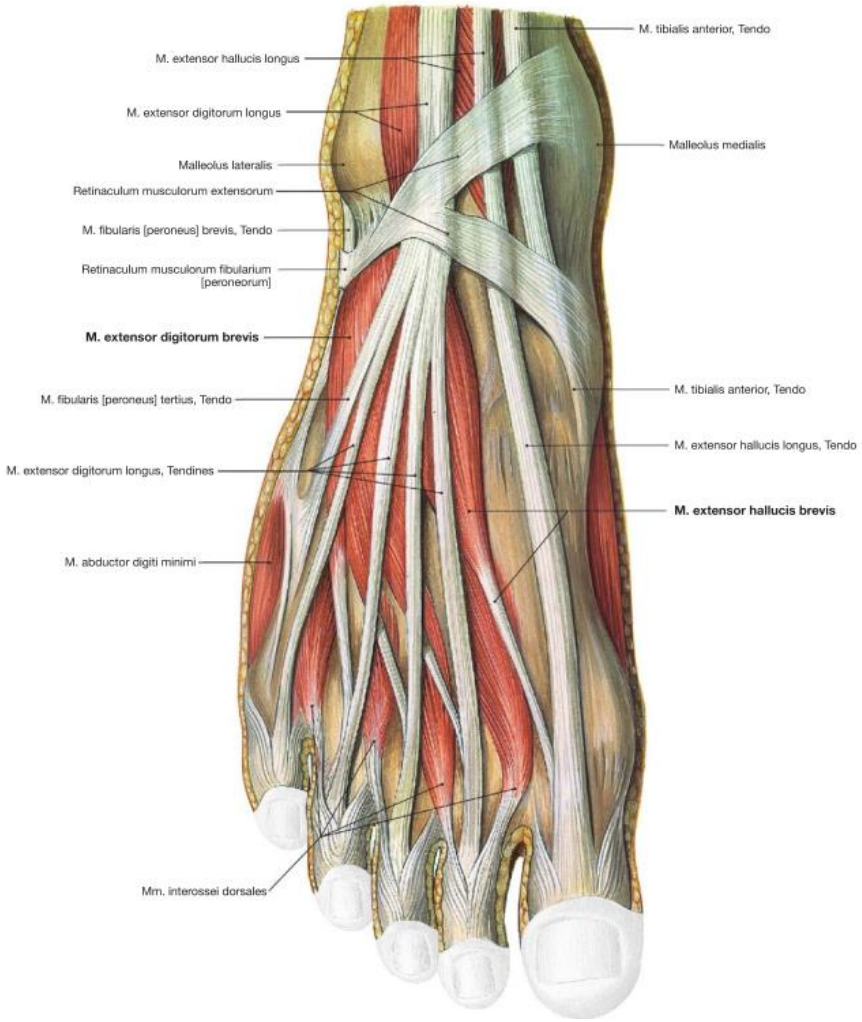
Derin grup kaslarından m.popliteus ince bir kas olup condylus femur'daki condylus lateralis ve lig.popliteum arcuatum'dan başlayarak tibia'nın arka yüzünde linea musculi solei'nin yukarısında sonlanır. Bazı lifleri eklem kapsülü aracılığı ile meniscus lateralis'e de tutunmakta olup bacağa fleksiyon ve bacak fleksiyon pozisyonunda iken az miktarda iç rotasyon hareketi yaptırır.(Arıncı & Elhan, 2014) M.flexor digitorum longus tibia arka yüzünde linea musculi solei'nin alt lateral kısmından başlayıp ayak tabanında 4 parçaya ayrılır ve II-V.parmaklardaki phalanx distalis'lerin basis'lerine tutunur. Bu kas II-V.parmaklara plantar fleksiyon, ayak bileğine plantar fleksiyon ve inversiyon yaptırır. M.flexor hallucis longus fibula'nın arka yüzünün alt kısmından başlayıp hallux kemiğinin phalanx distalis'ine yapışır. Fonksiyonu ayak baş parmağına ve ayak bileğine plantar fleksiyon yaptırır. M.tibialis posterior tibianın arka lateral yüzü, membrana interossea ve fibula'nın arka yüzünden başlayıp tarsal kemikler ve II-IV ossa metatarsi'nin basis'lerine tutunur. Ayağa inversiyon ve plantar fleksiyon yaptırır.(Taner vd., 2009)



Şekil 1.16 Bacak arka bölgesindeki kaslar (A) yüzeyel diseksiyon (B) derin diseksiyon(Gilroy vd., 2021)

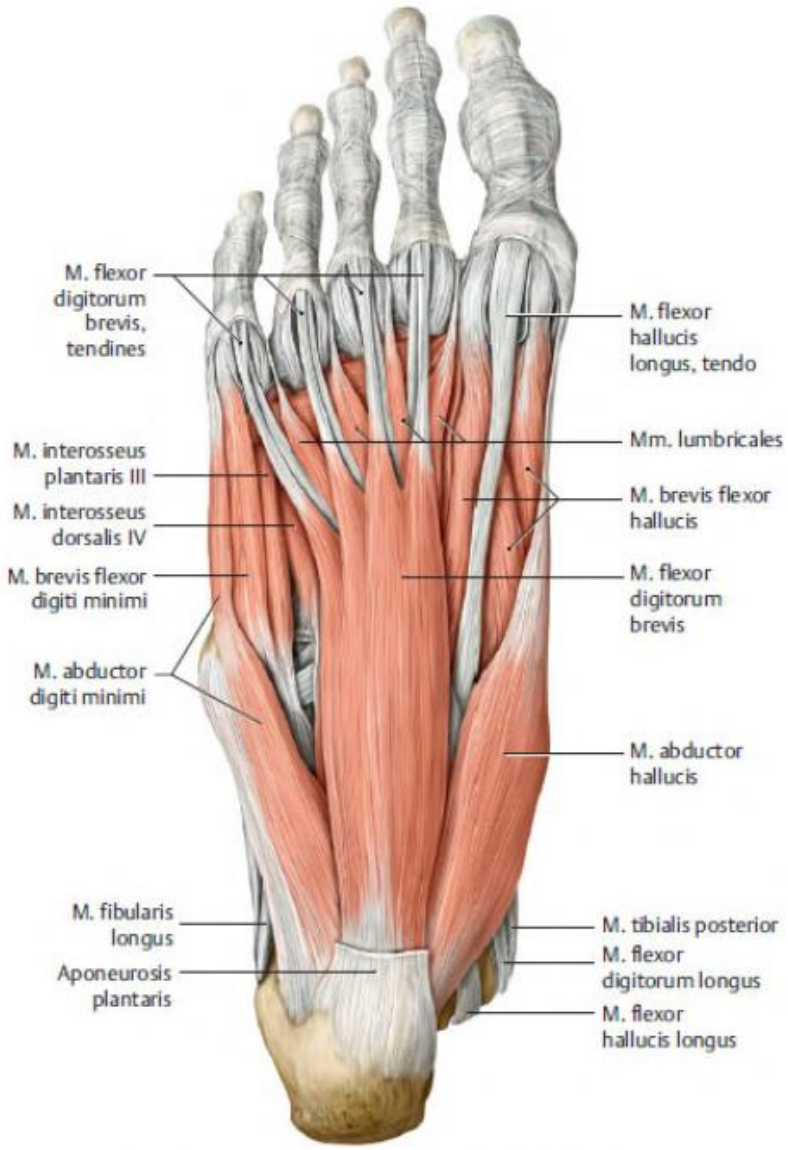
1.3.3.6.Ayak Kasları

Ayağın dorsal kısmında retinaculum m.extensorum inferius'un dış kısmından başlayan I-IV.parmaklara ekstansiyon yaptıran m.extensor hallucis brevis ve m.extensor digitorum brevis kasları bulunur. Bu kasların siniri n.fibularis profundus'tur. M.extensor hallucis brevis, hallux'un phalanx proximalis'inin basis'inde sonlanırken, m.extensor digitorum brevis II-IV.parmaklara giden m.extensor digitorum longus tendonlarının lateral taraflarına tutunarak sonlanır. (Arıncı & Elhan, 2014)



Şekil 1.17 Ayağın dorsal kısmındaki kaslar(Sobotta vd., 2018)

Ayağın plantar kısmındaki kasları yüzeyelden derine 4 tabaka şeklinde incelenebilir. 1.tabakada yer alan kaslar m.abductor hallucis, m.flexor digitorum brevis ve m.abductor digiti minimi'dir. 2.tabakada m.quadratus plantae ve mm.lumbricales bulunur. 3.tabakada m.flexor hallucis brevis, m.adductor hallucis ve m.flexor digiti minimi brevis yer alır. 4.tabakada mm.interossei dorsales ve plantares konumlanır.(Arıncı & Elhan, 2014) Bu kaslardan m.abductor hallucis, m.flexor digitorum brevis, mm.lumbricales I, m.flexor hallucis brevis kasları n.plantaris medialis ile innerve olurken, m.abductor digiti minimi, m.quadratus plantae, mm.lumbricales II-IV, m.adductor hallucis, m.flexor digiti minimi brevis, mm.interossei plantares ve dorsales n.plantaris lateralis'ten innerve olur.(Taner vd., 2009)



