

**Genü Rekurvatumu Olan Sağlıklı Bireylerde Fiziksel
Durum ve Proprioepsiyon İncelenmesi:
Karşılaştırmalı Çalışma**

Ayşe Nur Gencil

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsüne Fizyoterapi ve
Rehabilitasyon Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.

Doğu Akdeniz Üniversitesi
Eylül 2022
Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Ali Hakan Ulusoy
L.E.Ö.A. Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksek Lisans derecesinin gerekleri doğrultusunda hazırlandığını onaylarım.

Doç. Dr. Berkiye Kırmızıgil
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölüm
Başkanı

Bu tezi okuyup değerlendirdiğimizi, tezin nitelik bakımından Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksek Lisans derecesinin gerekleri doğrultusunda hazırlandığını onaylarız.

Yrd. Doç. Dr. Sevim Öksüz
Tez Danışmanı

Değerlendirme Komitesi

1. Prof. Dr. Salih Angın

2. Prof. Dr. Mehtap Malkoç

3. Doç. Dr. Ender Angın

4. Yrd. Doç. Dr. Ünal Değer

5. Yrd. Doç. Dr. Sevim Öksüz

ÖZ

Bu çalışmanın amacı genu rekurvatumu olan ve olmayan sağlıklı bireylerin pelvik tilt açısı, medial longitudinal ark (MLA) yüksekliği, kas kısalığı, esnekliği, laksite düzeyi (eklem hipermobilitesi), dinamik denge, gövde kas enduransı, alt ekstremitte kas kuvveti ve diz proprioepsiyonunu karşılaştırmaktır.

Çalışma, 18-35 yaş aralığında, genu rekurvatumu olan (n=67) ve olmayan (n=69) toplam 136 birey üzerinde gerçekleştirildi. Bireylerin genu rekurvatum açısı ayakta dijital gonyometre ile, pelvik tilt açısı inklinometre ile, medial longitudinal ark yüksekliği naviküler düşme testi ile, kalça fleksör kas kısalığı Thomas testi ile, hamstring kısalığı gonyometre ile, kuadriseps femoris kısalığı topuk-kalça mesafesi ile, gastroknemius kısalığı ise inklinometre ile, esneklik testi otur-uzan testi ile, dinamik denge Y denge testi ile, laksite düzeyi Beighton Hipermobilitate ölçeği ile, gövde kas enduransı McGill ve Plank testi ile değerlendirildi. Kas kuvveti kuadriseps femoris ve hamstring kaslarının konsentrik ve eksentrik kas kuvveti ve diz proprioepsiyonu izokinetik cihazda kaydedildi.

Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireyler karşılaştırıldığında iki grup arasında laksite düzeyi, gövde fleksör kas enduransı, posterolateral yöndeki dinamik denge ve 10° diz fleksiyonundaki proprioepsiyon duyusu açısından anlamlı fark olduğu belirlendi ($p<0,05$). Genu rekurvatumlu kadın ve erkek bireyler karşılaştırıldığında MLA yüksekliği, kalça fleksör ve hamstring kas kısalığı, laksite düzeyi, anterior, posteromedial ve posterolateral dinamik denge, tüm gövde kas enduransı, sağ-sol lateral gövde enduransı, kuadriseps femoris ve hamstring konsentrik ve eksentrik kas kuvvetleri arasında anlamlı fark belirlendi ($p<0,05$).

Çalışmanın sonucunda genu rekurvatumlu bireylerin laksite düzeyinin ve gövde fleksör enduransının daha yüksek, posterolateral yöndeki dinamik dengelerinin ve 10° diz fleksiyonundaki propriosepsiyon duyusunun daha düşük olduğu belirlendi.

Anahtar Kelimeler: diz hiperekstansiyonu, kas kısalığı, gövde kas enduransı, izokinetik, propriosepsiyon, laksite

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the pelvic tilt angle, medial longitudinal arch (MLA) height, muscle shortness, flexibility, level of laxity (joint hypermobility), dynamic balance, trunk muscle endurance, lower extremity muscle strength and knee proprioception in healthy individuals with and without genu recurvatum.

The study was carried out on a total of 136 individuals, aged 18-35, with (n=67) and without (n=69) genu recurvatum. Genu recurvatum angle of individuals by standing digital goniometer, pelvic tilt angle by inclinometer, medial longitudinal arch height by navicular drop test, hip flexor muscle shortness by Thomas test, hamstring shortness by goniometer, quadriceps femoris shortness by heel-hip distance, gastrocnemius shortness by inclinometer. Flexibility test was evaluated with sit-reach test, dynamic balance was evaluated with Y balance test, laxity level was evaluated with Beighton Hypermobility scale, trunk muscle endurance was evaluated with McGill and Plank test. Muscle strength, concentric and eccentric muscle strength of the quadriceps femoris and hamstring muscles, and knee proprioception were recorded using an isokinetic device.

When individuals with and without genu recurvatum were compared, it was determined that there was a significant difference between the two groups in terms of laxity level, trunk flexor muscle endurance, dynamic balance in the posterolateral direction, and proprioception sense in 10° knee flexion ($p < 0.05$). When male and female individuals with genu recurvatum were compared, MLA height, hip flexor and hamstring muscle shortness, laxity level, anterior, posteromedial and posterolateral dynamic balance balance, whole trunk muscle endurance, right-left

lateral trunk endurance, quadriceps femoris and hamstring concentric and eccentric muscle strength There was a significant difference between them ($p < 0.05$).

As a result of the study, it was determined that individuals with genu recurvatum had higher laxity level and trunk flexor endurance, lower dynamic balance in posterolateral direction and proprioception sense in 10° knee flexion.

Keywords: knee hyperextension, muscle shortness, trunk muscle endurance, isokinetic, proprioception, laxity.

TEŞEKKÜR

Lisans ve akademik hayatımın başından beri, benimle akademik bilgisini, tecrübesini paylaşan, desteğini esirgemeyen, akademik hayatımda örnek aldığım, adaletli duruşu ile bu yolda yoluma ışık tutan ve benim için bir danışmandan çok daha fazlası olan kıymetli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Sevim ÖKSÜZ'e,

Tecrübe ve birikimlerini her daim paylaşan, her zaman saygı duyduğum, çok değerli hocam Doğu Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Mehtap MALKOÇ'a,

Araştırma görevliliğim süresince, Sporcu Sağlığı Ünitesi'nde çalışma fırsatı elde ettiğim ve tezim süresince destek olan, duruşuna her zaman hayranlık duyduğum, bölüm başkanımız Sayın Doç. Dr. Berkiye KIRMIZIGİL'e,

Derslerinde ve Ortopedi Ünitesi'nde araştırma görevlisi olarak çalışma şansını elde ettiğim, hem lisans hem de tez sürecimde benimle bilgi, tecrübesini paylaşan ve manevi desteği ile hep yanımda olan çok değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. İnci YÜKSEL ve Sayın Doç. Dr. Ender ANGIN'a,

Tezim süresince benden desteklerini esirgemeyen Dr.Fzt. Ece TANSU MANİ ve Uzm. Fzt. Yaşam DİREL'e,

Tezimin fotoğraf çekimlerinde bana yardımcı olan dostum Yağmur KAYMAK ve her zaman desteğini benimle paylaşan, tezim süresince sonsuz destek sağlayan dostum Erdoğan Kaan CEYLAN' a,

Hayatımdaki en büyük destekçilerim ve şansım, en zor anlarımda yanımda olan annem Saadet GENCEL ve babam Hasan GENCEL'e, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
KISALTMALAR	xiii
TABLO LİSTESİ	xv
ŞEKİL LİSTESİ	xvii
1 GİRİŞ	1
1.1 Hipotezler	3
2 GENEL BİLGİLER	5
2.1 Diz Eklemi Anatomisi	5
2.1.1 Diz Eklemine Oluşturan Kemik Yapıları	5
2.1.2 Diz Eklemine Ligamentleri	6
2.1.3 Menisküsler	8
2.1.4 Diz Eklemine Oluşturan Kas Yapıları.....	9
2.1.5 Diz Eklemi Biyomekaniği/ Artrokinematığı	12
2.2 Kalça Eklemi Anatomisi ve Artrokinematığı.....	14
2.3 Ayak–Ayak Bileği Anatomisi	16
2.3.1 Ayak- Ayak Bileği Kemikleri.....	16
2.3.2 Ayak-Ayak Bileği Kasları	17
2.3.3 Ayak Bileği Kinematığı.....	18
2.4 Kor Stabilizasyon ve Kasları.....	18
2.5 Genu Rekurvatum	20
2.5.1 Genu Rekurvatum Etyolojisi	21

2.5.2 Genu Rekurvatumun Semptomları ve Etkileri	27
3 GEREÇ VE YÖNTEM	30
3.1 Bireyler.....	30
3.2 Yöntem.....	32
3.2.1 Sosyodemografik Bilgi Formu	32
3.2.2 Genu Rekurvatum Açısı	32
3.2.3 Alt Ekstremitte Uzunluk Ölçümü	33
3.2.4 Pelvik Tilt Açısı.....	33
3.2.5 Naviküler Düşme Testi.....	34
3.2.6 Kas Kısalık Testleri	35
3.2.7 Esneklik Testi	37
3.2.8 Eklem Hipermobilitesi Değerlendirmesi	38
3.2.9 Dinamik Denge Değerlendirmesi	39
3.2.10 Gövde Kas Endurans Testleri	40
3.2.10.1 Lateral Köprü Testi	40
3.2.10.2 Biering-Sorenson Testi.....	41
3.2.10.3 Gövde Fleksör Testi	42
3.2.10.4 Plank Testi	41
3.2.11 Alt Ekstremitte Kas Kuvveti Değerlendirmesi	42
3.2.12 Proprioepsiyon (Diz Eklemi Pozisyon Hissi) Değerlendirmesi.....	44
3.3 İstatistiksel Analiz.....	45
4 BULGULAR.....	46
5 TARTIŞMA	57
5.1 Limitasyonlar	72
6 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	73

6.1 Sonuçlar.....	73
6.2 neriler.....	77
KAYNAKLAR	78
EKLER.....	103
Ek 1: Etik Kurul Onayı.....	104
Ek 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	105
Ek 3: Değerlendirme Formları	110

KISALTMALAR

%	Yüzde
°	Derece
AKL	Anteriyor Krusiat Ligament
Ark	Arkadaşları
BKİ	Beden Kütle İndeksi
cm	Santimetre
dk	Dakika
GR	Genu Rekurvatum
H/K	Hamstring-Kuadriseps Oranı
Kg	Kilogram
LKL	Lateral Kollateral Ligament
mm	Milimetre
MKL	Medial Kollateral Ligament
MLA	Medial Longitudinal Ark
n	Birey Sayısı
p	İstatiksel Yanılma Düzeyi
PKL	Posteriyor Krusiat Ligament
sn	Saniye
SP	Serabral Palsi
SD	Standart Sapma
SİAS	Spina İliyaka Anteriyor Süperiyor
SİPS	Spina İliayaka Posteriyor Süperior

t	Bağımsız Örneklem t-testi
X	Aritmetik Ortalama

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Cinsiyetin Gruplara Göre Değişimi	46
Tablo 2: Diz Hiperekstansiyon Açılarının Gruplara Göre Ortalamaları	47
Tablo 3: Grupların Demografik Özelliklerinin Karşılaştırılması	47
Tablo 4: Pelvik Tilt Açısının ve Naviküler Düşme Testinin Gruplar Arası Karşılaştırılması.	48
Tablo 5: Genu Rekurvatumlu Bireylerde Pelvik Tilt Açısı ve Naviküler Düşme Testinin Cinsiyetlere Göre Değişimi.....	48
Tablo 6: Kas Kısalık, Esneklik ve Laksite Testlerinin Gruplar Arası Karşılaştırması	49
Tablo 7: Genu Rekurvatumlu Bireylerde Kas Kısalık, esneklik ve Laksite Testlerinin Cinsiyetlere Göre Değişimi.....	50
Tablo 8: Dinamik Dengenin Gruplar Arası Karşılaştırması.	51
Tablo 9: Genu Rekurvatumlu Bireylerde Dinamik Dengenin Cinsiyetlere Göre Değişimi.....	51
Tablo 10: Gövde Kas Endurans Testlerinin Gruplar Arası Karşılaştırması.....	52
Tablo 11: Genu Rekurvatumlu Bireylerde Gövde Kas Endurans Testlerinin Cinsiyetlere Göre Değişimi.....	53
Tablo 12: İzokinetik Kas Kuvveti Değerlerinin Gruplar Arası Karşılaştırması	54
Tablo 13: Genu Rekurvatumlu Bireylerde İzokinetik Kas Kuvveti Değerlerinin Cinsiyetlere Göre Değişimi.....	55
Tablo 14: 10° ve 60° Fleksiyon Açısındaki Proprioepsiyon Sonuçlarının Gruplar Arası Karşılaştırması.....	56

Tablo 15: Genu Rekurvatumlu Bireylerde 10° ve 60° Fleksiyon Açısındaki Proprioepsiyon Sonuçlarının Cinsiyetlere Göre Değişimi.	56
---	----