Şekil 1.18 Aponeurosis plantaris kaldırıldıktan sonra görünen ayağın plantar bölgesindeki kasları(Gilroy vd., 2021)

1.3.4. Fascia

Alt ekstremite kasları crista iliaca'dan başlayıp ayak tabanına kadar uzanan fascia profundus ile sarılıdır. Bölgesel olarak uyluk kısmında yer alan fascia lata parçası uyluk kaslarını sarar ve lateralde tractus iliotibialis olarak adlandırılan bir bant şeklindedir. Tractus iliotibialis crista iliaca ile tuberositas tibiae arasında seyreder. Fascia profundus'un bacak kaslarını saran kısmı ismi fascia cruris'tir. Fascia cruris ayak bileğinde retinaculum musculorum flexorum ve retinaculum musculorum extensorum yapılarını oluşturur. Ayağın dorsum'unda ince olan fascia profundus, plantar kısımda aponeurosis plantaris adlı kalın bir bant oluşturur.(Gilroy vd., 2015)

2. AMAÇ

Diz eklemi tibia ve femur arasında bir destek noktası olarak çalışan ağırlık taşıyan bir eklemdir. LCA, diyagonal yerleşimli, tibianın femurdan öne kaymasını önleyen, dize rotasyonel stabilite veren bir internal diz bağıdır. Femur ve tibia kemiklerindeki zıt yönlerdeki bükülme hareketlerinde eklem üzerindeki kuvvet artarak bu bağın kopmasına neden olabilmektedir. (Saxena vd., 2020)

LCA yırtılması, sporcular arasında en sık görülen yaralanmalardan biridir. Futbol, beyzbol, basketbol ve kayak gibi sporlarda LCA yaralanmalarının sıkça görülür. Bu yaralanmaların çoğu, dönme, frenleme veya çarpma hareketlerini içeren egzersizlerin uygulanması sırasında ortaya çıkar.(María vd., 2019)

LCA rekonstrüksiyonu, LCA'nin doğal boyutlarına, kollajen oryantasyonuna ve yerleştirme bölgelerine fonksiyonel restorasyonu olarak tanımlanabilir. LCA rekonstrüksiyonu, tünellerin doğal femoral ve tibial bölgelerine yerleştirildiği tekniktir. (Shelburne vd., 2005)

Çalışmada LCA cerrahisi geçirmiş sporcularda denge, kuvvet, eklem mobilitesi parametrelerinin olumsuz yönde etkilenip etkinlenmediği araştırılarak, antropometrik ölçümler ve LCA'nin radyolojik görüntüleri alınıp LCA morfometrisi ve incersio tünel çapı incelenecektir.

Çalışmanın amacı, LCA cerrahisi geçirmiş sporcularda denge, kuvvet ve eklem mobilitesi parametreleri, antropometrik ölçümler ve LCA'nın radyolojik morfometrisinin korelasyonu ile Cerrahi geçirmiş ektremite(CGE) ve Cerrahi Geçirmemiş Ekstremite(CE) ler arasındaki farkların araştırılması amaçlanmıştır. Spora dönüş öncesi bu parametrelerdeki iyileşmede analiz edileceğinden çalışmada, uygulanan tedavinin sporcuların spora dönüşü üzerindeki etkileride değerlendirilmiş olacaktır.

3. YÖNTEM

Çalışma için Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan onay alınmıştır. (KÜ GOKAEK 2021/16.04 Proje No:2021/257) Çalışmaya BKİ 18-25 aralığında olan, cerrahi geçirmiş ve rehabilite edilmiş 18-30 yaş aralığında 20 gönüllü erkek sporcu dahil edilmiştir. Kronik hastalığı bulunan, denge bozukluğuna sebep olabilecek herhangi bir hastalığı olan, BKİ 18-25 aralığı dışında olanlar, diz dışında herhangi ortopedik operasyon geçirenler çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışma grubu LCA cerrahisi geçirmiş ve dahil edilme kriterlerine uyan rastgelelik koşullarına göre 20 sporcudan oluşmuştur. Katılımcılara çalışma öncesinde yapılacak işlemler sözlü olarak anlatılmıştır. Çalışmaya katılanların yazılı ve sözlü onamları alınmıştır.

Yapılacak ölçüm esnasında herhangi girişimsel yöntem kullanılmamıştır. Bundan dolayı gönüllülerin fiziksel, psikolojik veya sosyal riskleri bulunmamaktadır.

İlk olarak çalışmaya katılanların ad, soyad, telefon, yaş, boy, kilo bilgileri kaydedilerek beden kitle indeksleri hesaplanmıştır. Katılımcıların herhangi sistematik hastalığı olup olmadığı, diz dışında başka herhangi bir cerrahi işlem geçirip geçiremediği sorulmuştur.

Çalışmada antropometrik ölçümler, dinamik dengeyi ölçen Y-balans testi, eklem mobilitesini ölçen FMS testi, diz fleksiyon-ekstansiyon kas kuvveti ölçümü uygulanarak radyolojik görüntüleri incelenemiştir.

3.1.Antropometrik Ölçümler

Çalışmada alt ekstremiteye ait uzunluk ve çevre ölçümleri yapılmıştır.

3.1.1. Uzunluk Ölçümleri

Alt ekstremite uzunluk ölçümleri için kişi supin pozisyonda bir sedye üzerine yatırıldı. Alt ekstremite uzunluğu için spina iliaca anterior superior ile malleolus medialis arası (Şekil 3.1), uyluk uzunluğu için SIAS ile patella arası (Şekil 3.2), bacak uzunluğu için tuberositas tibiae ve malleolus medialis arası (Şekil 3.3) mesafeler esnemeyen şerit mezura ile ölçüldü. Ölçümler bilateral olarak yapıldı. Ayrıca pelviste herhangi asimetri olup

olmadığını anlamak için umbilicus ve her iki SIAS arası mesafeler de ölçüldü. (Otman vd., 2014)



Şekil 3.1 Alt ekstremite uzunluk ölçümü



Şekil 3.2 Uyluk Uzunluk Ölçümü



Şekil 3.3 Bacak Uzunluğu Ölçümü

3.1.2. Çevre Ölçümleri

Genelde kas atrofisinin değerlendirilmesinde kullanılan bu antropometrik ölçümler için katılımcı bir sedyeye supin pozisyonda yatırılmıştır. Çevre ölçümleri için patella hizası (Şekil 3.4), patellanın 10 cm üstü (Şekil 3.5), patellanın 20 cm üstü(Şekil 3.6) ve patellanın 10 cm altı(Şekil 3.7) kullanılmıştır. Ölçümlerde esnemeyen şerit mezura kullanılmıştır. (Otman vd., 2014)



Şekil 3.4 Çevre ölçümü diz seviyesi



Şekil 3.5 Çevre Ölçümü diz seviyesinin 10 cm üstü



Şekil 3.6 Çevre Ölçümü diz seviyesinin 20 cm üstü



Şekil 3.7 Çevre Ölçümü diz seviyesinin 10 cm altı

3.2.Y-Denge Testi

Fonksiyonel bir test olan Y-Denge testi dinamik dengeyi ölçen bir test olup uygulamasında Y-Denge test kiti kullanılmıştır. Sporcuların testi öğrenme sırasında oluşabilecek farkların önüne geçilmesi için her sporcuya ölçüm öncesinde 3 kez deneme yaptırılmıştır. Ölçüm yapılan kişinin bu aletin ortasına tek ayağını kullanarak basar ve havadaki ayak ile anterior (Şekil 3.8), posteromedial (Şekil 3.9) ve posterolateral (Şekil 3.10) yönde hareketli parçaları dengesini koruyarak itebileceği en uzak noktaya itmesi istenmiştir. Her yönde ve her ekstremite için 3 defa tekrar edilmiştir. Sporcuların havadaki ayağının yorgunluğu nedeniyle yanlış sonuçlar oluşmaması için bir cerrahi geçirmiş ekstremite bir cerrahi geçirmemiş ekstremite şeklinde ölçüm yapılmıştır. Değerlendirme ölçeğine göre puanlama yapılır. Sporcunun denge kaybı benzeri nedenlerle platform dışına çıkması, itme esnasında havadaki ayağıyla hareketli parçanın teması kesildiğinde, hareketli parçanın dengede kalabilmek amacıyla kullanılması, havadaki ayağın başlangıç noktasına getirilememesi durumlarında ölçüm olumsuz olarak değerlendirilmiştir. Üç başarılı deneme elde etmek için maksimum altı tekrar olacak şekilde test tekrarlanmıştır. Üç yöne uzanılarak elde edilen mesafelerin toplamı, ekstremite uzunluğunun üç katına bölünüp yüz ile çarpılması sonucu kompozit uzama mesafesi elde edilmiştir. (Shaffer vd., 2013)



Şekil 3.8 Y denge testi havadaki ayak anteriora doğru



Şekil 3.9 Y denge testi havadaki ayak posteromediale doğru



Şekil 3.10 Y denge testi havadaki ayak posterolaterale doğru

3.3.FMS (Functional Movement Screening) testi

Eklem mobilitesini değerlendirmeye yarayan bu test fonksiyonel olarak zayıf bölgelerin tespitinde kullanılır. 7 temel hareket içerir.

Tam Çömelme (Deep Squat): Sopa iki elle havada tutularak yapılan tam çömelme hareketinde kalça, diz ayak bileği, omuz ve torasik bölgenin bilateral, fonksiyonel, simetrik hareketini değerlendirir. Ayrıca çömelme esnasında pelvisteki kasların stabiliteyi sağlaması gerektiğinden pelvis bölgesi kaslarının motor kontrolünü değerlendirmede de kullanılır. (Şekil 3.11)



Şekil 3.11 FMS testi - Tam Çömelme

Engel Adımı (Hurdle Step): Engel adımı, bir adım atma hareketi sırasında vücudun adım mekaniğini test etmek için tasarlanmıştır. Hareket, tek bacaklı duruş stabilitesinin yanında kalça, diz, ve ayak bileğinin bilateral fonksiyonel hareketliliği ve stabilitesini değerlendirir. Bu hareket için kişi, önce ayaklarını birleştirip ayak parmaklarını engelin tabanına değecek şekilde hizalayarak başlangıç pozisyonunu alır. Engel daha sonra sporcunun tuberositas tibiae yüksekliğine göre ayarlanır. Sonrasında engeli bir ayağıyla aşması ve diğer ekstremitenin ekstansiyon pozisyonunda topuğunu yere değedirmesi istenir. Hareket eden bacak daha sonra başlangıç pozisyonuna geri döner. Engel adımı yavaşça ve iki taraflı olarak en fazla üç kez tekrarlanır. (Şekil 3.12)



Şekil 3.12 FMS testi - Engel Adımı

Sıralı Hamle (In Line Lunge): Gövdenin ve ekstremitelerin rotasyonel stabilitesini, aynı zamanda kalçanın ve ayak bileğinin mobilitesini ve stabilitesini, dizin stabilitesini ve m.quadriceps femoris kasının esnekliğini değerlendirir. Test cihazı, bireyin tibia uzunluğunu yerden tibial çıkıntıya kadar ölçerek veya engelli adım testi sırasında ipin yüksekliğinden alarak elde eder. Kişiden topuğunun uç noktasını zemindeki tahtanın uç noktasına ya da zemine sabitlenmiş bir mezura üzerine koyması istenir. Daha sonra tuberositas tibiae ölçüsü ayak parmak uçlarından itibaren tahtaya ya da şerit mezuraya uygulanarak bir işaretleme yapılır. Kişi daha sonra tahtaya veya şerit metreye çıkar ve karşı ayağının topuğunu belirtilen işarete yerleştirir. Kişi daha sonra arka dizini ön ayağın topuğunun arkasındaki yüzeye değecek kadar indirir ve ardından başlangıç pozisyonuna döner. Hamle, yavaş kontrollü bir şekilde bilateral olarak üç defaya kadar gerçekleştirilir. Bir tekrar başarıyla tamamlanırsa, o ekstremite üç puan verilir. (Şekil 3.13) (Cook vd., 2006a)



Şekil 3.13 FMS testi - Sıralı Hamle

Omuz Mobilitesi (Shoulder Mobility): Bilateral ve karşılıklı omuz hareket açıklığını, ayrıca normal skapular mobiliteyi ve torasik omurgayı değerlendirir. Ölçümü yapan kişi önce, distal bilek kıvrımından üçüncü parmağın ucuna kadar olan mesafeyi "cm" cinsinden ölçerek el uzunluğunu belirler. Daha sonra test yapılan kişiye, baş parmağını avcunun içine yerleştirerek her iki eliyle de bir yumruk yapması talimatı verilir. Daha sonra bir omuz ile maksimum adduksiyon, ekstansiyon ve iç rotasyon pozisyonu alınırken diğer omuz ile maksimum abdüksiyon, fleksiyon ve dış rotasyon pozisyonu almaları istenir. Test cihazı daha sonra en yakın iki kemik çıkıntısı arasındaki mesafeyi ölçer. Omuz mobilite testi iki taraflı olarak en fazla üç kez tekrarlanır. (Şekil 3.14)



Şekil 3.14 FMS testi - Omuz Mobilitesi

Aktif Düz Bacak Kaldırma (The Active Straight Leg Raise): Pelvisin ve core bölgesinin stabilitesini ve karşı bacağın extansiyonunu korurken uyluk arka bölgesi hamstring ve m.gastrocnemius ve m.soleus kaslarının esnekliğini değerlendirir. Test yapılan kişi kolları anatomik pozisyonda ve başı düz olacak şekilde supin pozisyonda (sırt üstü) yatarak başlangıç pozisyonunu alır. Testi yapan kişi sonrasında SIAS ile patellanın orta noktasını belirler. Daha sonra bu noktaya zemine dik bir dübel yerleştirilir. Test yapılan kişiden bir bacağını dorsifleksiyona ayak bileği ve diz ekstansiyonda olarak kaldırması talimatı verilir. Test sırasında diğer ekstremite yerle temas halinde, ayak parmakları yukarı doğru ve baş yerde düz olmalıdır. Aktif düz bacak kaldırma testi iki taraflı olarak en fazla üç kez tekrarlanır. (Şekil 3.15)



Şekil 3.15 FMS testi - Aktif düz bacak kaldırma

Şınav (The Trunk Stability Push-Up): Simetrik kapalı zincir bir üst ekstremite itme hareketi sırasında ön ve arka düzlemde omurgayı stabilize etme yeteneğini test eder. Test, simetrik bir üst ekstremite hareketi yapılırken sagital düzlemde gövde stabilitesini değerlendirir. Katılımcıdan, prone (yüzüstü) pozisyonda yatması istenir. Eller uygun pozisyonda omuz genişliğinde yerleştirilir. Dizler ekstansiyona ve ayak bilekleri dorsifleksiyona getirilir. Kişiden bu pozisyonda bir şınav çekmesi istenir. Vücut bir bütün olarak kaldırılmalıdır. Bu şınavı gerçekleştirirken bel omurgasında herhangi bir gecikme oluşmamalıdır. (Şekil 3.16)



Şekil 3.16 FMS testi - Şınav

Rotasyonel Stabilite (Rotary Stability): Kombine bir üst ve alt ekstremite hareketi sırasında çok düzlemli gövde stabilitesini test eder. Katılımcı, omuzları ve kalçaları gövdeye göre 90 derece açıda olacak şekilde başlangıç pozisyonunu alır. Dizler 90 derecede konumlandırılmalı ve ayak bilekleri dorsifleksiyonda kalmalıdır. Kişi daha sonra omzunu fleksiyona ve aynı taraftaki kalça ve dizini ekstansiyona getirir. Daha sonra aynı omuz ekstansiyona getirilirken diz; dirseğe değecek kadar fleksiyona getirilir. Bu, üç tekrara kadar iki taraflı olarak gerçekleştirilir. Eğer testten olumlu sonuç elde edilmezse, test karşı omuz ve kalçayı kullanarak çapraz olarak uygulanır. (Şekil 3.17) (Cook vd., 2006b)



Şekil 3.17 FMS testi - Rotasyonel Stabilite

Her test kendi içinde sıfır ile üç arasında puanlanır. “0” en kötü, “3” en iyi puandır. Bu testlerin puanlarının toplamı Neden üç puan alınmadığını açıklayan özel yorumlar not edilmelidir. FMS’de elde edilebilecek en iyi toplam puan yirmi birdir. FMS’de testlerin çoğu hem sağ hem de sol tarafları inceler ve her iki tarafın da puanlanması önemlidir. Üç FMS testi, pozitif veya negatif olarak derecelendirilen ek temizleme ekranına sahiptir. Bu temizleme hareketleri yalnızca ağrıyı dikkate alır, bu nedenle, tarama hareketi sırasında bir kişinin ağrısı varsa, o zaman testin o kısmı pozitif, ağrı yoksa negatif olarak puanlanır. Bir kişinin testi pozitif çıkarsa, ilgili test için puan sıfır olacaktır.