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Genu Rekurvatum Açısı	32
Şekil 2: Alt Ekstremitte Uzunluk Ölçümü	33
Şekil 3: Pelvik Tilt Açısı.....	34
Şekil 4: Kuadriseps Femoris Kısalık Testi.....	35
Şekil 5: Hamstring Kısalık Testi	36
Şekil 6: Dirsek Pasif Hiperekstansiyonunun Değerlendirilmesi	39
Şekil 7: Dinamik Denge Değerlendirmesi (Anterior Yön)	40
Şekil 8: Lateral Köprü Testi	41
Şekil 9: Gövde Fleksör Testi.....	42
Şekil 10: Alt Ekstremitte Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi.....	43
Şekil 11: Proprioepsiyon (Diz Eklemleri Pozisyon Hissi Değerlendirmesi).....	44

Bölüm 1

GİRİŞ

Genu rekurvatum, tibiofemoral eklemin, sagittal düzlemdeki normal hareket aralığının 5° ve üzerinde olması durumudur. 5° ve üzerindeki hiperekstansiyon açıları dizdeki pasif yapılarda artan stres ve pasif zemin reaksiyon kuvveti ile ilişkilidir. Arka yapılardaki gerilimden kaynaklanan ve ağırlık taşımada kademeli veya kuvvetli diz ekstansiyonu ile şiddetlenen posterolateral diz ağrısı en yaygın semptomudur (1). Genu rekurvatum konjenital veya travma, serebrovasküler olay, poliomyelit, fizyoljik kırıklar, Osgood-Schlatter hastalığı veya uzun süreli alçı gibi durumlara ikincil olarak edinsel olabilir (2). Sagittal planda görülen genu rekurvatum deformitesi nedenleri kemik, ligament veya bu yapıların kombinasyonu olarak sınıflandırılabilir (3). Risk faktörleri arasında cinsiyet (kadınlarda 2 kat fazla), eklem laksitesi, diz yaralanma öyküsü (Hiperekstansiyona zorlayan, proksimal tibia anteriomedialine darbe), postüral alışkanlıklar (artan lumbar lordoz ve anterior pelvik tilt), alt ekstremitte eşitsizlikleri, ayak bileğinde limitli dorsi fleksiyon (plantar fleksiyon kontraktürü), kas dengesizlikleri (zayıf kuadriseps femoris, gastroknemius, kısa hamstring, plantar fleksiyon kontraktürü, diz ekstansör spastisitesi), futbol, kayak vb. sporlar yer almaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda genu rekurvatumu olan bireylerde dengenin etkilenip etkilenmediği bilinmesede, genu rekurvatumun risk faktörlerinden biri olarak gösterilen hipermobilite sendromunun proprioepsiyon ve dengeyi etkileyebileceği bildirilmiştir (4, 5).

Dizin artmış hiperekstansiyon pozisyonu Anterior Krusiat Ligament (AKL) üzerindeki gerilimi artırır. Anterior pelvik tilt, hamstring, genu rekurvatum ve subtalar eklem pronasyonundan oluşan statik bir duruş, diz hiperekstansiyonu olan bireyin dinamik hareket sırasında tibial rotasyonunu artırabilir ve AKL'yi gerebilir. Diz hiperekstansiyonu, dizle ilgili patolojik durumları hızlandırabilir veya uzun vadede patolojiyle sonuçlanan anormal diz streslerine katkıda bulunabilir (6). Örneğin diz hiperekstansiyonu olan kadın sporcuların AKL yaralanma olasılıklarının 5 kat arttığı gösterilmiştir (6). Yapılan çalışmalarda 5° üzeri hiperekstansiyonun AKL greftlerinde rüptür için risk faktörü olduğu ve bu riski 2 kat artırdığı bildirilmiştir (7). Posterior Krusiat Ligament (PKL) ile ilgili kadavralar üzerinde yapılan çalışmada, diz hiperekstansiyona zorlandığında önce arka kapsül yapıları sonra posterolateral yapılar ve en son AKL'nin yaralandığı görülmüştür (7). Artan diz hiperekstansiyonunun, translasyonel ve rotasyonel diz hareketlerini kontrol eden yumuşak dokularda hasara neden olabileceği ve diz hiperekstansiyonunun hem AKL hem de PKL' de yaralanmaya neden olabileceği tespit edilmiştir (8).

Diz hiperekstansiyonu, ambulatuar hemiparetiklerin %40-68'inde görülür. Tedavi edilmediğinde dizin arka yapılarının gevşek olmasına ve dizin erken dejenerasyonuna neden olarak ağrıya neden olabilir (9). Hemiplejili olgularda genu rekurvatum, yürüme esnasında mekanik yük artışı, yürüyüş asimetrisi ve yürüyüş hızının düşmesi gibi problemlere neden olur. Böyle bir duruş, normal femoral iç rotasyon ile birlikte, AKL ve arka yapıların üzerinde gerginlikle sonuçlanır ve sonuçta posterior eklem kapsülünün ve diğer yapıların anormal gerilmesine neden olur (10). Bu durum sıklıkla diz ağrısı ile ilişkilidir ve bu nedenle günlük yaşam aktivitelerinde bireyleri sınırlar (11). Nörolojik problemlerde genu rekurvatumla ilişkili faktörler kuadriseps femoris zayıflığı, triceps surae spastisitesi/kontraktürü,

bozulmuş propriosepsiyon (12), zayıf hamstring (9) , anterior pelvik tilt neden olan kalça kaslarının zayıflığı, ayakta ağırlı durumlar; ağırlı bölge üstüne yük verememe (13) ve ekin deformitesi/dorsi fleksiyon limitasyonu (10) olarak belirlenmiştir. Dansçılarda 14 haftalık pilates eğitiminden sonra diz hiperekstansiyonunun azalması nedeniyle genu rekurvatumun diz motor kontrolünün bozulmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür (14).

Literatür araştırmalarımızda, nörolojik problemlerde genu rekurvatum ile ilişkili faktörlerin araştırıldığı birçok çalışma olsa da sağlıklı bireylerde bu konuyla ilgili yapılan çalışmaya rastlanılmamıştır. Literatürdeki bu eksiklikten yola çıkarak genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerin pelvik tilt açısı, medial longitudinal ark (MLA) yüksekliği, kas kısalığı, esnekliği, laksite düzeyi, dinamik denge, gövde kas enduransı, alt ekstremite kas kuvveti ve diz propriosepsiyonunu karşılaştırmak amacıyla bu çalışmanın yapılması planlandı.

1.1 Hipotezler

H01: Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerde pelvik tilt açısı benzerdir.

H02: Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerde MLA yüksekliği benzerdir.

H03: Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerde kas kısalığı benzerdir.

H04: Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerde esneklik benzerdir.

H05: Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerde eklem hipermobilitesi benzerdir.

H06: Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerde dinamik denge benzerdir.

H07: Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerde gövde kas enduransı benzerdir.

H08: Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerde alt ekstremite kas kuvveti benzerdir.

H09: Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerde diz propriosepsiyonu benzerdir.

H10: Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde pelvik tilt açısı benzerdir.

- H11: Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde MLA yüksekliği benzerdir.
- H12: Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde kas kısalığı benzerdir.
- H13: Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde esneklik benzerdir.
- H14: Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde eklem hipermobilitesi benzerdir.
- H15: Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde dinamik denge benzerdir.
- H16: Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde gövde kas endüransı benzerdir.
- H17: Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde alt ekstremite kas kuvveti benzerdir.
- H18: Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde diz propriosepsiyonu benzerdir.

Bölüm 2

GENEL BİLGİLER

2.1 Diz Eklemi Anatomisi

Diz eklemi alt bacak ve uyluğu bilateral olarak birleştiren, insan vücudunda önemli düzeyde ağırlık taşıyan, en büyük eklemdir (15,16). Yürüme, koşma ve atlama gibi başlıca hareketler için tamamlayıcı bir yapıdır (15). Diz eklemi, tibiofemoral (medial ve lateral kompartmanlar) ve dizin üç farklı düzlemde hareket etmesine izin veren patellofemoral eklem olmak üzere iki ana eklemin birleşmesinden meydana gelen, sinovial bir eklemdir (15,17,18). Kemik yapılar olarak üstte femur, altta tibia ve ön kısımda patelladan oluşur. Diz eklemi stabilitesini çoğunlukla kaslar, kıkırdak doku ve tendon gibi, yumuşak doku yapıları ile sürdürür (17). Diz eklemi sagittal düzlemde geniş fleksiyon ve ektansiyon hareket aralıkları dışında, frontal düzlemde varus ve valgus rotasyonuna izin veren menteşe tipinde bir eklemdir (18).

2.1.1 Diz Eklemine Oluşturan Kemik Yapıları

Femur; vücudumuzdaki en uzun, güçlü ve sert kemiktir. Proksimal tarafı ile piramit şeklindeki boyun kısmını ve yuvarlak şekilde olan baş kısmı tepesinde silindirik biçimde olan shaftını altta tutar. Büyük ve küçük trokantör olarak iki farklı kemik çıkıntısı vardır ve bu kemik çıkıntılara kalça, diz hareketini sağlayan kaslar tutunur (19). Femurun distal kısmı, medial ve lateral kondil olarak tanımlanan küboid tabanının üstünde konik bir şekilde genişlemektedir. Femur ve tibianın birleşmesi ile oluşan medial ve lateral kondil diz eklemine oluşmasını sağlar (19).

Tibia; Fibula ile bitişik halde bulunan tibia kemiği, insan vücut ağırlığının büyük kısmını taşımaktadır ve bu fonksiyonu fibula kemiği tarafından desteklenmektedir. Proksimalde diz eklemi için femur kemiği ile, distalde ise ayak bileği eklemi için talus ve fibula kemikleri ile birleşir (20). İnterosseöz membran, tibiayı medialindeki fibula kemiğine bağlar ve diz ekleminin altından ayak bileği eklemine kadar uzanır (15,21).

Patella; İnsan vücudunda bulunan yassı, üçgen şeklindeki en büyük sesamoid kemiktir. Patella, femurun distal ön eklem yüzeyi ile eklem yapar. Diz ekleminin ön yüzünde bulunur ve patellar ligament, kuadriseps femoris kasının tendonu için bir uzanma noktası oluşturur. Öncelikli fonksiyonu olarak kuadriseps femoris kasının ekstansiyon kapasitesini artırır ve bu durumu patellar ligamentin moment kolunu mekanik olarak uzatarak sağlar. Diğer önemli görevlerinden biri de femur ile tendon temasını azaltarak, kuadriseps femoris tendonunu sürtünme kuvvetine karşı korur ve derinde bulunan yapılar için koruyucudur (22).

2.1.2 Diz Ekleminin Ligamentleri

Ligamentler içerik olarak birden fazla kollajen lif bulunduran bağ dokusudur. İki kemik yapının birbirine bağlanması ve stabilize edilmesinde görev alırlar. Diz eklem kapsülü ligamentlerden büyük ölçüde destek alır (21).

Diz ekleminin başlıca stabilizasyonundan sorumlu olan ligamentler AKL, PKL, medial kollateral (MKL) ve lateral kollateral ligamenttir (LKL) (23). Diz eklem kapsülü intraartiküler ve ekstraartiküler ligamentler olarak sınıflandırılır. Bu sınıflandırma çapraz bağları bu yapılardan ayırt etmek için kullanılır. Eklem kapsülü intraartiküler yapılarını çapraz bağlar ve menisküs yapıları oluşturur (24).

Diz eklemi kapsülünün içinde ve merkezinde yer alan çapraz bağlar, sinovial kavitenin dışında oblik olarak çaprazlanır. Tibianın femur üzerindeki medial

rotasyonunu yaklaşık 10°'dir. Bu durumu birbirlerinin üzerinde sarılı pozisyonda bulunmalarıyla sağlarlar. Diz eklemi 90° fleksiyon pozisyonunda iken gevşeyerek yaklaşık olarak 40°'lik lateral rotasyon hareketine izin verirler. Bu pozisyondayken hareket MKL tarafından sınırlandırılır. Diz eklemindeki dönme hareketleri için birer pivot noktası oluştururlar. Oblik pozisyonlarından dolayı her bir hareket pozisyonunda bir çapraz bağ veya her iki çapraz bağ parçası gerilir. Tibial ve femoral eklem yüzlerini fleksiyon hareketi sırasında çapraz bağlar korurlar (25).

AKL; tibiannın ön interkondiler bölümünden ve lateral femoral kondilin posteromedial kısmından orijin alır (26). Femurun lateral kondilinin medialine yapışmak için superior, posterior ve lateral yönlerde uzanır (25). Fleksiyon hareketi sırasında femur kondillerinin posterior yönde yuvarlanma hareketini kısıtlar ve spin (yerinde dönme) hareketine dönüştürür (25). Diz ekleminin hiperekstansiyon hareketini engeller (25), rotasyonel hareketlerini sınırlar ve tibiannın anterior yönde translasyon hareketini stabilize eder (23).

PKL; tibiannın posterior interkondiler bölümünden orijinini alır; AL'nin medial bölümünden anterior-superior yönlerden geçerek femur medial kondilinin lateral kısımlarını birbirine bağlar (25). Primer fonksiyonu, diz eklemi fleksiyon pozisyonundayken tibiannın posterior translasyon hareketini engellemektir. Diz eklemi üzerinde olan varus, valgus stres kuvvetlerine, iç ve dış rotasyon kuvvetlerine karşı direnç sağlar. Diz ekleminin tüm hareketleri boyunca statik stabilizatör olarak rol oynar (27).

Ekstraartiküler ligamentler patellar ligament, LKL, MKL, arkuat ligament ve oblik popliteal ligamentten oluşmaktadır.

Patellar ligament; kuadriseps femoris kasının tendon distalinden oluşur. Patella apeksinden tüberositas tibiaya yapışan, kalın yapıda bir ligamenttir.