3.4.Diz Fleksiyon Ekstansiyon Kas Kuvveti Ölçümü

Diz ekstansiyon değerlendirmesi için, katılımcılar dizleri 90° fleksiyonda, eller uylukların üzerinde ve gövde dik konumda olacak şekilde bir sedyeye oturtuldu. Dinamometre malleolün 2 cm yukarısına yerleştirilerek ölçüm yapıldı. (Şekil 3.18) Diz fleksiyon kuvvetinin değerlendirilmesi için, katılımcı prone pozisyonda bir sedye üzerinde yatarken, test edilen diz 90° fleksiyonda ve dinamometre malleolün 2 cm yukarısına yerleştirilerek ölçüm gerçekleştirildi(Trajković vd., 2022) (Şekil 3.19). Ölçüm için Geratech SH-500 el dinamometresi kullanıldı. (Şekil 3.20).



Şekil 3.18 Diz Ekstansiyon Kuvveti Ölçümü



Şekil 3.19 Diz Fleksiyon Kuvveti Ölçümü



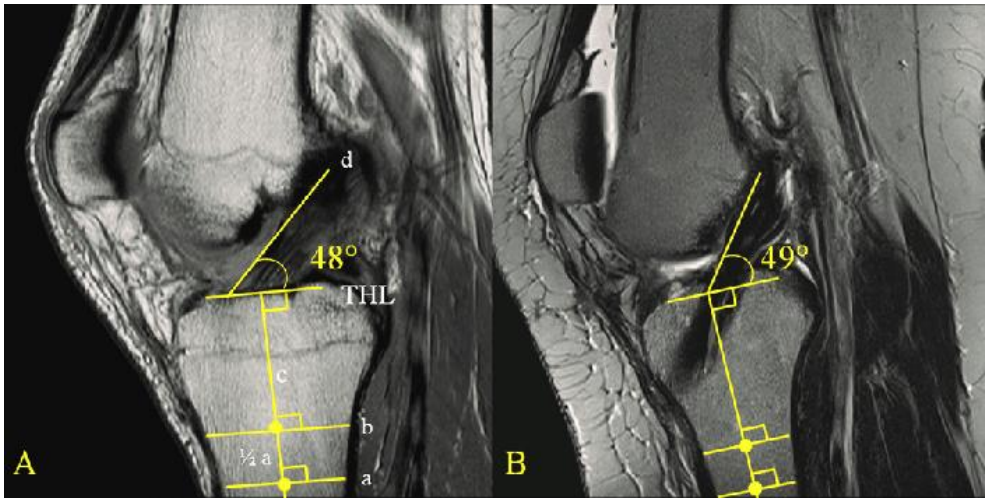
Şekil 3.20 Geratech Dijital Kuvvet Ölçüm Cihazı

3.5.Manyetik Rezonans Görüntülerin Değerlendirilmesi

Ligamentum cruciatum anterior (LCA) yaralanması ve rekonstrüksiyon alanında MR görüntüleme, LCA'nın bir kopma durumunu doğrulamak ve potansiyel ilişkili yaralanmaları değerlendirmek için preoperatif olarak kullanılan yararlı bir araçtır. Bununla birlikte, MR görüntüleme aynı zamanda greftin iyileşmesini ve olgunlaşmasını değerlendirmek, pozisyonunu belirlemek ve potansiyel komplikasyonları veya yeniden yaralanmayı değerlendirmek için postoperatif olarak da değerlidir.(Grassi vd., 2016)

Manyetik Rezonans (MR) görüntüler retrospektif olarak elde edilmiştir. Bunun için katılımcıların post-operasyonel diz değerlendirmesi esnasında bir ortopedi uzmanı tarafından istenen T2 sekansında çekilen MR görüntülerinden faydalanılmıştır. Bu görüntüler dizin nötral pozisyonunda ve LCA ortalanmış olarak bir radyoloji uzmanı tarafından değerlendirilmiştir. LCA uzunluğu, kalınlığı ve tünel genişliği ölçümleri kaydedilmiştir.

LCA tünel açısı için sagital düzlemde diyafiz-epifiz birleşme skarına paralel tibial diyafiz genişliği a çizgisi ile çizilerek ve ölçülerek belirlendi. Bu a çizgisinin uzunluğunun yarısı kadar proksimale a çizgisine paralel olan b çizgisi oluşturulmuştur. a ve b çizgilerinin orta noktalarını birleştiren ve bu çizgileri dik olarak kesen bir c çizgisi çizildi. LCA'nın en distal kısmında c çizgisine dik olarak Tibial horizontal çizgi (THL) çizildi. LCA'nın en anterior ve distal kısmı belirlendi ve LCA'nın en ön liflerine paralel çizilen çizgi (d çizgisi) ile tibial horizontal çizgi arasındaki açı LCA eğim açısı olarak belirlendi. (Şekil 3.21) (Illingworth vd., 2011)



Şekil 3.21 LCA tünel açısı ölçümü (Illingworth vd., 2011) çalışmasından alıntı yapılmıştır.



Şekil 3.22 LCA kalınlık ve uzunluk ölçümü

LCA uzunluğu saggital düzlemde LCA'nin fossa intercondylaris'teki proksimal yapışma yerinden tibia'daki distal yapışma yeri arasında ölçüldü.(Guenoun vd., 2017)



Şekil 3.23 LCA tünel genişliği ölçümü

LCA kalınlık ölçümü için saggital görüntü kullanılmıştır. Ön çapraz ve arka çapraz bağların kesişme noktasındaki kesit seçilmiştir. Tibia'da bulunan tünel çapı LCA'nın tibia'ya giriş yaptığı nokta ile yapıştığı nokta arasındaki çizginin orta noktasından yapıldı.(Weber vd., 2015) (Şekil 3.23)

3.6.İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler için SPSS v20 paket programı kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, frekans), normal dağılıma uygunluk testi (Kolmogorov-Smirnov), gruplar arası karşılaştırma testleri (bağımsız gruplarda t testi ve Mann-Whitney U testi), korelasyon testleri (Spearman ve Pearson) uygulanmıştır. $p<0,05$ anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Tablo 4.1 Verilerin Tanımlayıcı İstatistikleri

Parametre	**Ortalama ± Standart Sapma**
Yaş(yıl)	26,15 ± 3,843
Boy (cm)	181,10 ± 4,855
Kilo (kg)	75,20 ± 13,141
BKİ (kg/m^2)	23,8265 ± 1,27916
CGE diz ekstansiyon kuvveti (kg)	30,50 ± 6,370
CE diz ekstansiyon kuvveti ölçümü (kg)	31,95 ± 5,577
CGE diz fleksiyon kuvveti (kg)	24,05 ± 4,524
CE diz fleksiyon kuvveti (kg)	25,10 ± 4,064
Çevre ölçümleri (CGE diz 10cm üstü)	48,15 ± 3,083
Çevre ölçümleri (CE diz 10cm üstü)	48,90 ± 3,007
Çevre ölçümleri (CGE diz 20cm üstü)	55,25 ± 3,259
Çevre ölçümleri (CE diz 20cm üstü)	55,65 ± 3,031
Çevre ölçümleri (CGE diz 10cm altı)	45,95 ± 8,532
Çevre ölçümleri (CE diz 10cm altı)	48,70 ± 12,633
CGE SIAS-med.malleol arası mesafe (cm)	89,40 ± 4,639
CE SIAS-med.malleol arası mesafe (cm)	87,35 ± 10,106
CGE SIAS-patella arası mesafe (cm)	48,00 ± 2,884
CESIAS-patella arası mesafe (cm)	47,95 ± 2,819
CGE patella-med.malleol arası mesafe (cm)	42,00 ± 3,798
CE patella-med.malleol arası mesafe (cm)	42,00 ± 3,798
LCA'nın uzunluğu (mm) (radyolojik)	39,180 ± 2,0093
LCA 'nın açısı (radyolojik) (°)	60,55 ± 7,736
LCA'nın Kalınlığı (radyolojik) (mm)	10,565 ± 1,1622
LCA 'nın tünel çapı (radyolojik) (mm)	12,580 ± 1,4259
CGE ekstremite Y balance testi skoru	90,540 ± 5,2635
CE ekstremite Y balance testi skoru	91,135 ± 4,6136
Fms skoru	15,55 ± 1,317

Verilerin tanımlayıcı istatistikleri (ortalama ve standart sapma) tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.2 CGE ve CE ekstremiteler arası karşılaştırma

	CGE	**CE**	**p**
Diz ekstansiyon kuvveti (kg)	30,5 ± 6,37	31,95 ± 5,58	p>0,05
Diz fleksiyon kuvveti (kg)	24,05 ± 4,52	25,1 ± 4,06	p>0,05
Diz 10 cm üstten çevre ölçümü	48,15 ± 3,08	48,09 ± 3,01	p>0,05
Diz 20 cm üstten çevre ölçümü	55,25 ± 3,26	55,65 ± 3,03	p>0,05
Diz 10 cm alttan çevre ölçümü	45,95 ± 8,53	48,7 ± 12,63	p>0,05
SIAS-medial malleol arası mesafe	89,4 ± 4,64	87,35 ± 10,11	p>0,05
SIAS-patella arası mesafe	48 ± 2,88	47,95 ± 2,82	p>0,05
Patella-medial malleol arası mesafe	42 ± 3,80	42 ± 3,80	p>0,05
Y Balans Skoru	90,54 ± 5,26	91,14 ± 4,61	p>0,05

CGE ve CE ekstremite arasındaki ölçümlerin karşılaştırılması tablo 4.2'de verilmiştir. Yapılan ölçümler arasında anlamlı bir fark bulunmamış olup, cerrahi sonrası rehabilitasyon sürecinin verimli bir şekilde gerçekleştiği söylenebilir.

Tablo 4.3 Spora dönenler ve dönmeyenlerin ölçümlerinin karşılaştırılması

	Spora Dönenler	**Spora Dönmeyenler**	**p**
Yaş (yıl)	26,15 ± 3,843	26.83 ± 3.97	p>0,05
Boy (cm)	181,10 ± 4,855	181.00 ± 5.13	p>0,05
Kilo (kg)	75,20 ± 13,141	73.50 ± 15.91	p>0,05
BKİ	23,8265 ± 1,27916	23.78 ± 1.25	p>0,05
CGE diz ekstansiyon kuvveti (kg)	30,50 ± 6,370	31.25 ± 6.48	p>0,05
CE diz ekstansiyon kuvveti ölçümü (kg)	31,95 ± 5,577	32.75 ± 5.33	p>0,05
CGE diz fleksiyon kuvveti (kg)	24,05 ± 4,524	24.25 ± 4.67	p>0,05
CE diz fleksiyon kuvveti (kg)	25,10 ± 4,064	25.42 ± 4.12	p>0,05
Çevre ölçümleri (CGE diz 10cm üstü)	48,15 ± 3,083	48.08 ± 2.07	p>0,05
Çevre ölçümleri (CE diz 10cm üstü)	48,90 ± 3,007	48.58 ± 2.43	p>0,05
Çevre ölçümleri (CGE diz 20cm üstü)	55,25 ± 3,259	55.17 ± 3.38	p>0,05
Çevre ölçümleri (CE diz 20cm üstü)	55,65 ± 3,031	55.58 ± 3.15	p>0,05
Çevre ölçümleri (CGE diz 10cm altı)	45,95 ± 8,532	47.50 ± 8.82	p>0,05
Çevre ölçümleri (CE diz 10cm altı)	48,70 ± 12,633	52.00 ± 14.35	p>0,05
CGE SIAS-medial malleol arası mesafe (cm)	89,40 ± 4,639	88.17 ± 3.61	p>0,05
CE SIAS-medial malleol arası mesafe (cm)	87,35 ± 10,106	84.83 ± 11.85	p>0,05
CGE SIAS-patella arası mesafe (cm)	48,00 ± 2,884	47.25 ± 2.73	p>0,05
CE SIAS-patella arası mesafe (cm)	47,95 ± 2,819	47.17 ± 2.59	p>0,05
CGE patella-medial malleol arası mesafe (cm)	42,00 ± 3,798	41.83 ± 2.92	p>0,05

	Spora Dönenler	Spora Dönmeyenler	p
CE patella-medial malleol arası mesafe (cm)	42,00 ± 3,798	41.83 ± 2.92	p>0,05
LCA'nın uzunluğu (mm) (radyolojik)	39,180 ± 2,0093	38.83 ± 2.33	p>0,05
LCA 'nın açısı (radyolojik) (°)	60,55 ± 7,736	59.75 ± 9.23	p>0,05
LCA'nın Kalınlığı (radyolojik) (mm)	10,565 ± 1,1622	10.50 ± 1.09	p>0,05
LCA 'nın tünel çapı (radyolojik) (mm)	12,580 ± 1,4259	12.42 ± 1.44	p>0,05
CGE ekstremite Y balance testi skoru	90,540 ± 5,2635	91.07 ± 4.57	p>0,05
CE ekstremite Y balance testi skoru	91,135 ± 4,6136	91.81 ± 4.10	p>0,05
Fms skoru	16.00 ± 1.28	15,55 ± 1,317	**p<0,05**

Operasyon sonrası spora dönenler ile dönmeyenler arasındaki fark tablo 4.3'te verilmiş olup FMS ölçümünde spora dönenler anlamlı ölçüde yüksek bulunmuştur. (p<0,05) Ancak Y-balans testinde, antropometrik, radyolojik ölçümler ve kuvvet ölçümlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. (p>0,05)

Tablo 4.4 Yaş,boy,kilo ve BKİ'nin diğer parametrelerle korelasyonu

	Yaş	Boy	Kilo	BKİ
CGE diz ekstansiyon kuvveti ölçümü (kg)	p>0,05 KK:0,132	p>0,05 KK:0,319	p>0,05 KK:0,423	p>0,05 KK:0,439
CE diz ekstansiyon kuvveti ölçümü (kg)	p>0,05 KK:0,135	p>0,05 KK:0,386	**p<0,01 KK:0,566**	**p<0,05 KK:0,449**
CGE diz fleksiyon kuvveti	p>0,05 KK:0,221	p>0,05 KK:0,382	**p<0,05 KK:0,480**	p>0,05 KK:0,35
CE diz fleksiyon kuvveti	p>0,05 KK:0,133	p>0,05 KK:0,329	**p<0,05 KK:0,477**	p>0,05 KK:0,411
Çevre Ölçümü CGE Diz 10 cm üstü	p>0,05 KK:-0,032	**p<0,01 KK:0,639**	**p<0,01 KK:0,689**	p>0,05 KK:0,189
Çevre Ölçümü CE Diz 10 cm üstü	p>0,05 KK:0,029	**p<0,05 KK: 0,528**	**p<0,01 KK: 0,616**	p>0,05 KK:0,199
Çevre Ölçümü CGE Diz 20 cm üstü	p>0,05 KK:0,157	**p<0,01 KK: 0,574**	**p<0,01 KK: 0,669**	p>0,05 KK:0,376
Çevre Ölçümü CE Diz 20 cm üstü	p>0,05 KK:0,09	**p<0,05 KK:0,541**	**p<0,01 KK:0,593**	p>0,05 KK:0,318
Çevre Ölçümü CGE Diz 10 cm altı	p>0,05 KK:0,052	p>0,05 KK:0,148	p>0,05 KK:0,166	p>0,05 KK:0,086
Çevre Ölçümü CE Diz 10 cm altı	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05

	Yaş	**Boy**	**Kilo**	**BKİ**
	KK:-0,061	KK: 0,311	KK: 0,33	KK: 0,152
CGE SIAS-medial malleol arası mesafe	p>0,05 KK:0,081	**p<0,001 KK:0,793**	**p<0,05 KK:0,487**	p>0,05 KK:-0,178
CE SIAS-medial malleol arası mesafe	p>0,05 KK:0,08	**p<0,01 KK:0,59**	p>0,05 KK:0,322	p>0,05 KK:-0,216
CGE SIAS-patella arası mesafe	p>0,05 KK:0,018	**p<0,001 KK:0,728**	**p<0,05 KK:0,446**	p>0,05 KK:-0,257
CE SIAS-patella arası mesafe	p>0,05 KK:0,052	**p<0,001 KK:0,708**	p>0,05 KK:0,438	p>0,05 KK: -0,233
CGE patella- medial malleol arası mesafe	p>0,05 KK:-0,078	**p<0,001 KK:0,750**	**p<0,05 KK:0,503**	p>0,05 KK:-0,165
CE patella- med.malleol arası mesafe	p>0,05 KK:-0,078	**p<0,001 KK:0,750**	**p<0,05 KK:0,503**	p>0,05 KK: :-0,165
LCA'nın uzunluğu (mm) (radyolojik)	p>0,05 KK:0,096	p>0,05 KK:-0,055	p>0,05 KK: 0,012	p>0,05 KK: -0,117
LCA 'nın açısı (radyolojik) (°)	p>0,05 KK:0,091	p>0,05 KK:-0,087	p>0,05 KK:-0,084	p>0,05 KK:-0,336
LCA'nın Kalınlığı (radyolojik) (mm)	p>0,05 KK:0,067	p>0,05 KK:0,314	**p<0,05 KK:0,506**	p>0,05 KK:0,398
LCA 'nın tünel çapı (radyolojik) (mm)	p>0,05 KK:-0,173	**p<0,05 KK:0,506**	**p<0,05 KK:0,56**	p>0,05 KK:0,243
CGE ekstremite Y balance testi skoru	p>0,05 KK:0,241	p>0,05 KK:-0,332	p>0,05 KK:-0,093	p>0,05 KK:0,291
CE ekstremite Y balance testi skoru	p>0,05 KK:0,041	p>0,05 KK:-0,380	p>0,05 KK:-0,27	p>0,05 KK:0,176
Fms skoru	p>0,05 KK:0,094	p>0,05 KK:0,191	p>0,05 KK:-0,026	p>0,05 KK:-0,021