LKL; lateral epikondilden başlayıp fibula başı lateraline yapışır. Diz ekleminde varus stres kuvvetine engel olur (15).

MKL; orijinini femur medial epikondilinden alır ve tibia medial üst yüzeyine uzanan güçlü, düz bir ligamenttir. Diz ekleminin valgus stres kuvvetini önler (16).

Arkuat popliteal ligament; fibulanın başından başlayan, popliteus üzerinden geçen ve posterior kapsüle yapışan liflerin Y şeklinde yoğunlaşması ile oluşur (28). Diz ekleminde posterolateral yapıların stabilitesinin sağlanmasında büyük role sahiptir (29).

Oblik popliteal ligament; tibia medial kondilinden femur lateral kondiline doğru uzanır ve diz eklemi kapsülünün arka orta kısmına karışır (25).

2.1.3 Menisküsler

Diz ekleminin düzgün bir şekilde fonksiyonunu sürdürebilmesi için önemli olan menisküsler stabilite, homeostazın korunması ve eklem proprioepsiyonunda görev alırlar (30). Diz ekleminin medial ve lateral kısımlarının yüzlerinde, femur ile tibiyanın arasında bulunurlar. Kama şeklindedirler ve tibiyanın interkondillerine bağlı halde bulunurlar, dış kenarları ise eklem kapsülüne yapışır (25). Çevresel olarak kalın ve dışbükey yapıları, merkezi olarak ise ince ve daha serbest konik kenar yapıları vardır (18). Tibiyanın eklem yüzeyini daha da derinleştirerek, şok emici olarak görev alan, fibrokartilaj ve hilal şeklinde yapıları vardır. Medial ve lateral menisküs olarak ayrılırlar (31). Medial menisküs C şeklinde, lateral menisküs ise sirküler yapıdadır.

Medial menisküs arka tarafı ön kısmına göre daha geniş yapıdadır (31). Medial menisküs ön boynuzu AKL'nin ön kısmına, arka boynuzu ise AKL'in önüne bağlanır (32) ve MKL derinine sıkı bir şekilde tutunur. MKL'ye geniş bir şekilde

yapışması ve lateral kısımda interkondiler bölgeyle olan bağlantısından dolayı lateral menisküse göre daha az hareketlidir (25).

Lateral menisküs, medial menisküse göre daha hareketli, küçük ve dairesel biçimdedir. Lateral menisküs dizin lateral kısmında bulunan yükün %50'den fazlasını taşır (30). Ön ve arka kapsül yapısının büyük çoğunluğuna yapışır ancak posterolateralde, popliteus tendonunun olduğu bölgede bağlanmadığı bir yüzey vardır. Bu durum medial menisküse göre daha fazla hareketli olmasını ve olası yırtık durumlarında daha az hassas olmasını ve korunmasını sağlar (33).

2.1.4 Diz Eklemine Oluşturan Kas Yapıları

Femur çevresindeki kaslar 3 kısma ayrılırlar; anterior kısımda ekstansör, medial kısımda addüktör ve posterior kısımda ise fleksör kaslar yer alır (34).

Diz Ekstansör Kasları:

Kuadriseps femoris, diz ekleminde femur anterior yüzeyinde yer alan, en güçlü kas gruplarından biridir. Rektus femoris, vastus lateralis, vastus intermedius, vastus medialis parçalarından oluşur. Bu dört parça ortak fonksiyon olarak diz ekleminin ekstansiyonunu sağlar (34) ve patellaya ulaşarak kuadriseps tendonu olarak birleşir. Rektus femoris kası SİAS (spina iliyaka anterior süperior)'dan orijin alır. Kalça ekleminin kapsülüne küçük bir tendon yardımı ile anterior kısımdan bağlanır (35). Diz ekleminin ekstansiyon hareketi dışında kalça eklemi fleksiyon hareketine de yardımcı olur ve kalça eklemine stabilize eder (34).

Vastus lateralis kası orijinini trokantör majörden alır ve femur lateralinde bulunur. Patellanın lateral hattına ve patellar tendon sayesinde tüberositas tibiaya yapışır (36). Kuadriseps kas grubunda bulunan en büyük kastır (34).

Vastus medialis kası, linea asperanın medial kısmı ve intertrokantörün inferiorundan orijinini alır. Patellanın medial taban sınırına yapışır ve kuadriseps femoris tendonunun medial kısmını oluşturur (37,38).

Vastus intermedius kası, linea aspera lateral hattından ve femurun proksimal yüzünün 3/4 anterolateralinden orijin alır. Bazı lifleri suprapatellar bursanın üst kısmına yapışır. Femur orta noktasında vastus lateralis ile birleşerek, kuadriseps tendonuna dahil olur (35).

Diz Fleksör Kasları:

Femurun posterior kısmı, pelvisin diz eklemi bağlantısını oluşturan fonksiyonel ünitesidir. Femurun posteriorundaki hamstringleri oluşturan 3 kas, diz eklemi stabilizasyonunu sağlar ve aynı zamanda pelvis stabilizasyonuna yardımcı olur (39). Bu kas yapılarının tendonları, dizin posterior kısmında popliteal fossa'yı oluşturur.

Hamstring kas grubu başlıca üç kastan oluşur; Lateralde biceps femoris (uzun ve kısa başı olmak üzere) (40) ve semimebranosus, semitendinosus. Hamstring kas grubu kapalı kinetik zincir hareketi sırasında diz ekstansiyonunu, açık kinetik zincir hareketi sırasında ise kalça ekstansiyonu ve diz fleksiyon hareketini sağlarlar (39).

Biceps femoris uzun başı tuberositas ischiadicumdan orijin alır ve fibula başıyla tibanın lateral kondiline yapışır. Fonksiyon olarak diz eklemine fleksiyon, kalça eklemine ekstansiyon ve tibia lateral rotasyonunu sağlar (41). Biceps femoris kısa başı ise femurun lateral suprakondiler hattından ve linea asperadan orijinini alır (24). Yapışma yeri olarak çoğunlukla fibula başı olmak üzere lateral kollateral ligament ve tibia lateral kondiline uzanır. Fonksiyon olarak diz fleksiyonu ve tibianın laterale rotasyonunu sağlar (42).

Semitendinosus, biceps femoris kasının medialinde yer alır ve üç yerden orijin alır; ischial tüberositas mediali, biceps femoris uzun başı tendonunun medial hattı ve proksimal aponevrozis (43). Semitendinosus kası tibia'nın medial şaftının superioruna yapışır ve pes anserinusu oluşturan, sartorius ve gracilis kasının distal kısmına uzanır (42).

Semimembranosus femurun posteriorunda en medialde yer alan kastır ve semitendinosus kasının altında (derininde) uzanır. İschial tüberosite superiolateral hattından orijin alır. Yapışma yeri ise tibia'nın medial kondili, posterior eklem kapsülü ve arkuat ligamenttir (44). Diz eklemine fleksiyonu ile beraber tibia medial rotasyonunu ve kalça eklemine ekstansiyonunu sağlar (42).

Diz Addüktör Kasları:

Femur medialinde bulunan kaslar, pelvisin dengesinin korunması (45), yürüyüş ve alt ekstremitte fonksiyonelliğinin sağlanması açısından önemlidir. Asıl görevleri ise diz eklemine addüksiyon hareketini sağlamaktır (46). Derinde bulunan addüktör kasların motor ve duyu fonksiyonlarının inervasyonu ise obturator sinirin posterior dalı tarafından sağlanır (47). Femur medialinde addüktör magnus, addüktör longus ve brevis, gracilis ve pectineus bulunur. Bu kas grubunun büyük çoğunluğu orijinini pelvisten alır ve femura yapışır, istisna olarak gracilis kası femur yerine tibia'nın medialine insersio yapar (45). Gracilis kası iskiopubik ramusun medial kısmından başlar, tibia superior medialine semitendinosus ve sartorius kaslarının tendonları ile birleşir, böylece pes anserini oluşturur. Anatomik olarak diz ve kalça eklemlerinden geçtiği için kalça eklemi fleksiyon, iç rotasyonu ve diz eklemine fleksiyon, iç rotasyon hareketlerini sağlar (35).

Sartorius kası orijinini addüktör kas grubundan almasa da tibia'nın proksimal medialine yapışır (46). Kalça ve diz eklemine geçen en uzun kastır. Femur

anteriorunda bulunan yüzeysel bir kastır ve SİAS'dan tibia medialine doğru oblik olarak uzandığı için kalça eklemine fleksiyon, eksternal rotasyon, abdüksiyon hareketini ve diz eklemine fleksiyon yaptırır (21).

Addüktör magnus, addüktör parçası pubis üzerinde inferior ramus üzerinden orijinini alır, linea aspera ve medial suprakondiler çıkıntı üzerine insersio yapar, hamstring parçası ise iskiyal tüberositastan orijini alır ve addüktör tüberküle femur üzerinde yapışır (34). Alt ekstremitte medialinde bulunan en büyük kastır (45).

Addüktör longus ve brevis kasları, anterior inferior pubis ramusdan orijinini alır. Addüktör longus kası insersiosunu linea asperaya femur shaftı 1/3 orta noktasına, addüktör brevis kası ise posterior femur proksimal başına ve femur üzerinde linea asperanın üst 1/3 kısmına yapışır.

Pektineus kası, pubis üzerinde bulunan linea pectineadan orijin alır ve femurun posteriorunda linea aspera ve trokanter minöre insersio yapar.

2.1.5 Diz Eklemi Biyomekaniği/ Artrokinematığı

Diz ekleminde kemik yüzeyleri arasında 6 tane hareket açığa çıkar bunlar; rotasyon (fleksiyon ve ekstansiyon) ve 3 tane translasyon hareketi (ön-arkaya kayma, medial ve lateral kayma, kompresyon ve distraksiyon)'dir (48,49). Fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri diz ekleminin asıl hareketleridir, ek olarak diz eklemi fleksiyon pozisyonundayken rotasyonel hareketler meydana gelir (25). İnternal ve eksternal rotasyon hareketi olarak adlandırılan bu hareketler iki düzlemde gerçekleşir (25). Diz eklemi bu hareketlere ikincil olarak izin verirken aynı zamanda anterior posterior, medio lateral yönlerde translasyon hareketine ve varus, valgus hareketlerine de izin verir (19).

İnsan vücudunda tibiofemoral ve patellofemoral eklem arasında bir pivot noktası oluşturan diz eklemi üzerinde, en güçlü kas grubu olan kuadriseps femoris

hareket eder (50). Tibiofemoral eklem yüzeylerinde, iki farklı düzlem üzerinde birleştiği 160°'lik fleksiyon (sagittal düzlemde rotasyon hareketi) hareket açıklığının bir kısmında eklem yüzeyinde ve diğer iki düzlemde birleştiği, rotasyon hareket açıklığının belirli bir parçasında uyumsuzluk oluşur. Patellofemoral eklem ise diz ekstansiyon hareketini ve minimum kuadriseps femoris kontraksiyonunu sağlamak için üç boyutlu hareket aralığı oluşturur. Diz eklemine bu hareket mekanizmasına bakıldığında tek başına stabilitenin sağlanması için yetersizdir ve dolayısıyla kasların oluşturduğu gerilim kuvvetleri ve ligament gibi pasif bağ dokulardan gelen bilgilere ihtiyacı vardır. Diz eklemi, üzerindeki eklem yüzü sayesinde statik stabilite, kasların kontraksiyonu ile aktif stabilite ve ligamentler, menisküs yapıları ile pasif stabilite hakkında bilgi sağlar (51). Sagittal düzlemde, femur ve tibia'nın eksenleri 0°'lik yani tam ekstansiyon pozisyonunda tanımlanır. Tam ekstansiyon pozisyonu sayesinde diz eklemi stabilitesi sağlanır. Bazı bireyler ise 5°'ye kadar hiperekstansiyon hareketi yani negatif yönde fleksiyon yapabilir.

Diz eklemine aktif fleksiyonu hamstring kas grubunun kasılması ile gerçekleşir, 130°'yi bulan bu hareket, pasif hareketle 160°'ye kadar çıkabilir. Diz eklemi stabilite sağladığı tam ekstansiyon pozisyonu dışında, farklı bir fleksiyon açısında olsaydı yer reaksiyon kuvveti diz eklemine arkasından geçerdi, böyle bir durumda kuadriseps femoris kasının postürü korumak amacıyla daha fazla kontraksiyon oluşturması gerekirdi ve böylece tibiofemoral eklem binen yük daha fazla olurdu. Benzer olarak diz hiperekstansiyon hareketinde ise vücut ağırlığının harekete olan etki eksenine, diz fleksiyon ekstansiyon hattının önüne geçirmesiyle belirginleşir. Diz eklemine en fazla hareketi yürüyüş sırasında oluşur. Üst ekstremitenin en küçük hareketi ve vücut ağırlık merkezinin ileri doğru gitmesini sağlayan enerji faktörleri, diz eklemine topuk vuruşu sırasındaki şok absorbe etme

kapasitesi ile belirlenir (50). Yürümenin sallanma fazında diz eklemi yaklaşık olarak 70° fleksiyon pozisyonuna gelir buradaki amaç ayak parmaklarının yerde sürünmesini önlemektir. Topuk vuruşundan önce ise kuadriseps kasları kasılır, dizin ekstansiyonu gerçekleşir ve ayak bileği öne doğru çekilir. Diz eklemi 30°den 0 °lik fleksiyon açısına geçerek topuk vuruşuna hazırlanırken, tibia 30°' lik eksternal rotasyon hareketi oluşturur. Bu durum vida-yuva "screw-home" mekanizması olarak adlandırılır (50).

Lateral femur kondilinin, medial kondile göre fazla eğri yarıçapına sahip olması nedeniyle, ilk 20°lik fleksiyon hareketinde daha fazla rotasyon oluşturur. Bu durum tibianın internal rotasyon hareketini belirler. Ekstansiyon hareketi ise femurun tibiaya göre eksternal rotasyon hareketi ve eklem geometrisi ile ilgilidir ve pasif olarak gerçekleşir (49).

2.2 Kalça Eklemi Anatomisi ve Artrokinematığı

Kalça eklemi büyük bir bağ dokusu ve kaslarla beraber asetabulum içerisinde sabitlenmiştir. Top soket şeklindeki bu yapı kalça eklemine stabilitesi ve hareketliliğine yardımcı olur (52). Femurun proksimalinde bulunan ve kalın, hyalin kıkırdak yapıda olan eklem kıkırdağı, kaslar ve sünger andıran kemik tabakaları sayesinde kalça eklemine gelen büyük kuvvetlerin absorbe edilmesini sağlar ve kalça eklemine yaralanmalara karşı korur. Asetabulumun derin yapısı femur başının büyük bir kısmının kapsanmasını, kalça eklemine doğal stabilitesini ve hareket sınırları sağlar (53).

Kalça eklemine asıl görevi aksiyal olarak omurgadan, üst ekstremitelerden gelen yükleri ve kuvvetleri alt ekstremitelere iletmek ve aynı zamanda da vücut ağırlığını dinamik olarak desteklemektir (53). Bu ekleminde, hepsi birbirine dik olarak

seyreden, üç ekseninde harekete izin verir ve tüm eksenlerde femur başı merkez olarak hareket eder.

Transvers düzlemde fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini, horizontal düzlemde femur boyunca internal ve eksternal rotasyon hareketlerini, sagittal düzlemde ise addüksiyon ve abdüksiyon hareketlerini sağlar. Transvers düzlemde 120° fleksiyon, 10° ekstansiyon, horizontal düzlemde 15° internal rotasyon ve 35° eksternal rotasyon ve sagittal düzlemde ise 45° abdüksiyon ve 25° addüksiyon hareketlerine izin verir. Fleksiyon hareket açıklığı, açık kinetik zincir ve kapalı kinetik zincir hareketleri sırasında farklılık gösterir. Açık kinetik zincir kalça fleksiyonu, diz eklemi fleksiyonda iken 120–125°, diz ekstansiyonda iken 70-80°'dir.

Pelvik tilt, horizontal planda SİPS (spina iliyaka posterior süperior) ve SİAS'ın orta noktalarından geçen, horizontalle yaptığı açı olarak tanımlanır (54). Kapalı kinetik zincir hareketi esnasında kalça fleksiyon hareketi, pelvisin ön tarafı ile femur boynunu ön kısımdan birbirine doğru yaklaştırır. Bu harekete pelvisin anterior tilt hareketi denir. Kapalı kinetik zincir hareketi sırasında pelvisin posterior pelvik tilti, kalçanın fleksör kaslarında kontraktür veya intraartiküler yapılarıdaki yaralanmalar ile etkilenir ve kalça üzerinde ekstansiyon hareketine zorlanır. Böyle bir durum yürüyüşü de etkiler. Sakrumun arka kısmına bağlanan pelvik ligamentler ve gövdenin ekstansör kas grupları sayesinde, lumbal bölge hareketlerinde ve kapalı kinetik zincirde ise kalça eklemine hareketleri üzerinde bir etki oluşturulur (21,52).

Sagittal planda kalça eklemine yapısından dolayı femur ve asetabulum arasında saf rotasyon meydana gelir (52). Bu durum açık zincir kalça fleksiyon hareketinde, arkada femur başının dönme hareketine sebep olur ve anterior pelvik tilt hareketi femur ve asetabulumun öne doğru bir rotasyon hareketi meydana

getirmesini sağlar. Bu şekilde gerçekleşen hareketler, açık zincir kalça ekstansiyonu ve pelvisin posterior tilt hareketine aksi yönde oluşur.

Kalça eklemının kapsülü, genellikle ekstansiyon hareketlerinde daha gergin ve fleksiyon hareketlerinde daha rahat bir pozisyonudadır (53). Bu geniş hareket aralığı dik duruş, yürüme, ayağa kalmak ve oturma gibi günlük hayat aktivitelerinin dengeli bir şekilde yapılmasını sağlar (55).

Kalça eklemi kapsülü, ligamentum teres, çevre yumuşak dokular ve femur ile asetabulum arasındaki uyum gibi etkenler kalça eklemının stabilizasyonunda büyük role sahiptirler. Bu yapılarda olabilecek herhangi bir bozukluk, stabilizasyonun bozulmasına femur başının hareketinin asetabulumu göre artmasına ve dolayısıyla kalça eklem fonksiyonlarının bozulmasına neden olabilir (56).

2.3 Ayak–Ayak Bileği Anatomisi

2.3.1 Ayak- Ayak Bileği Kemikleri

Ayak, yürüyüş gibi koordinasyon gerektiren bir harekette ve dik duruşta görev alan karmaşık bir yapıdır. Talus, tibia ve fibula kemiklerinin eklem yapması ile oluşan ayak bileği, menteşe tipinde, sinovial bir eklemdir (57). Tibianın alt eklem yüzeyi ile talus kemiğinin üst yüzeyi ayak bileğinin üst kısmını oluşturur. Fibula distal kısmı, ayak bileğinin lateral kısmını oluşturur ve lateral malleol olarak adlandırılır. Tibianın distal kısmı ise ayak bileğinin medial kısmını oluşturarak, medial malleol olarak adlandırılır.

Ayak toplamda 26 adet kemikten oluşur; 7 tarsal, 5 metatarsal ve 14 falanks. Ayak bileğinin stabilizasyonu eklem kapsülleri ve ligamentler tarafından sağlanır. Ayak arka, orta ve ön, ayak olmak üzere 2 kısma ayrılır.

Arka Ayak: Talus ve kalkaneus olmak üzere iki adet tarsal kemikten oluşur. Talus ile kalkaneus eklemleşerek, üzerinde 3 adet eklem yüzeyi bulunduran subtalar eklemi

oluşturur. Subtalar eklemin arka yüzeyi en büyük kısmını oluşturur. Subtalar eklem arka ayakta inversion ve eversion hareketlerini sağlar (57).

Orta Ayak: Navikula, küboid, medial, lateral ve orta kuneiform olmak üzere 5 adet tarsal kemikten oluşur. Chopart eklem olarak da adlandırılan arka ayak, orta ayakla bağlantı sağlar ve kalkaneoküboid ve talonaviküler yapılarını içerir. Kuneiformun medial, lateral ve orta kısımları ile distalde eklenmiştir (57). Küboid, ayağın lateral kısımda tabanını oluşturur, aynı zamanda 4. ve 5. metatarsal kemik ile eklem yapar. Talonaviküler eklem MLA için önemlidir (21). Ayağın yük taşımasında önemli rolü olan bu yapı, şok absorpsiyonunu sağlar ve talus, kalkaneus, navikula, kuneiform ile ilişkili olan 3 metatarsan oluşur.

Ön Ayak: Falankslar, metatarslar ve sesamoid kemiklerden oluşmaktadır (57). 1. metatarsa 2 adet falanks diğerlerinde ise 3 adet falanks bulunur. Orta ayak ile eklem yapan ön ayak, Lisfrank eklemine oluşturur. 3 kuneiform 1., 2. ve 3. metatarsın basisi (tabanı) ile eklem yaparken, küboid ise diğer 4. ve 5. metatars ile eklem yapar.

2.3.2 Ayak-Ayak Bileği Kasları

Ekstrinsik (10) ve intrinsik (19) olmak üzere toplamda 29 adet kas, ayak üzerinde etki eder. Ekstrinsik kaslar, orjinini ayağın dışından alıp ayağa destek sağlarken, intrinsik kaslar ise orijini ayağın kendi iç yapısından alır, ayağın iç kısmında bulunur ve ince motor hareketlerde rol oynarlar.

Ekstrinsik kaslar bulunduğu bölüme göre sınıflandırılabilir. Ayağın ön kısmında yer alan, dorsi fleksiyon hareketini sağlayan kaslar tibialis anterior, ekstansör digitorum longus ve ekstansör hallusistis. Ayağın lateral arka kısmında ise, plantar fleksiyon hareketinde rol alan peroneus longus ve peroneus brevis kasları yer alır. Ayağın arka medial bölgesinde ise tibialis posterior, fleksör digitorum longus ve ayağın plantar fleksiyonunda da rol alan, fleksör hallucis longus kasları yer alır. Arka

ayak ve ayak bileği kısmında fleksör olarak görev alan, gastroknemius ve soleus kası bulunur ve aşıl tendonunu oluştururlar. Aşıl tendonu kalkaneusun posterioruna bağlı olan ve ayak plantar fleksiyonunu sağlayan yapıdır.

2.3.3 Ayak Bileği Kinematığı

Karmaşık bir kinematığı olan ayak bileği eklemi, 3 ekseninde hareketler içerir ve tam hareket için arka ayağın subtalar eklemi de hareketlerine dahil eder. Ayak bileğinde plantarfleksiyon (40-55°) ve dorsifleksiyon (10-20°) hareketleri, sagittal düzlemde oblik ve medialden laterale doğru giden ekseninde meydana gelir. Koronal planda inversiyon ve eversiyon hareketleri gözlemlenir. Bu hareketler ayak bileğinden çok subtalar ekleminde meydana gelen hareketlerdir. Abdüksiyon ve addüksiyon hareketleri vertikal ekseninde, aksiyal planda subtalar ekleminde oluşur ancak bu hareketler aşırı derecede limitlidir. Ayak bileğini ekleminin kinematığı açıklanırken, ayak bileği ve subtalar eklemi klasik dik eksenlerden farklı olarak eğik hareket yönleri olduğunu unutmamak gerekir. Supinasyon ve pronasyon hareketleri, 3 ekseninde eş zamanlı ve subtalar eklemi hareketleri nedeniyle oblik olarak meydana gelir. Supinasyon hareketi plantar fleksiyon, addüksiyon, abdüksiyon hareketlerini içerirken, pronasyon ise dorsi fleksiyon, abdüksiyon ve eversiyon hareketlerini içerir (56).

2.4 Kor Stabilizasyon ve Kasları

Aktif olarak kas kuvveti, aksiyal iskelet ve gövde stabilizasyonunun sağlanmasında öncelikli mekanizmayı oluşturur (58,59). Ligamentler ve konnektif dokular stabilizasyonda ikincil olarak görev alsalar da, öncelikli olarak kas yapıları hareketlerin kuvvetini ve zamanlamasını ayarlarlar (21). Kor stabilizasyon, dışardan gelen ve kuvvetlerin dengesini bozacak herhangi bir etki altında dahi gövdenin stabil duruşunu sağlar. Gövde kasları, gövdenin çevreye göre konumunu ve aksiyal

iskeletin stabilizasyonunda önemli olan omurga segmentlerinin stabilizasyonunu sağlar. Postüral dizilimin uygun bir şekilde sağlanması ve vertebralar arasında stres yaratan anormal yüklerin sınırlandırılması, stabil bir gövde ile mümkündür. Aynı zamanda gövdenin stabilizasyonu, ekstremitelerin hareketini güvenle sağlamak için bir temel oluşturur. Gövdenin aktif stabilizatörleri, intrinsik ve ekstrinsik stabilizatörler olmak üzere ikiye ayrılırlar.

İntrinsik gövde stabilizatör kasları; Transvers spinal kaslar ve kısa segmental kas gruplarından oluşan, vertebral kolon ile çevresindeki kısa yapıda ve derinde bulunan kaslardır (60). Transvers spinal kaslar semispinalis kasları, multifiduslar ve rotatör kas gruplarıdır (21). Kısa segmental kasları ise interspinal kaslar ve intertransvers kaslardan oluşturur. Aynı anda az da olsa, vertebralar arasındaki bağlantıyı ve tam bir dizilimi kontrol ederek, omurganın stabilizasyonunu sağlarlar. Segmental kasların içeriğinde bulunan yoğun kas içcikleri sayesinde, kas yapılarındaki ince ayar kabiliyetleri artırılır. Vertikal yönde çalışan interspinal ve intertransvers kaslar %100 bir kuvvet oluştururlar. Diğer kas grupları ise horizontal olarak 0-90° arasında bir açıyla kuvvet oluştururlar. Kasların bilateral gergin bir tel gibi dizilimi vertikal ve horizontal stabilite dışında, tüm vertebral kolon hattı boyunca ekstansiyon, lateral fleksiyon ve aksiyal rotasyon hareketleri için bir tork yaratırlar. Böyle bir hassas kas kontrolü olmazsa vertebral kolonun anormal eğrilikleri ve hareketliliği oluşabilir, hatta instabilite yaratacak ağırlı durumlara da neden olabilir.