Yaş, boy, kilo ve BKİ ile diğer parametrelerin korelasyonları tablo 4.4'te verilmiştir. LCA tünel çapı ile boy ve kilo aralarında, LCA kalınlığı ile kilo arasında pozitif korelasyon mevcuttur ($p<0,05$). CE diz ekstansiyon kuvvet ile kilo ve BKİ arasında($p<0,01$, $p<0,05$), CGE diz ve CE diz fleksiyon kuvveti ile kilo arasında pozitif korelasyon saptanmıştır ($p<0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.5 Kuvvet Ölçümü değerlerinin diğer parametrelerle ilişkisi

	Kuvvet Ölçümü CGE diz ext.	**Kuvvet Ölçümü CE diz ext.**	**Kuvvet Ölçümü CGE diz flex.**	**Kuvvet Ölçümü CE diz flex.**
Çevre ölçümleri (CGE diz 10cm üstü)	**p<0,05 KK:0,459**	**p<0,01 KK:0,577**	**p<0,05 KK:0,545**	**p<0,05 KK:0,538**
Çevre ölçümleri (CE diz 10cm üstü)	p>0,05 KK:0,158	**p<0,01 KK:0,448**	p>0,05 KK:0,432	p>0,05 KK:0,392
Çevre ölçümleri (CGE diz 20cm üstü)	**p<0,01 KK:0,615**	**p<0,01 KK: 0,597**	**p<0,001 KK: 0,711**	**p<0,01 KK:0,615**
Çevre ölçümleri (CE diz 20cm üstü)	**p<0,05 KK:0,496**	**p<0,05 KK: 0,459**	**p<0,01 KK:0,569**	**p<0,05 KK:0,48**
Çevre ölçümleri (CGE diz 10cm altı)	**p<0,01 KK:0,566**	**p<0,01 KK:0,569**	**p<0,01 KK:0,617**	**p<0,01 KK:0,705**
Çevre ölçümleri (CE diz 10cm altı)	**p<0,05 KK:0,493**	**p<0,05 KK: 0,551**	**p<0,05 KK:0,501**	**p<0,01 KK:0,603**
CGE SIAS-medial malleol arası mesafe (cm)	p>0,05 KK:0,324	p>0,05 KK:0,128	p>0,05 KK:0,427	p>0,05 KK:0,373
CE SIAS-medial malleol arası mesafe (cm)	p>0,05 KK:0,315	p>0,05 KK:0,311	p>0,05 KK:0,434	p>0,05 KK:0,387
CGE SIAS-patella arası mesafe (cm)	p>0,05 KK:0,138	p>0,05 KK:0,185	p>0,05 KK:0,24	p>0,05 KK:0,2
CE SIAS-patella arası mesafe (cm)	p>0,05 KK:0,053	p>0,05 KK:0,198	p>0,05 KK:0,259	p>0,05 KK: 0,208
CGE patella-medial malleol arası mesafe (cm)	p>0,05 KK:0,291	p>0,05 KK:0,26	p>0,05 KK:0,354	p>0,05 KK:0,175
CE patella-medial malleol arası mesafe (cm)	p>0,05 KK:0,291	p>0,05 KK:0,26	p>0,05 KK:0,354	p>0,05 KK: :0,175
LCA'nın uzunluğu (mm) (radyolojik)	p>0,05 KK:-0,137	p>0,05 KK:-0,034	p>0,05 KK: -0,075	p>0,05 KK: 0,006
LCA 'nın açısı (radyolojik) (°)	p>0,05 KK:-0,364	p>0,05 KK:-0,364	p>0,05 KK:-0,238	p>0,05 KK:-0,311
LCA'nın Kalınlığı (radyolojik) (mm)	p>0,05 KK:0,133	p>0,05 KK:0,22	p>0,05 KK:0,317	p>0,05 KK:0,175
LCA 'nın tünel çapı (radyolojik) (mm)	p>0,05 KK:0,414	p>0,05 KK:0,15	p>0,05 KK:0,101	p>0,05 KK:0,051
CGE ekstremite Y balance testi skoru	p>0,05 KK:-0,23	p>0,05 KK:-0,283	p>0,05 KK:-0,22	p>0,05 KK:-0,266
CE ekstremite Y balance testi skoru	p>0,05 KK:-0,349	p>0,05 KK:-0,339	p>0,05 KK:-0,366	p>0,05 KK:-0,333

	Kuvvet Ölçümü CGE diz ext.	**Kuvvet Ölçümü CE diz ext.**	**Kuvvet Ölçümü CGE diz flex.**	**Kuvvet Ölçümü CE diz flex.**
Fms skoru	p>0,05 KK:-0,016	p>0,05 KK:-0,073	p>0,05 KK:0,065	p>0,05 KK:0,018

Kuvvet ölçümleri ile diğer parametrelerin korelasyonu tablo 4.5'te verilmiştir. Antropometrik çevre ölçümleri genel olarak o bölgenin kas atrofisini ya da hipertrofisini değerlendirmede yaygın olarak kullanılır. Bununla ilişkili olarak kuvvet ölçümleri ile çevre ölçümleri arasında genel olarak pozitif korelasyon mevcuttur. İstisna olarak CE diz 10 cm üstünden alınan çevre ölçümleri ile CE diz fleksiyon kuvveti arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. (p>0,05) Antropometrik uzunluk ölçümleri, radyolojik ölçümler, Y-balans testi ve FMS skorları ile kuvvet ölçümleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. (p>0,05)

5. TARTIŞMA

Ligamentum cruciatum anterior (LCA), lateral menisküsün ön kısmı ile kısmen karışarak tibianın ön interkondiler alanına medial olarak bağlanır; posterolateral olarak yükselir, kendi üzerinde bükülür ve lateral femur kondilinin posteromedial yönüne tutunmak için genişler. Arka çapraz bağın anterolateralindedir. LCA'nin fonksiyonel ve anatomik olarak anteromedial (AM) ve posterolateral (PL) demet olmak üzere iki ayrı demete ayrılabileceği öne sürülmüştür: Bu sınıflandırma, bağın tibial giriş yerlerine dayanmaktadır.(Markatos vd., 2013)

LCA'nın 31 ila 38 mm uzunluğunda ve 10 ila 12 mm genişliğinde olduğunu, anteromedial ve posterolateral demetlerin ise 6 ila 7 mm ve 5 ila 6 mm genişliğinde olduğu gösterilmiştir (Takahashi vd., 2006). Farklı bir derleme çalışmada LCA uzunluğunun 27-38 mm arasında değiştiği ve bunun dizin pozisyonuna göre değiştiği öne sürülmüştür.(Morales-Avalos vd., 2023) Çalışmamızda LCA uzunluğu ortalama 39,18±2,1 LCA kalınlığı ortalama 10,565 ± 1,16 bulunmuştur.

İşlevsel olarak, LCA iki amaca hizmet eder. Bunlar; tibianın femur üzerinde anterior translasyonunu önlemek ve menisküs hasarını önlemek için normal biyomekanik diz hareketini korumaktır. LCA'yi oluşturan 2 demet, LCA'nin normal biyomekaniğine izin veren benzersiz işlevlere sahiptir. Anteromedial demet fleksiyonda gerginken, posterolateral demet ekstansiyonda gergindir.(Hassebrock vd., 2020)

A.poplitea'dan köken alan a.genu media, LCA'nın birincil kan kaynağıdır. Bununla birlikte, a.poplitea'dan çıkan her iki a.inferior genu ve LCA'nın sinovyal kılıfından difüzyonla gelen kan bir miktar katkı sağlar. LCA, arka kapsülü delen ve sinoviyal zarın yanında uzanan n.tibialis'in küçük dalları tarafından innerve edilir. (Morales-Avalos vd., 2023)

LCA rekonstrüksiyonu, dünya genelinde en yaygın gerçekleştirilen ortopedik işlemlerden biridir. Özellikle sporla uğraşan genç aktif hastalar için, LCA yaralanması sonrasında spora geri dönmek isteyenler için standart bir tedavi olarak kabul edilmektedir. Bu operasyonun LCA yaralanması olan dizde meydana gelebilecek daha fazla menisküs ve kıkırdak lezyonlarını önlemesi beklenmektedir. Genellikle, LCA rekonstrüksiyonu artroskopik olarak gerçekleştirilir (bazen ekstra-artiküler plastik/cerrahi ile birleştirilir). M.gracilis ve m.semitendinosus tendonları, ve m.quadriceps femoris tendonu gibi otolog

greftler veya Aşil Tendonu m.tibialis ant.ve post. tendonları gibi allograftlar kullanılır. LCA rekonstrüksiyonunun genel sonuçları genellikle iyidir; ancak, greft kopması veya klinik başarısızlık vakalarında %6 ila %12 oranında görülebilir.(Grassi vd., 2016)

LCA rekonstrüksiyon oranları son 20 yılda %37 artmış ve cerrahi yaklaşım minimal invaziv prosedürlere doğru kaymıştır. (Lu vd., 2020) LCA rekonstrüksiyonu sonrası hastalar fonksiyon eksikliği olmadan spora geri dönebilmektedir. **S**pora dönüş kararları rehabilitasyon sürecinin önemli bir parçasıdır. Geleneksel olarak, spora dönüş kararı öncelikle hekimin hasta hakkındaki düşüncesine ve klinik muayeneye dayanmaktadır. Ancak çalışmalar, klinik muayeneye ve hekimin görüşüne dayalı olarak spora dönüş kararı vermenin, sonrasında sakatlık geçirme riski yüksek nöromüsküler fonksiyon düzeyi düşük sporcuları ayırt etmediğini göstermektedir. Son araştırmalar, gelecekte yaralanma riski taşıyan sporcuların belirlenmesine yardımcı olabilecek harekete dayalı testleri tanımlamıştır. Ancak bu testler kliniğe yeterince entegre olamamıştır. (Mayer vd., 2015)

LCA rekonstrüksiyonunu takiben spora geri dönme kararının zamanlaması farklı merkezler arasında büyük farklılıklar gösterir. Bir hastanın ne zaman spora güvenli bir şekilde dönebildiğini değerlendirmek için çeşitli kuvvet testleri, atlama testleri gibi fonksiyonel testler yanında hasta beyanları da dikkate alınarak, genel olarak ameliyattan sonraki 6-12 ay arasında kullanılmıştır.(Barfod vd., 2019)

Çalışmamızda LCA cerrahisi sonrası dinamik denge ölçümü, eklem mobilitesi, kas kuvveti ölçümü parametrelerinin ne kadar geri kazanıldığı analiz edilerek uygulanan tedavinin sporcuların spora dönüşüne olumlu/olumsuz etkilerinin değerlendirilmesine katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Farklı spor dallarından 98 LCA cerrahisi geçirmiş sporcunun 6 ay sonraki denge ve eklem mobilitesi fonksiyonlarının incelendiği bir çalışmada spora dönen ve dönmeyenlerin arasında ve cerrahi geçiren ve geçirmeyen ekstremiteler arasında FMS ve Y balans testi skorlarının anlamlı bir fark oluşturmadığı gözlenmiştir. (Mayer vd., 2015) Çalışmamızda spora dönen ve dönmeyenlerin Y-balans testleri arasında anlamlı bir fark bulunmazken; ($p>0,05$) FMS skorunun spora dönenlerde anlamlı ölçüde yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Cerrahi geçirilen taraf ile cerrahi geçirmeyen taraf arasında hem FMS hem de Y-Balans testi açısından anlamlı fark bulunmamıştır. ($p>0,05$)

187 kadın sporcu üzerinde yapılan bir çalışmada sakatlık öncesi FMS skorunun sakatlığı tahmin etmede anlamlı olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Ayrıca bu çalışmada FMS

skorunun 14 ve altında olanların, temassız bir LCA veya alt ekstremite yaralanması geçirme riskinin FMS skoru 14 ve üzerinde olanlara göre yüksek olacağı belirtilmiştir.(Landis vd., 2018) Çalışmamızda spora dönenlerin FMS ortalaması 16 iken spora dönmeyenlerin ortalaması 15,55 olarak hesaplanmıştır. FSM skoru her ne kadar iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da FSM skorunun spora dönmeyenlerde daha düşük olduğu görülmüştür. Bu da Lindsay ve arkadaşlarının bildirdiği gibi sakatlığı tahmin etmede anlamlı olması önemlilik arz eder.

15-19 yaş arası 237 katılımcı üzerinde yapılan bir çalışmada bacak bölgesi izometrik kas kuvveti ile kalça çevresi, boy, kilo, BKİ arasında pozitif korelasyon saptanmıştır (Miyatake vd., 2012). Çalışmamızda genel olarak çevre ölçümleri ile kas kuvveti ölçümleri arasında pozitif korelasyon saptanmıştır. Ayrıca kilo ile sağ ve sol diz fleksiyon ve sağ diz ekstansiyon kuvvetleri arasında, BKİ ile sol diz ekstansiyon kuvveti arasında pozitif korelasyon saptanmıştır. Boy ile kuvvet ölçümleri arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ligamentum cruciatum anterior (LCA), diz eklemi içinde stabiliteyi korumada ve hareketi kolaylaştırmada çok önemli rol oynayan bir anatomik yapıdır.

Antropometrik ölçümler, bireyin vücut kompozisyonu ve fiziksel özellikleri hakkında değerli bilgiler sağladığı gibi postoperatif LCA rehabilitasyonunda önemli bir rol oynar (Ford ve ark., 2010). Bu ölçümler boy, kilo, beden kitle indeksi (BKI), ekstremite uzunluğu ve kas çevresi gibi parametreleri kapsar (Rhea ve diğerleri, 2003). Bir sporcunun temel fiziksel durumu hakkında kapsamlı bir anlayış sunarlar. Bu da, rehabilitasyon programlarının belirli ihtiyaç ve hedefleri karşılayacak şekilde uyarlanması açısından önem arz eder. Örneğin, uzuv uzunluklarındaki farklılıklar egzersiz rejimlerinde ayarlamalar yapılmasını gerektirebilirken, BKİ ve kas çevresi yük taşıma kapasitesini ve güç gelişimini etkileyebilir. Antropometrik verilerin postoperatif LCA rehabilitasyonuna entegre edilmesi, egzersiz reçetesinin kesinliğini artırır ve daha etkili rehabilitasyon sonuçlarına katkıda bulunur. Ek olarak, bu ölçümler klinisyenlerin rehabilitasyon süreci boyunca vücut kompozisyonu ve kas gelişimindeki değişiklikleri izlemesine olanak tanıyarak iyileşmeye bütünsel bir yaklaşımı kolaylaştırır (Myer ve ark., 2011).

FMS ve Y-Denge testlerinin cerrahi operasyon sonrası LCA rehabilitasyon programlarına entegrasyonu, sonuçları optimize etmek için kapsamlı bir yaklaşım sunar. Bu değerlendirmeler hareket kalitesi, denge ve nöromüsküler kontrol hakkında değerli bilgiler sağlayarak klinisyenlerin rehabilitasyon protokollerini düzenlemelerine ve sporcuların daha az sakatlanma riskiyle spora dönmelerine olanak tanır.

Çalışmamızda cerrahi operasyon geçiren ekstremite ile sağlam ekstremite arasında hem kuvvet ölçümü, hem radyolojik, hem ve Y-balans testi ölçümlerinde anlamlı fark çıkmamasının, cerrahi operasyonların başarısı ve rehabilitasyon sürecinin verimli geçirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. FMS testinde spora dönenlerin anlamlı ölçüde yüksek skora sahip olması; literatürle tutarlı olup, spora dönüş kararı verilirken tıbbi tetkikler, ilgili hekimlerin ve sporcunun kararı dışında FMS ve Y-balans testi gibi değerlendirme testlerinin de faydalı olacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

Arıncı, K., & Elhan, A. (2014). *Anatomi: Kemikler, eklemler, kaslar, iç organlar*. Güneş Tıp Kitabevleri.

Barfod, K. W., Feller, J. A., Hartwig, T., Devitt, B. M., & Webster, K. E. (2019). Knee extensor strength and hop test performance following anterior cruciate ligament reconstruction. *The Knee*, *26*(1), 149-154. https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.11.004

Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006a). Pre-Participation Screening: The Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function – Part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy : NAJSPT*, *1*(2), 62-72.

Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006b). Pre-Participation Screening: The Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function – Part 2. *North American Journal of Sports Physical Therapy : NAJSPT*, *1*(3), 132-139.

Dalley, A. F., Agur, A. M. R., & Moore, K. L. (2023). *Moore's clinically oriented anatomy* (Ninth edition). Wolters Kluwer.

Dudás, B. (2023). *Human histology: A text and atlas for physicians and scientists*. Academic Press.

Dudek, R. W. (2014). *Embryology* (Sixth edition). Wolters Kluwer Health.

Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2010). Longitudinal effects of maturation on lower extremity joint stiffness in adolescent athletes. *The American journal of sports medicine*, *38*(9), 1829-1837.

Gilroy, A. M., MacPherson, B. R., Wikenheiser, J. C., Voll, M. M., Wesker, K., & Schünke, M. (Ed.). (2021). *Atlas of anatomy* (Fourth edition, Latin nomenclature). Thieme.

Gilroy, A. M., Voll, M., Wesker, K., & Denk, C. C. (2015). *Anatomi temel ders kitabı*. Palme Yayıncılık.