Ekstrinsik stabilizatör kaslar; vertebral kolonunun dışında bulunan kranyum, pelvis, kostalar ve alt ekstremitte yapılarına uzanan, uzun kas parçalarını içerir. Gövdenin ana ekstrinsik stabilizatör kasları, abdominal kaslar, erektör spinalar, quadratus lumborum, psoas majör ve lumbopelvik bölge ile bağlantı sağlayan kalça

kaslarından oluşur (21). Yapısal olarak uzun ve kalın, kranium, vertabral kolon, pelvis ve alt ekstremiteler arasında semirijit bağlantı oluşturarak gövde stabilizasyonunu sağlarlar (61). Bu kasların geniş ve birden fazla bölgeden geçmesi sebebiyle stabilizasyonun genel kontrolünü sağlarlar (62). Genel olarak büyük yapıda olan bu kaslar, kesit alanları ve kaldıraç kolları nedeniyle gövde ve kalçaya yakın seyreden eklemler için önemli seviyede tork üretirler. Gövdenin üst segmentlerine gelen dış kuvvetler, iskelet yapısının üst veya alt kısımlarının stabilizasyonunu bozabilir (21).

Lumbopelvik bölgenin üç düzlemde de stabilize edilmesinden psoas majör, quadratus lumbroum, erektör spinalar, abdominal kaslar ve bu kasların aktivasyonu rol alır. Karın kasları lumbal bölgenin stabilizasyonunu, yeterli bir aktivasyon ile abdominal bölgenin basıncını artırarak sağlar. Horizontal olarak seyreden transversus abdominus kası bel bölgesi ve sakroiliak eklemden sabitleyici bir etki yaratır. Erektör spinalar, quadratus lumborum, gluteus maksimus gibi ekstansör kasların kuvvetine, abdominal kasların aktivasyonu ile karşı konulur ve pelvis stabilizasyonu sağlanır. Omurganın pelvisle bağlantılı olan kısmında ve kaudal kısmında düzgün bir stabilizasyon sağlanırsa sakroiliak eklem, kalça, alt ekstremiteler ve gövdeye etkiyen kuvvetlerin iletilmi doğru bir şekilde gerçekleşmiş olur. Sağlıklı bir duruşta gövde üzerine etki eden tüm kas yapıları, statik ve dinamik olarak gövdenin stabilizasyonuna destek olur (60-62).

2.5 Genu Rekurvatum

Genu rekurvatum, sagittal düzlemde tibiofemoral eklem normal hareket aralığının 5°'nin üzerinde yani anormal hiperkestansiyonda olmasıdır (1,11). Genu rekurvatum durumunda, femurun biyomekanik olarak öne doğru olan yuvarlanma hareketi gerçekleştirilemez ve femurun öne doğru tilti görülür. Bu durum da tibianın

femur ile beraber anterior yönde kompresyon oluşturur (1). Sagital düzlem üzerinde, yer reaksiyon kuvvet hattının diz eklemine önünden geçmesi ile karakterizedir (11). Diz tam ekstansiyonda ayakta dururken, yer çekim çizgisini vücut ağırlığından az miktarda öne ve dizin medio-lateral dönme eksenine doğru yönlendirir. Yer çekim kuvvetinin bu şekilde yönlendiğiyle, diz ekleminde ekstansiyonu sağlayan bir tork üretilir ve mekanik bir kilitlenme oluşur. Bu mekanik kilitlenme, kuadriseps kaslarının ayakta duruş pozisyonunda aralıklı şekilde gevşemesini sağlar. Diz eklemine ekstansiyonunu sağlayan bu tork, öncelikli olarak diz eklemine arka kapsülündeki yapıların pasif gerilimi, gastroknemius kası ve dizin gergin durumda olan diğer fleksör kasları tarafından karşılanır (21). Genu rekurvatum deformitesi fonksiyonelliği bozarak yürüyüş sırasındaki mekanik iş yükünü artırır (11). Diz eklemine arka kapsülünde bulunan yapılar, genu rekurvatum durumunda stres altında kalabilir (1).

2.5.1 Genu Rekurvatum Etiyolojisi

Travma, idiyopatik, metabolik bozukluklar ve enfeksiyon gibi etyolojik faktörler genu rekurvatum patolojisine sebep olabilir (63). Genetik ise etkileyebileceği düşünülen, henüz araştırılmakta olan faktörlerdendir (64). Genu rekurvatum konjenital veya edinsel olabilir. Nöromusküler patolojiler (11) ve kas-iskelet sistemindeki değişiklikler ve problemler, genu rekurvatum deformitesine sebep olabilir (13).

2.5.1.1 Nöromusküler Nedenler

Üst veya alt motor nöron problemlerinden sonra gelişen, nöromusküler durumların birer neticesi olarak ortaya çıkan genu rekurvatum, ilerleyici bir deformitedir. Üst motor nöron problemlerinden olan inme, serebral palsi (SP), multipl skleroz sonrası oluşur. İnme vakalarında %40-68 arasında görüldüğü

bildirilmiştir (11,13). Alt motor nöron sorunlarından olan kauda ekuina sendromu ve poliomyelit patolojileri de yine genu rekurvatuma sebep olabilir.

Ayak bileği plantar fleksörlerinde veya kuadriseps femoris kas grubunda oluşan spastisite de diğer bir nedendir. Etkilenen kas grubu ve patolojiye bağlı olarak değişmekle birlikte, bireyler yer reaksiyon kuvvetini diz ekleminin önünden geçirme amacıyla diz eklemlerini hiperekstansiyonda tutabilirler (65). Örneğin; nöropati veya polio nedeniyle kuadriseps femoris kasında oluşan periferik paralizi sonucu gelişen, kuadriseps femoris zayıflığının kompanzasyonunda.

Diz ekstansör kaslarından olan vastus kas gruplarında görülen spastisite durumunda, sıklıkla yürüyüşün duruş fazının başlangıcında eksentrik bir diz fleksiyonu oluşturarak, ayak ile zeminin temasını kesmeye yönelik harekete yardımcı olur. Normal olarak görülen bu diz fleksiyonu duruş fazında, eğer diz ekstansör kaslarında spastisite varsa anormal diz ekstansiyon hareketine dönüşecektir.

Nörolojik hastalık gruplarında görülen ekin deformitesi veya sert diz duruşu gibi yürüyüş kinematiğinde görülen anormal durumlar da genu rekurvatumla ilişkilidir.

L5 seviyesinde meydana gelen omurga yaralanmalarında, kalça kaslarında meydana gelen zayıflık biyomekanik olarak pelvisin öne doğru tilt hareketine, anormal kalça fleksiyon hareketine, lumbar lordozun anormal artışına neden olur. Bu mekanizmada yine biyomekanik olarak kompanzasyon sağlamak amacıyla diz ekleminin hiperekstansiyonu görülür.

SP'de hamstring kas grubunun zayıflığı durumunda, diz fleksiyonu hareketini kompanse etmek için yine diz ekleminin hiperekstansiyon durumu görülür (66). Normal duruş fazında eğer ekstansör kaslar spastik ise diz fleksör kasları bu durumu kontrol etmek için kasılırlar. Tam tersi bir durum olarak diz fleksör kaslarında

spastisite varlığında, diz ekleminde anormal ve kalıcı bir fleksiyon yaratır. Böyle bir durumda ayak bileğinin dorsi fleksiyon hareketi limitlenir. Yürüyüşün duruş fazında, ayak bileği ekleminin yetersiz dorsi fleksiyonu sonucu tibiaı öne itilemez ve diz eklemi hiperekstansiyona gider (13).

2.5.1.2 Kas-İskelet Sistemi ile İlgili Nedenler

Deformitenin kaynağı değişmekle birlikte sadece kemik doku, yumuşak doku veya tüm bunların kombinasyonundan kaynaklanabilir (67).

Kemik doku kaynaklı nedenler: Yanlış kaynamış metafiz kırıkları, patella alta (68), Osgood-Schlatter patolojisinin sekeli olarak çocuklarda ve kırıkta yaralanmalarından sonra görülebilir (69). Proksimal tibia fizisinin, erken kapanması yine genu rekurvatumun önemli bir nedenidir (3).

Yumuşak doku kaynaklı nedenler: Sagital ve frontal düzlemde diz ekleminde stabilitenin korunması açısından önemli rol oynayan yumuşak dokulardaki (70) ligamentöz problemler (71), bağ doku gevşekliği olarak da adlandırılan laksite (1) problemi, kas zayıflıkları ve propriosepsiyon duygusu ile ilgili sorunlar genu rekurvatuma neden olur (72).

Ligamentöz problemler: Diz ekleminin arkasında yer alan 3 ligamentöz yapının bozukluğu, genu rekurvatuma sebep olur. Bunlar; diz ekleminin arka kapsülü, posterior oblik ligament ve posterolateral köşe yapılarıdır. Posterior oblik ligamentin diz ekleminin hiperkestansiyon hareketini kısıtlayan başlıca ligament olduğu kadavra çalışmaları ile de gösterilmiştir, bu nedenle genu rekurvatum patolojisinin önemli sebeplerinden biridir (71).

Valgus deformitesine bağlı olarak gelişen iliotibial bandın gerginliğinde de yine tibia hiperekstansiyon yönünde harekete zorlanarak, genu rekurvatuma neden olabilir (71).

Laksite: Eklemlerin aşırı hareketi olarak da tanımlanan hiperlaksite, diz eklemi için tibianın femur üzerinde fazla hareketi veya patellofemoral ekleme patellanın troklea üzerinde fazla hareketi olarak tanımlanır (57). Bağ dokusunu etkileyen bazı hastalıklar dışında (Marfan sendromu gibi), laksite ayrı olarak görüldüğünde ve kas iskelet sisteminde de problemler gösteriyorsa hipermobilitate sendromu olarak da adlandırılır (73). Ligamentlerde görülen laksite, eklemlerin normal hareket aralığının dışına çıkmasına neden olarak, fazla hareket yaratır ve hipermobilitayla sonuçlanır. Genu rekurvatumun kadınlarda ve genetik olarak bağ dokusu gevşekliğı olan kişilerde daha sık görüldüğü bildirilmiştir (74). Diz eklemının laksitesi ve genu rekurvatum patolojisinin ilişkisi literatürde net bir şekilde tanımlanmamış olmakla birlikte, patellofemoral ve tibiofemoral eklemleri beraber etkilediğı düşünölmektedir. Tibiofemoral eklemın laksitesi, diz eklemının kilitleme problemi, patellofemoral eklemın destek kolunun azalması ve kuadriseps femoris kasının fonksiyon bozukluğundan kaynaklanır (75).

Diz eklemının posterolateral köşe yapılarının laksitesi genu rekurvatuma ve dizin pasif hiperekstansiyonuna sebep olabilir (30). Posterolateral köşe yapıları lateral kolletral ligamenti, popliteusu, iliotibial bandı, arkuat ligamenti, lateral menisküsü, arka kapsül, gastroknemius kasının lateral kısmını (11) ve biseps femoris kasının da yer aldığı hem kapsüler hemde kapsüler olmayan yapıları içerir ve diz eklemının posterolateral stabiltesinde önemli rol oynar (21,57).

Kas zayıflıkları: Başlıca kuadriseps femoris kasının zayıflığı ve kuadriseps ile hamstring kaslarının oranındaki dengesizlik, hamstring ve gastroknemius kaslarının zayıflığı ve alt ekstremitenin başka kaslarının kuvvetinde olan değışikliklere kompensatuar olarak gelişen durumlar (kalça ekstansör kaslarının zayıflığı, aşırı kalça fleksiyonu) genu rekurvatuma sebep olabilir (1,71). Genu rekurvatum

durumunda bireyler zayıf olan kuadriseps femoris kasını kompanse etmek amacıyla diz hiperekstansiyonunu artırırlar, böylece yer reaksiyon kuvveti diz ekleminin önünden geçer ve eklem stabilize edilebilir (1).

Propriosepsiyon: Propriosepsiyon, eklemlerin ya da vücut parçalarının uzaysal pozisyonunun bilinçli veya bilinçsiz olarak algılanması (eklem pozisyon hissi), vücudun herhangi bir segmentinde oluşan hareketlerin hissedilmesi (kinestezi) ve kasların motor hareketlerinin ayarlanması, sürdürülebilmesi için duysal bilgilerin üst merkezler tarafından işleme yeteneği olarak tanımlanır (71,76) . Görsel ve vestibüler sistemler, proprioseptif sisteme dahil olarak, çevresel bilgilerin duysal olarak alınması dışında, bu verilerin işlenmesine ve böylece postüral stabilitenin korunmasında görev alırlar (77). Proprioseptif duyu, eklemlerin stabilizasyonunun korunması için kasların koordineli olarak kasılmasında ve vücut segmentleri arasındaki dengenin korunmasında rol oynar (77). Hareketlerin en uygun motor kontrolünün sağlanması, proprioseptif bilgiyi sağlayan ve hareket sistemlerinde (lokomotor sistem) görev alan mekanoreseptörler sayesinde gerçekleşir (78). Kasların kasılma hızı ile bilgi sağlayan kas içcikleri ve kasın gerimi hakkında bilgi sağlayan golgi tendon organları gibi proprioseptif bilgi sağlayan deri, ligamentler ve eklem kapsülleri bilgileri beyine iletir ve burada bilgiler işlenir (77).

Golgi tendon organları, pasinian cisimcikleri, kas içcikleri, ruffini uçları ve eklemlerde bulunan duysal mekanoreseptörler asıl periferik proprioseptörlerdir (77). Merkel disklerini ve mekanoreseptörleri de kapsayan Ruffini cisimcikleri dokunma, basınç, titreşim ve cilt gerimi hakkında merkezi sinir sistemine bilgi verirler (79). Eklem pozisyonunun algılanmasında golgi tendon organı ile beraber ruffini uçları, eklem hareket hissinin algılanmasında pasinian cisimciklerinin görev aldığı düşünülür. Diz ekleminin önemli duysal geri dönüşlerini sağlayan bu yapılar,

menisküs yapılarının ön ve arka boynuzlarında bulunurlar (30). Yapılan çalışmalarda diz ekleminde birden fazla proprioseptör olduğu, menisküs, çapraz ve kollateral bağlarda yine birden fazla duysal inervasyonu sağlayan bu yapıların olduğu bildirilmiştir (77).

Mekanoreseptörlerden gelen duysal bilgileri bilinçaltında işleyen beyin, propriosepsiyon sağlanırken aynı zamanda vücudun başka aktivitelerine odaklanılmasını da sağlar ve böylece ortamdaki ani gelişen durumlara karşı hızlı bir cevap oluşturur. Reseptörler sayesinde alınan bilgiler, duysal lifler aracılığı ile medulla spinalisteki dorsal boynuz giriş yapar ve burdan beynin ilgili kısımlarına (medulla, talamus ve somatosensöriyel korteks) giden nöronlarla sinaps yapar (71). Bu şekilde afferent yolla bilginin modülasyonu sağlanırken, aynı zamanda beyin efferent yolla sinyaller yollayarak proprioseptif duyuya katkı sağlar (80). Net olan bir eklem pozisyon hissi, motor hareketlerin ayarlanması ve kas refleksi ile beraber beceri ya da ustalık gerektiren hareketlerde dinamik olarak eklem stabilitesini sağlar (72). Yeterli proprioseptif duysal girdi sağlanamadığında, vücut yorgunluk ve ligament yaralanmalarına açık hale gelebilir. Eklem hipermobilitesi ve osteoartrit gibi patolojik durumlarda proprioseptif duyu bozulabilir (71). Gelişen anormal postüral dizilim bozukluklarının, diz ekleminin duysal girdilerini değiştirebileceği ve dinamik dengeyi etkileyebileceği bildirilmiştir (77). Biyomekanik olarak genu rekurvatum gibi patolojik ekstremitte duruşları, diz ekleminin pozisyon hissindeki yetersizlikten meydana gelebilir. Bozulan propriosepsiyon duyusu, diz eklemine yaralanmaya daha açık hale getirebilir. Genu rekurvatum da ayrıca instabilite ve dejeneratif eklem problemlerine sebep olabilir (72).

2.5.2 Genu Rekurvatumun Semptomları ve Etkileri

Diz eklemının hiperekstansiyonu, femurun öne doğru olan yuvarlanma hareketini engellediği için dizin ön segmentlerinde, femurla tibianın arasında bir kompresyon kuvveti oluşturur. Artan kompresyon kuvveti dizin ön kısmında ağrı yaratır (71). Sıklıkla kuadriseps kasında atrofi ve ön diz ağrısı gelişir (70). Kuadriseps zayıflığı olan bireyler, daha fazla diz stabilitesi sağlamak amacıyla dizin hiperekstansiyon pozisyonunu artırarak bu durumu kompanse edebilirler. (1). Femurun iç rotasyon hareketini de etkileyen hiperekstansiyon, diz posterior yapılarında ve AKL üzerinde gerginlik yaratır (1). Klinik bulgularda instabilite varlığı, bacak boyu eşitsizlikleri (64), diz hiperekstansiyonuna eşlik eden valgus deformitesi, kas zayıflıkları veya gerginlikleri ve dizin ön kısmında patellar “fat-pad” görülebilir.

Bireyler, diz eklemi arka kapsülü ve arka bağlarının anormal gerilmesine bağlı olarak dizin arka kısmında gelişen ağrıdan şikayet ederler (13). Artan hiperkestansiyon pozisyonunun sıklıkla dizin posterolateral köşe yaralanmalarına da neden olduğu bildirilmiştir (81). Hiperekstansiyon pozisyonu, çok fazla sayıda diz yaralanma paternine eşlik eder ve PKL’de de yaralanmaya sebep olur (7,8,82). Genu rekurvatumun yürüyüşü etkilediği, yürüyüş sırasında daha fazla efor harcanmasına (83) ve dizin hiperekstansiyon pozisyonunda, yürüyüşün diz eklem kapsülü ve diz arkasındaki yumuşak dokuların dejenerasyonuna sebep olduğu ve ağrı gelişme riskini artırdığı belirtilmiştir (84). Genu rekurvatumun sagittal planda yarattığı tibial translasyon nedeniyle yürümek gibi hafif zorluk gerektiren aktiviteleri gerçekleştirmek zorlaşır, patellofemoral eklem mekanizmasını bozarak kaldıraç kolunu etkiler ve böylece ekstansör mekanizmada sorun yaratır (70).

Genu rekurvatumun, AKL yaralanmaları için yüksek düzeyde risk taşıdığı ve 5° üzerindeki hiperekstansiyonun AKL greftlerinin yırtılma riskini 2 kat artırdığı belirtilmiştir (7,84) London ve ark. kadın atletler üzerinde yaptıkları çalışmada, genu rekurvatum ve AKL yaralanması arasında pozitif yönde bir ilişki bulmuşlardır (85).

Genel eklem laksitesinin kadınlarda daha fazla olması, hormonal faktörler (86) nedeniyle genu rekurvatuma neden olabileceğinden bahsedilmiş (87) ve kadınlarda artan anterior pelvik tilt ile bu artışın kalça ekleminde fleksiyon momenti oluşturduğu ve dizi hiperekstansiyona yönlendirdiği öne sürülmüştür.

Uzun süreli hiperekstansiyona maruz kalındığında diz ekleminin yük taşıma reaksiyonu, alt ekstremitelerin ise biyomekanik dizilimi değişir ve menisküslerde patolojik değişiklikler meydana gelir ve böylece ayakta durma esnasında stabilite azalır, vücudun öne doğru eğimi gözlenir (88). Yapılan çalışmalarda hemipleji hastalarında genu rekurvatumun diz ekleminde sürekli terkarlayan yük artışı nedeniyle dejeneratif bir takım değişiklikler meydana geldiği bildirilmiştir. Diz osteoartrit problemlerinde de yine genu rekurvatum risk faktörü olarak gösterilmiştir (89).

Genu rekurvatum alt ekstremitte dizilimini etkileyerek, alt ekstremitte segmentlerinin arkaya doğru hareketine sebep olur (77). Bu durumda vücudun reaksiyon kuvvetleri değişir, basınç merkezinin yönünü değiştirebilir. Alt ekstremitte dizilimini etkilediği bilinen genu rekurvatumun, posterior pelvik tilt, kalça ekleminin ekstansiyon ve ayak bileğindeki plantar fleksiyon yönündeki hareket gibi sagittal düzlemde gözlenen durumlarla ilişkisi olduğu bildirilmiştir.

Dizde gelişen anormal postürler, diz ekleminin duysal girdilerini değiştirerek proprioseptif duyuyu etkiler, böylece dinamik ve statik denge etkilenir. Bozulan proprioseptif duyuyla beraber postüral salınımlarda artış görülür. Genu

rekurvatumu olan bireyler, zayıf proprioseptif duyu sebebiyle görsel sistemlerin bilgilerine daha çok ihtiyaç duyarlar (90). Genu rekurvatumun yarattığı bu postüral değişiklikler, mekanik olarak denge kontrolünü olumsuz etkiler. Sadece alt ekstremitte kas fonksiyonlarını değil aynı zamanda genu rekurvatum kalça ve ayak bileğinin proprioseptif duyusunu da değiştirir (77). Bireylerin diz hiperekstansiyon pozisyonlarını normal olarak algılamaları daha fazla kuvvet gerektiren bir aktivite yapmak istediklerinde, diz ekleminin hiperekstansiyon pozisyonunu artırarak diz yaralanma riskini artırabilirler (21).

Literatür araştırmalarımızda nörolojik problemlerde genu rekurvatum ile ilişkili faktörlerin araştırıldığı birçok çalışma olsa da sağlıklı bireylerde bu konuyla ilgili yapılan çalışmaya rastlanılmamıştır. Literatürdeki bu eksiklikten yola çıkarak genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerin pelvik tilt açısı, medial longitudinal ark yüksekliği, kas kısalığı, esnekliği, laksite düzeyi (eklem hiper-mobilitesi), dinamik denge, gövde kas endüransı, alt ekstremitte kas kuvveti ve diz propriosepsiyonunu karşılaştırmak amacıyla bu çalışmanın yapılması planlanmıştır.

Bölüm 3

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Bireyler

Çalışmaya 18-35 yaş aralığında genu rekurvatumu olan ve genu rekurvatumu olmayan sedanter bireyler dahil edildi. Çalışma, Doğu Akdeniz Üniveristesi, Sağlık Bilimleri Fakütesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Spor Yaralanmaları Rehabilitasyon Laboratuvarında gerçekleştirildi.

Çalışmanın örneklem büyüklüğünü hesaplamak için G-Power sürüm 3.1.9.2 bilgisayar programı kullanıldı. Yapılan güç analizi sonucunda genu rekurvatumu olan ve olmayan sedanter bireyleri karşılaştırmak için çift bacaklı Mann Whitney U ve t testi kullanıldı, $d=0,5$, $\alpha=0,05$ ve $\beta=0,20$ varsayımları altında örneklem büyüklüğü her bir grup için 67 kişi olmak üzere toplam 134 kişi olarak belirlendi.

Bu çalışma Doğu Akdeniz Üniversitesi Sağlık Etik Alt Kurulu tarafından 17.11.2020 tarihli 2020/06 sayılı toplantısında onaylandı (ETK00-2020-0236) (Ek 1). Etik kurul onayı alındıktan sonra dahil edilme ve edilmeme kriterlerine uygun bireylere çalışmanın içeriği hakkında bilgi verildi. Çalışmaya katılmak isteyen bireylerden aydınlatılmış onam formunu imzalamaları istendi. Çalışmaya dahil edilme ve dışlanma kriterleri şu şekildedir;

3.1.1 Dahil Edilme ve Dışlama Kriterleri

Dahil edilme kriterleri;

- 18-35 yaş aralığında,
- Düzenli olarak fiziksel aktivitesi olmayan (haftada en az 3 gün, 40 dk ve üzerinde fiziksel aktivite), sedanter bireyler.

Genü rekurvatumlu bireyler:

- Dominant taraf diz ekleminde 5° ve üzerinde hiperekstansiyona sahip, bireyler.

Genü rekurvatumu olmayan bireyler:

- Her iki dizinde 5° ve üzerinde hiperekstansiyona sahip olmayan

Her iki grup için geçerli dışlanma kriterleri;

- Beden kütle indeksi $>30\text{kg/m}^2$ olan,
- Düzenli fiziksel aktivitesi olan (haftada en az 3 gün, 40 dk ve üzerinde fiziksel aktivite), sedanter olmayan
- Diz, ayak ve ayak bileği için ortez gibi yardımcı cihaz kullanan,
- Nörolojik hastalığı (ör: hemipleji, SP) olan,
- Yapılacak antropometrik ölçüm sonucu alt ekstremitte eşitsizliği olan,
- Son 6 ay içinde herhangi bir kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinde yaralanma veya cerrahi öyküsü olan bireyler çalışmaya dahil edilmedi.

Çalışma 18-35 yaş arasında genu rekurvatum deformitesine sahip olan ve olmayan, dahil edilme kriterlerine uygun olan 136 gönüllü katılımcıyla gerçekleştirildi. İki grup için de aynı değerlendirmeler, aynı fizyoterapist tarafından yapıldı.

3.2 Yöntem

3.2.1 Sosyodemografik Bilgi Formu

Bireylerin cinsiyet, yaş, boy, kilo, beden kütle indeksi (BKİ), ile dominant alt ekstremite bilgileri kaydedildi. Her bireyin boy ölçümü ayakta gerçekleştirildi. Boy ve kilo ölçümü için standart bir mezura ve baskül kullanıldı. Dominant ekstremitenin belirlenmesi için bireylerin topa vurmak için tercih ettikleri alt ekstremite tarafı sorgulandı (91).

3.2.2 Genu Rekurvatum Açısı

Bireyler ayakta dururken, test edilecek bacağına ağırlık aktarması ve aktif kuadriseps kontraksiyonu yaparak diz ekstansiyonunu artırması istendi. Bu sağlandıktan sonra dijital gonyometrenin pivotu lateral eklem çizgisine, bir kolu lateral malleolu, diğer kolu trokanter majoru gösterecek şekilde yerleştirilip tek ölçüm yapıldı. Ayakta aktif kuadriseps kontraksiyonu ile yapılan genu rekurvatum ölçümünün intertester sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC: 0,95) ve intratester (ICC: 0,094) güvenilirliğinin daha yüksek olduğu ve fonksiyonel postürü daha iyi yansıtacağı söylenilmiştir (92). Dijital gonyometrenin universal gonyometre ile eşdeğer inter ve intra rater güvenilirliği olduğu gösterilmiştir (93).



Şekil 1: Genu Rekurvatum Açısı

3.2.3 Alt Ekstremitte Uzunluk Ölçümü

Bireyler sırtüstü yatarken, alt ekstremiteler anatomik pozisyonda (diz ve kalça ekstansiyonda, ayak bilekleri nötral pozisyonda) iken SİAS'ın inferioru ve medial malleol'un inferioru arasındaki mesafe mezura ile tek sefer ve bilateral ölçülerek kaydedildi. Bu ölçüm yönteminin en yüksek geçerliliğe sahip olduğu ve güvenilir olduğu gösterilmiştir (94,95).