Gornitzky, A. L., Lott, A., Yellin, J. L., Fabricant, P. D., Lawrence, J. T., & Ganley, T. J. (2016). Sport-Specific Yearly Risk and Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears in High School Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, *44*(10), 2716-2723. https://doi.org/10.1177/0363546515617742

Grassi, A., Bailey, J. R., Signorelli, C., Carbone, G., Tchonang Wakam, A., Lucidi, G. A., & Zaffagnini, S. (2016). Magnetic resonance imaging after anterior cruciate ligament reconstruction: A practical guide. *World Journal of Orthopedics*, *7*(10), 638-649. https://doi.org/10.5312/wjo.v7.i10.638

Guenoun, D., Vaccaro, J., Le Corroller, T., Barral, P.-A., Lagier, A., Pauly, V., Coquart, B., Coste, J., & Champsaur, P. (2017). A dynamic study of the anterior cruciate ligament of the knee using an open MRI. *Surgical and Radiologic Anatomy*, *39*(3), 307-314. https://doi.org/10.1007/s00276-016-1730-x

Hassebrock, J. D., Gulbrandsen, M. T., Asprey, W. L., Makovicka, J. L., & Chhabra, A. (2020). Knee Ligament Anatomy and Biomechanics. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, *28*(3), 80. https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000279

Illingworth, K. D., Hensler, D., Working, Z. M., Macalena, J. A., Tashman, S., & Fu, F. H. (2011). A Simple Evaluation of Anterior Cruciate Ligament Femoral Tunnel Position: The Inclination Angle and Femoral Tunnel Angle. *The American Journal of Sports Medicine*, *39*(12), 2611-2618. https://doi.org/10.1177/0363546511420128

Landis, S. E., Baker, R. T., & Seegmiller, J. G. (2018). Non-Contact Anterior Cruciate Ligament And Lower Extremity Injury Risk Prediction Using Functional Movement Screen And Knee Abduction Moment: An Epidemiological Observation Of Female Intercollegiate Athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *13*(6), 973-984.

Lowrie, D. J. (2020). *Histology: An essential textbook*. Thieme.

Lu, Y., Lavoie-Gagne, O., Khazi, Z., Patel, B. H., Mascarenhas, R., & Forsythe, B. (2020). Inpatient admission following anterior cruciate ligament reconstruction is associated with higher postoperative complications. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *28*(8), 2486-2493. https://doi.org/10.1007/s00167-020-06094-2

Majewski, M., Susanne, H., & Klaus, S. (2006). Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *The Knee*, *13*(3), 184-188. https://doi.org/10.1016/j.knee.2006.01.005

Maniar, N., Cole, M. H., Bryant, A. L., & Opar, D. A. (2022). Muscle Force Contributions to Anterior Cruciate Ligament Loading. *Sports Medicine*, *52*(8), 1737-1750. https://doi.org/10.1007/s40279-022-01674-3

María, C., Roberto, S., Albert, P.-B., Raul, N., Paolo, R., & Pedro, A. (2019). Epidemiology of Primary Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Men and Women. *International Journal of Sports and Exercise Medicine*, *5*(1). https://doi.org/10.23937/2469-5718/1510114

Markatos, K., Kaseta, M. K., Lallos, S. N., Korres, D. S., & Efstathopoulos, N. (2013). The anatomy of the ACL and its importance in ACL reconstruction. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, *23*(7), 747-752. https://doi.org/10.1007/s00590-012-1079-8

Mayer, S. W., Queen, R. M., Taylor, D., Moorman, C. T., Toth, A. P., Garrett, W. E., & Butler, R. J. (2015). Functional Testing Differences in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients Released Versus Not Released to Return to Sport. *The American Journal of Sports Medicine*, *43*(7), 1648-1655. https://doi.org/10.1177/0363546515578249

Melick, N. van, Cingel, R. E. H. van, Brooijmans, F., Neeter, C., Tienen, T. van, Hullegie, W., & Sanden, M. W. G. N. der. (2016). Evidence-based clinical practice update: Practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *British Journal of Sports Medicine*, *50*(24), 1506-1515. https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095898

Mescher, A. L., & Junqueira, L. C. U. (2021). *Junqueira's basic histology: Text and atlas* (Sixteenth edition). McGraw-Hill.

Miyatake, N., Miyachi, M., Tabata, I., Sakano, N., Hirao, T., & Numata, T. (2012). Relationship between muscle strength and anthropometric, body composition parameters in Japanese adolescents. *Health*, *04*(01), 1-5. https://doi.org/10.4236/health.2012.41001

Moore, K. L., Persaud, T. V. N., & Torchia, M. G. (2016). *The developing human: Clinically oriented embryology* (10th edition). Elsevier.

Morales-Avalos, R., Torres-González, E. M., Padilla-Medina, J. R., & Monllau, J. C. (2023). ACL anatomy: Is there still something to learn? *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*. https://doi.org/10.1016/j.recot.2023.02.005

Myer, G. D., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2011). New method to identify athletes at high risk of ACL injury using clinic-based measurements and freeware computer analysis. *British Journal of Sports Medicine*, *45*(4), 238. https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.072843

Netter, F. H., Dalley, A. F., & Cumhur, M. (2002). *İnsan anatomisi atlası*. Palme Yayıncılık.

Oh, Y. K., Lipps, D. B., Ashton-Miller, J. A., & Wojtys, E. M. (2012). What strains the anterior cruciate ligament during a pivot landing? *The American Journal of Sports Medicine*, *40*(3), 574-583. https://doi.org/10.1177/0363546511432544

Otman, A. S., Demirel, H., & Sade, A. (2014). *Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri*. Pelikan yayıncılık.

Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N., & Ball, S. D. (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *35*(3), 456-464.

Sadler, T. W. (2019). *Langman's medical embryology* (Fourteenth edition). Wolters Kluwer.

Saxena, S., Sarkar, A., & Naik, A. (2020). Comparison of Quadriceps Muscle Girth Using Ultrasound Imaging In Supervised vs Unsupervised Post Operative ACL Reconstruction. *Prof.(Dr) RK Sharma*, *20*(4), 4617.

Shaffer, S. W., Teyhen, D. S., Lorenson, C. L., Warren, R. L., Koreerat, C. M., Straseske, C. A., & Childs, J. D. (2013). Y-balance test: A reliability study involving multiple raters. *Military Medicine*, *178*(11), 1264-1270. https://doi.org/10.7205/MILMED-D-13-00222

Shelburne, K. B., Torry, M. R., & Pandy, M. G. (2005). Muscle, ligament, and joint-contact forces at the knee during walking. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *37*(11), 1948-1956. https://doi.org/10.1249/01.mss.0000180404.86078.ff

Sobotta, J., Paulsen, F., & Waschke, J. (2018). *Sobotta atlas of anatomy: English version with latin nomenclature* (16th ed). Elsevier.

Takahashi, M., Doi, M., Abe, M., Suzuki, D., & Nagano, A. (2006). Anatomical study of the femoral and tibial insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of human anterior cruciate ligament. *The American Journal of Sports Medicine*, *34*(5), 787-792. https://doi.org/10.1177/0363546505282625

Taner, D., Sancak, B., Akşit, D., Cumhur, M., İlgi, S., Kural, E., Başar, R., Önderoğlu, S., Tuncel, M., & Çelik, H. (2009). Fonksiyonel Anatomi Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi. 4. Baskı. *Ankara, HYB Basım Yayın*.

Trajković, N., Kozinc, Ž., Smajla, D., & Šarabon, N. (2022). Interrater and Intrarater Reliability of the EasyForce Dynamometer for Assessment of Maximal Shoulder, Knee and Hip Strength. *Diagnostics*, *12*(2), 442. https://doi.org/10.3390/diagnostics12020442

Waldén, M., Krosshaug, T., Bjørneboe, J., Andersen, T. E., Faul, O., & Hägglund, M. (2015). Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: A systematic video analysis of 39 cases. *British Journal of Sports Medicine*, *49*(22), 1452-1460. https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094573

Weber, A. E., Delos, D., Oltean, H. N., Vadasdi, K., Cavanaugh, J., Potter, H. G., & Rodeo, S. A. (2015). Tibial and Femoral Tunnel Changes After ACL Reconstruction: A Prospective 2-Year Longitudinal MRI Study. *The American Journal of Sports Medicine*, *43*(5), 1147-1156. https://doi.org/10.1177/0363546515570461

Wojtys, E. M., Beaulieu, M. L., & Ashton-Miller, J. A. (2016). New perspectives on ACL injury: On the role of repetitive sub-maximal knee loading in causing ACL fatigue failure. *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*, *34*(12), 2059-2068. https://doi.org/10.1002/jor.23441

Yıldırım, M. (2014). Hareket Sistemi Anatomisi. *Baskı. Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul*.