Şekil 2: Alt Ekstremitte Uzunluk Ölçümü

Yukarda yer alan ölçümler sonucunda dahil edilme ve dışlanma kriterlerine uygun bireyler çalışmaya dahil edildi ve aşağıdaki değerlendirmeler uygulandı.

3.2.4 Pelvik Tilt Açısı

Pelvik tilt açısı ayakta rahat duruş sırasında inklinometre uçlarının aynı taraf SİAS ve SİPS'leri üzerine konularak ölçüldü; anterior tilt varlığında açı (+), posterior tilt varlığında ise (-) olarak kaydedildi. Pelvik tilt açısı intertester güvenilirliği için elde edilen ICC değeri 0.82 olarak bulunmuştur (96).



Şekil 3: Pelvik Tilt Açısı

3.2.5 Naviküler Düşme Testi

MLA yüksekliğini ve esnekliğini değerlendirmek amacıyla uygulandı. Brody yönteminin (98) modifiye versiyonu kullanılarak değerlendirildi. Katılımcılar zemin üzerinde, yalınayak dururken, naviküler tüberozite işaretlendi; ayağın talar kubbesinin lateral ve medial yönü başparmak ile ve talar kubbenin anteromedial kısmı işaret parmağı ile palpe edildi ve. Subtalar eklem nötr konumdayken, naviküler tüberozite ile zemin arasındaki mesafe, bir cetvelle milimetre (mm) cinsinden ölçüldü. Aynı işlem otururken tekrar naviküler tüberozite işaretlenerek yüksekliği ölçüldü. Her iki ölçüm sırasındaki naviküler tüberozite yüksekliği arasındaki fark kaydedildi ve bu işlem 3 kez tekrarlandı. Değerlendirme için dominant ekstremitte kullanıldı. Naviküler düşme testinin güvenilirliğinin yüksek olduğu (98,99) ve medial longitudinal ark yüksekliğini değerlendirmek için tekrarlanabilir, geçerli ve basit bir test olduğu gösterilmiştir (99).

3.2.6 Kas Kısalık Testleri

3.2.6.1 Kalça Fleksörlerinin Kısalık Testi

Modifiye Thomas testi kullanıldı. Değerlendirme için kişiden yatağın ucuna denk gelecek şekilde sırtüstü yatması istendi. Test edilen bacak masadan sarkıtılırken, birey non-dominant bacağı göğsüne çekti ve kalça fleksiyon açısı gonyometre ile ölçüldü (100). Ölçüm sırasında gonyometrenin pivotu trokanter majore, hareketli kolu femur lateral uzun eksenine paralel ve sabit kolu ise yere dik olarak yerleştirildi. 5 saniye (sn) aralıklarla 2 ölçüm yapıp ortalaması alındı ve derece (°) cinsinden kaydedildi. Bu ölçüm yönteminin güvenilir olduğu bildirilmiştir (101).

3.2.6.2 Kuadriseps Femoris Kısalık Testi

Birey yüzüstü yatarken pelvis (anterior tilti) veya lumbal omurga hareket etmeye (ekstansiyonu) başlayana kadar, direnç hissedilene kadar veya rahatsızlık hissi duyulana kadar (102,103), diz pasif olarak fleksiyona getirildi ve topuk-kalça arası mesafe mezura ile ölçüldü ve cm santimetre (cm) cinsinden kaydedildi (104). Değerlendirme için dominant ekstremite kullanıldı. Test 5 sn'lik aralarla tekrar edildi ve 2 değerlendirmenin ortalaması alındı (105).



Şekil 4: Kuadriseps Femoris Kısalık Testi

3.2.6.3 Hamstring Kısalık Testi

Birey sırtüstü pozisyonda, alt ekstremiteler ekstansiyonda olacak şekilde pozisyonlandı. Non-dominant alt ekstremitte yatak üzerinde stabilize edilirken, dominant taraf hamstringlerin kısalığını test etmek için diz 90° fleksiyonda iken hastanın bacağı fizyoterapist tarafından pasif olarak ekstansiyona getirildi. Fizyoterapistin hafif direnç hissettiği veya hasta hamstring kasında güçlü ancak tolere edilebilir bir gerilme hissi bildirdiği son noktadaki açı universal gonyometre ile değerlendirildi. Hareketli kol ile yere dik inen çizgi arasındaki açı sonuç olarak kullanıldı. Diz ekstansiyon açısı testi için dominant alt ekstremitte kullanıldı. Değerlendirme 5 sn'lik aralarla tekrarlandı ve değerlendirmelerde 2 ölçümün ortalaması alındı ve ° cinsinden kaydedildi. Bu testin intratester güvenilirliğinin yüksek (ICC:0,99) ve hamstring kas kısalığını değerlendirmede altın standart olduğu bildirilmiş ve kesme skoru 20° olarak tanımlanmıştır (106).



Şekil 5: Hamstring Kısalık Testi

3.2.6.4 Gastroknemius Kısalık Testi

Bireylerden ağırlık aktarma pozisyonunda ve duvardan destek alabilecek şekilde ayakta durmaları istenildi. Test için dominant alt ekstremite kullanıldı ve inklinometre tuberositas tibia ile diz ön hattının arasına yerleştirildi. Ayak sagittal planda alt bacak ve diz aynı hat üstünde, diz ekstansiyonda, ayak 0° inversiyon ve eversiyonda, topuk zeminle temas halindeyken inklinometre ile ayak bileği dorsifleksiyonu değerlendirildi. Bu güvenilir ölçüm yönteminde (107) birey topuğunu zeminden kaldırdığında topuk zeminle temas ettirilerek yardımcı olundu. Bireyden gövdesini öne doğru eğerek, arka bacak kasları ve dizde gerginlik hissedene kadar ayak bileğini dorsifleksiyona getirmesi istendi. Dorsifleksiyon açısının ölçümünde tibianın vertikal düzlem ile yaptığı açı kullanıldı ve ° cinsinden kaydedildi. Değerlendirme için 3 ölçüm yapıldı ve ortalaması alındı. Ölçümler 10 saniyelik dinlenme aralıklarıyla yapıldı.

3.2.7 Esneklik Testi

Hamstring ve lumbal ekstansör kasların ve gövde fleksiyon esnekliğini değerlendirmek için Otur-Uzan testi kullanıldı. Bireyler yere otururken sabit platforma tabanları tam temasta, kalça 90° fleksiyonda, dizler ekstansiyonda olacak şekilde yerleştirildi. Tabanların hizası 0 noktası olarak kabul edildi. Test esnasında, kollarını öne doğru uzatarak diz pozisyonunu bozmadan platform üzerinde uzanabileceği son noktaya kadar uzanması ve 2 sn beklemesi istenildi. El orta parmağı ile 0 noktası arası mesafe platform üzerine yerleştirilen mezura ile ölçüldü; 0 noktasını geçiyorsa (+), gerisinde kalıyorsa (-) olarak cm cinsinden kaydedildi. Test 3 kez tekrarlanıp ortalaması alındı (108).

3.2.8 Eklem Hiper mobilitesi Değerlendirmesi

Laksitenin belirlenmesinde Beighton Hiper mobilite Ölçeği kullanıldı. Bilateral değerlendirilen 5 farklı test, 0-1 arası puanlanır, 0 puan değerlendirilen parametre yoksa, 1 puan değerlendirilen parametre varsa ölçekte puanlanır. En fazla 9 puan alınan ölçekten 5 ve üstünde puan alan bireylerde laksite varlığı kabul edildi (109). Ölçek dahilinde değerlendirilen parametreler şu şekildedir;

- Omuz 90° fleksiyonda ve önkol supinasyon pozisyonunda iken dirseğin >10° pasif hiperekstansiyonu (bilateral)
- Dirsek 90° fleksiyon ve önkol supinasyon pozisyonunda iken 5. parmağın >90° pasif ekstansiyonu (bilateral)
- Omuz 90° fleksiyon, dirsek ekstansiyon ve el supinasyonda iken 1. Parmağı pasif olarak önkol fleksör yüzüne değdirmek (bilateral)
- Dizin >10° pasif hiperekstansiyonu (bilateral)
- Ayakta dururken, dizler tam ekstansiyonda iken avuç içleri yere tam değecek şekilde gövde fleksiyonu.

Dirsek pasif hiperekstansiyonu, 5. parmağın pasif ekstansiyonu ve 1. Parmağı önkol fleksör yüzüne değdirme oturma pozisyonunda değerlendirildi. Diz hiperekstansiyonu ve gövde fleksiyonu parametreleri ise ayakta değerlendirildi. Gövde fleksiyonu ve 1. Parmağı önkol fleksör yüzüne değdirilmesi parametreleri dışındaki tüm parametrelerin ölçümünde gonyometre kullanıldı.



Şekil 6: Dirsek Pasif Hiperekstansiyonunun Değerlendirilmesi

3.2.9 Dinamik Denge Değerlendirmesi

Modifiye yıldız denge testi olan, Y Denge Testi kullanıldı. Değerlendirme düzeneği olarak anterior ile posteromedial veya anterior ile posterolateral uzanma yönleri arasındaki açı 135°, posteromedial ve posterolateral uzanma yönleri arasındaki açı 90° olacak şekilde 3 adet mezura yere sabitlendi. Bireyden düzeneğin orta noktasında, ayakkabısız ve çorapsız, dominant bacak üzerinde dururken non-dominant bacağın parmak ucuyla 3 farklı yönde (anterior, posteriomedial, posterolateral) maksimum uzaklığa dokunması istenildi. Ulaşılan noktalar mezura üzerinden okundu ve cm cinsinden kaydedildi. Test sırasında tek ayak üzerinde denge korunamadığında, yerdeki topuğun yerle teması kesildiğinde, uzanan ayak yerle temas ettiğinde ve ağırlık aktarıldığında veya yön değiştirirken uzanan bacak başlangıç pozisyonuna getirilemediğinde test yeniden başlatıldı. Test 3 kez tekrar edildi ve ortalamaları alındı. Toplam uzanma mesafesi; [(maks anterior + maks posteromedial + maks posterolateral) / (3 x alt ekstremité uzunluğu)] x100 işlemi ile hesaplandı. Testin geçerliliği ve güvenilirliği için yapılan çalışmada ICC aralığı intrarater 0,85-0,01 ve interrater aralığı 0,99-1,00 olarak belirlendi (110).



Şekil 7: Dinamik Denge Değerlendirmesi (Anterior Yön)

3.2.10 Gövde Kas Endurans Testleri

Gövde kaslarının enduransını değerlendirmek için McGill endurans testi ve Plank testi kullanıldı. McGill endurans testleri içerisinde lateral köprü testi, Biering Sorenson testi ve gövde fleksör testi yer almaktadır.

3.2.10.1 Lateral Köprü Testi

Gövde lateral kas enduransının değerlendirilmesi amacıyla bireylerden, üstte kalan el göğüs önünde çapraz, altta kalan dirsek ise 90°de, önkol üzerinde olacak şekilde yan yatmaları istenildi. Değerlendirme sırasında gövdeleri düz bir hat oluşturacak şekilde kaldırıldı ve bu pozisyonu koruyabildikleri süre sn cinsinden ölçülüp kaydedildi. Test bilateral olarak tekrarlandı (111).



Şekil 8: Lateral Köprü Testi

3.2.10.2 Biering-Sorenson Testi

Sırt ekstansörlerinin statik enduransını değerlendirmek için bireyler yüzüstü pozisyonda ve üst gövde belden aşağıya sarkıtılmış iken baş sandalye üzerinde destekli olacak şekilde pozisyonlandı. Fizyoterapist kalça ve alt ekstremiteleri stabilize ederken bireyler ise kolları göğüs önünde çaprazladı. Daha sonra gövde ekstansiyonu yaparak düz şekilde durmaları istenildi ve düz hat bozulana kadar geçen süre sn cinsinden kronometre ile ölçülüp kaydedildi (111).

3.2.10.3 Gövde Fleksör Testi

Gövde fleksör testi için gövde 60°, diz ve kalça 90° fleksiyon pozisyonunda, kollar göğüs önünde olacak şekilde bir düzenek yardımıyla pozisyonlandı. Birey başlamaya hazır olduğunda düzenek geriye çekilerek pozisyonu koruması istenildi ve gövde pozisyonu bozulana kadar geçen süre kronometre ile ölçülüp sn cinsinden kaydedildi (112).



Şekil 9: Gövde Fleksör Testi

3.2.10.4 Plank Testi

Tüm gövde kas endüransını değerlendiren bu test için, bireylerden dirsekler ve omuzlar fleksiyon pozisyonunda iken yüzüstü yatmaları ve testin başlamasıyla önkol ve ayak parmaklarının üzerinde, baş gövde ve kalçalar düz bir hat oluşturacak şekilde kalkıp durmaları söylenildi ve pozisyon bozulana kadar geçen süre kronometre ile sn cinsinden ölçülüp kaydedildi. Plank Testi %95 gibi yüksek bir güvenilirliğe sahiptir (111).

3.2.11 Alt Ekstremitte Kas Kuvveti Değerlendirmesi

Alt ekstremitte kas kuvveti değerlendirmesi sırasında gelişebilecek yorgunluk propriosepsiyon ölçümlerini etkileyebileceğinden diz propriosepsiyonu ölçümünden sonra değerlendirilecek şekilde planlandı. Diz ekstansör ve fleksör kas gruplarını test etmek amaçlı Humac NORM izokinetik dinamometre kullanıldı. Bireyler, gövdelerinin dik olması amacıyla 90° sırt destekli şekilde pozisyonlandı. Test sırasında olası kompensasyonları önlemek için gövde, pelvis ve uyluk bantlar yardımı ile cihazda sabitlendi. Değerlendirmeler dominant ekstremitte üzerinde yapıldı. kuadriseps femoris ve hamstring kas gruplarının konsentrik ve eksentrik kas

kuvvetini test etme amacıyla 60 °/sn ve 180 °/sn'lik hızlar seçildi (113). Bireyleri teste alıştırmak amacıyla her test öncesi 3 tekrarla submaksimal kuvvette deneme yapmaları istenildi ve her deneme sonrası 10 sn dinlenme verildi. Test değerlendirmelerinden sonra yorgunluğu önlemek amacı ile 2 dakikalık ara verildi (114). Değerlendirmede önce konsentrik sonra eksentrik kas kuvveti değerlendirildi ve değerlendirmeler arasında 5 dk ara verildi (115). Değerlendirme gününden önce, bireylerin kas yorgunluğunu en aza indirmek için son 48 saat içinde kuvvetli fiziksel aktivite yapmamaları hakkında bilgi verildi. Teste başlamadan önce bireyler sabit bir bisiklette 5 dk (70-80 devir/dk) ısınmaları istenildi ve test sırasında tam eklem hareket açıklığını sağlamaları için cihazı hızlı ve sert itmeleri konusunda talimatlar verildi. Maksimum performansın açığa çıkarılması için test sırasında sözel olarak motivasyon sağlandı.



Şekil 10: Alt Ekstremitte Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi

3.2.12 Propriosepsiyon (Diz Eklemi Pozisyon Hissi) Değerlendirmesi

Diz eklem pozisyon hissi Humac Norm izokinetik dinamometre ile diz ekleminin 10° ve 60° fleksiyonunda olmak üzere iki farklı açıda, pasif olarak değerlendirildi (116,117). Bireyler, kalça ve diz eklemi 90° fleksiyon pozisyonunda olacak şekilde pozisyonlandı. Değerlendirme için dominant alt ekstremite kullanıldı. Değerlendirme sırasında ayak çıplak ve gözler açıkken hedef açılar 5 sn boyunca öğrenmesi sağlandı, daha sonra 90° başlangıç pozisyonuna geri dönerek bireylerden öğretilen açılar hareket halinde olan dinamometrede bulması istenildi. Değerlendirme sırasında taktil duyu eliminasyonu için şişirilebilir splint, bireyin dikkatinin dağılmaması ve dinamometrenin seslerini azaltmak için kulaklık ve görsel ipuçlarını engellemek amacıyla göz bandı kullanıldı. Hedeflenen açı ile elde edilen hareket açısı arasındaki değer ‘mutlak hata’ olarak kaydedildi. Propriyoseptif duyu değerlendirmelerinde kullanılmak üzere 1°/sn açısal hız seçildi (118,119). Testler için 1'er deneme ardından 3 tekrar yapıldı ve tekrarlar arasında 30 sn dinlenme verildi. Kaydedilen değerlerin ortalaması kullanıldı.



Şekil 11: Propriosepsiyon (Diz Eklemi Pozisyon Hissi Değerlendirmesi)

3.3 İstatistiksel Analiz

Örneklem büyüklüğü hesabında GPower 3.1.9.2, verilerin analizi için SPSS 26 kullanıldı ve anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak alındı.

Kategorik veriler (cinsiyet) için sıklık ve yüzde, sürekli değişkenler (demografik özellikler) için ortalama ve standart sapma kullanıldı. Gruplara göre kategorik değişkenlerin değişimi için Ki-kare testi sürekli değişkenlerdeki değişim için t testi kullanıldı (120). Genu rekurvatumlu bireylerde ölçülen değişkenler arasındaki ilişki için Pearson korelasyon katsayısı kullanıldı.

Bölüm 4

BULGULAR

Çalışmaya 75 kadın, 61 erkek olmak üzere toplamda 136 birey katıldı. Genu rekurvatum grubunda 31 kadın (%46,3) , 36 erkek(%53,7) olmak üzere toplamda 67 birey çalışmaya katıldı. Kontrol grubunda 44 kadın (%63,8), 25 erkek (%36,2) toplamda 69 birey çalışmaya katıldı. Tablo 1.'de cinsiyetin araştırılmaya dahil edilen genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylere göre değişimi verildi.

Tablo 1: Cinsiyetin Gruplara Göre Değişimi

	Kadın	Erkek	χ^2	p
Genu Rekurvatum Grubu n(%)	31 (46,3) ^a	36 (53,7) ^a	4,208*	,040
Kontrol Grubu n(%)	44 (63,8) ^b	25 (36,2) ^b		

* Pearson Ki-kare

^{a,b} Farklı harfli gruplar arasında anlamlı farklılık vardır.

Diz hiperekstansiyon açılarının gruplara göre ortalamaları tablo 2'de verildi. Genu rekurvatumlu kadınların diz hiperekstansiyon açısı $5,989 \pm 0,846^\circ$, erkeklerin $5,796 \pm 2,253^\circ$ ve grubun toplam diz hiperekstansiyon açısı ise $5,919 \pm 1,501^\circ$ olarak belirlendi. Kontrol grubunda kadınların diz hiperekstansiyon açısı ortalaması $3,055 \pm 1,0888^\circ$, erkek bireylerin ise $2,500 \pm 1,210^\circ$ ve grubunun toplam diz ekstansiyon açısı ortalaması $2,757 \pm 0,846^\circ$ olarak belirlendi.

Tablo 2: Diz Hiperekstansiyon Açılarının Gruplara Göre Ortalamaları

Diz Hiperekstansiyon Açıları(°)	Genu Rekurvatum Grubu Ort ± SS	Kontrol Grubu Ort ± SS
Kadın	5,989±0,846	3,055±1,0888
Erkek	5,796±2,253	2,500±1,210
Toplam	5,919±1,501	2,757±0,846

Tablo 3’de araştırmaya dahil edilen bireylerin demografik özelliklerinin karşılaştırılması verildi. Sürekli değişkenlerin gruplara göre değişimi incelendiğinde; sigara miktarının anlamlı farklılık gösterdiği görüldü ($t=2,249$; $p=,028$). Kontrol grubundaki yer alan katılımcıların günlük sigara tüketimi daha fazladır.

Tablo 3: Grupların Demografik Özelliklerinin Karşılaştırılması

	Ort ± SS		t	P
	Genu Rekurvatum Grubu (n=67)	Kontrol Grubu (n=69)		
Yaş (yıl)	22,261±2,588	23,104±2,612	1,892	,061
Boy (cm)	168,725±15,496	173,090±13,188	1,767	,080
Ağırlık (kg)	67,270±15,648	71,639±17,318	1,545	,125
BKI (kg/m ²)	22,974±3,511	23,350±4,023	,582	,562
Alkol Miktarı (kadeh/hafta)	,971±1,839	1,716±2,811	1,835	,069
Sigara Miktarı (paket/gün)	,188±,384	,746±1,995	2,249	,028

* t: Bağımsız Örneklem t-testi

Tablo 4'te Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerin pelvik tilt açısı ve naviküler düşme test sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılması verildi. Pelvik inklınasyon açısının ve naviküler düşme testinin gruplara göre değişimi incelendiğinde anlamlı farklılık elde edilmedi ($p>,05$).

Tablo 4: Pelvik Tilt Açısının ve Naviküler Düşme Testinin Gruplar Arası Karşılaştırılması.

	Ort \pm SS		t	p
	Genu Rekurvatum Grubu (n=67)	Kontrol Grubu (n=69)		
Pelvik inklınasyon açısı (°)	2,790 \pm 5,930	3,116 \pm 5,145	,343	,732
Naviküler düşme testi (mm)	5,353 \pm 1,226	5,565 \pm 1,377	,942	,348

* t: Bağımsız Örneklem t-testi

Tablo 5'te genu rekurvatumlu bireylerin pelvik tilt açısı ve naviküler düşme testi sonuçlarının cinsiyetlere göre değişimi sunuldu. Cinsiyetlere göre değişim incelendiğinde genu rekurvatumlu bireylerde pelvik tilt açısında anlamlı farklılık görülmezken ($p>,05$), naviküler düşme testinde cinsiyete ($t=-2,036$; $p=,044$) göre anlamlı farklılık olduğu; kadınların naviküler düşme testi puanının erkeklerden daha düşük olduğu görüldü.

Tablo 5: Genu Rekurvatumlu Bireylerde Pelvik Tilt Açısı ve Naviküler Düşme Testinin Cinsiyetlere Göre Değişimi.

	Ort \pm SS		t	p
	Kadın (n=31)	Erkek (n=36)		
Pelvik tilt açısı (°)	3,701 \pm 5,831	2,028 \pm 5,052	1,766	,080
Naviküler düşme testi (mm)	5,255 \pm 1,354	5,713 \pm 1,197	-2,036	,044

* t: Bağımsız Örneklem t-testi

Tablo 6’te Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerin kas kısalık, esneklik ve Beighton hipermobilite ölçeğinin gruplar arası karşılaştırılmasına ilişkin bulgular verildi. Kalça fleksörlerinin, kuadriseps femorisin, hamstringlerin, gastroknemiusun kas kısalık testleri ve otur-uzan esneklik testinin gruplar arası karşılaştırılması sonucunda fark görülmez iken ($p>,05$), laksite testi olan Beighton Hipermobilite Ölçeği sonuçlarının çeşitli faktörlere göre değişimi incelendiğinde anlamlı farklılık olduğu ($t=-3,871$; $p<,001$) bulundu.

Tablo 6: Kas Kısalık, Esneklik ve Laksite Testlerinin Gruplar Arası Karşılaştırması

	Ort ± SS		t	p
	GR Grubu (n=67)	Kontrol Grubu (n=69)		
Kalça fleksörleri (°)	6,732±3,017	7,033±3,959	,498	,619
Kaudriceps femoris (cm)	12,566±15,341	9,834±4,913	-1,390	,167
Hamstring (°)	17,292±11,950	19,231±11,004	,984	,327
Gastroknemius (°)	20,805±7,538	19,687±6,439	-,929	,354
Otur-uzan testi (cm)	3,916±10,154	,881±9,582	-1,792	,075
Beighton Hipermobilite Ölçeği	3,203±2,200	1,851±1,853	-3,871	<,001

* t: Bağımsız Örneklem t-testi

Tablo 7’da Genu rekurvatumlu bireylerde kas kısalık, esneklik ve Beighton hipermobilite ölçeğinin cinsiyetlere göre değişim sonuçları paylaşıldı. Kalça fleksörlerinin, hamstringlerin kas kısalık testi cinsiyete göre değişim gösterirken ($t=-2,714$; $p<,05$, $t=-3,610$; $p<,001$) göre anlamlı farklılık gösterirken kuadriseps femoris ve gastroknemius kas kısalık testinin farklılık göstermediği ($t=-,880$; $p>,05$) tespit edildi. Esneklik testi olan otur-uzan testinin ve laksiteyi değerlendiren Beighton hipermobilite ölçeğinin cinsiyetlere göre değişimi incelendiğinde ($t=2,399$; $p=,018$, $t=3,411$; $p=,001$) anlamlı farklılık elde edildi. Kadınların kalça fleksör ($t=-2,714$; $p=,08$) ve hamstring ($t=-3,610$; $p<,001$) kas kısalık testi sonuçları erkeklerden daha

düşük iken otur-uzan testi ($t=2,399$; $p=,018$) ve Beighton mobilite ölçeği sonuçlarının erkeklerden daha yüksek olduğu belirlendi.

Tablo 7: Genu Rekurvatumlu Bireylerde Kas Kısalık, esneklik ve Laksite Testlerinin Cinsiyetlere Göre Değişimi.

	Ort ± SS		t	p
	Kadın (n=31)	Erkek (n=36)		
Kalça fleksörleri (°)	6,140±2,891	7,791±3,972	-2,714	,008
Kaudriceps femoris (cm)	10,437±14,904	12,183±4,671	-,880	,381
Hamstring (°)	15,173±11,127	22,027±10,868	-3,610	<,001
Gastroknemius (°)	20,604±7,309	19,824±6,670	,643	,521
Otur-uzan testi (cm)	4,236±9,546	,189±10,075	2,399	,018
Beighton Hiper mobilite Ölçeği	3,080±2,084	1,869±2,029	3,411	,001

* t: Bağımsız Örneklem t-testi

Tablo 8'de genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerin dinamik denge sonuçlarının karşılaştırılmasına dair bulgular verildi. Genu rekurvatumlu bireyler ve kontrol grubunun dinamik denge sonuçları karşılaştırıldığında, Y denge testi toplam puanı, Y denge testi anterior yönde ve Y denge testi posteromedial yönde fark görülmez iken, Y denge testi posterolateral yön ($t=2,132$; $p=,035$) sonuçlarında anlamlı fark olduğu, kontrol grubunun Y denge testi posterolateral yön sonuçlarının genu rekurvatum grubundan fazla olduğu belirlendi.

Tablo 8: Dinamik Dengenin Gruplar Arası Karşılaştırması.

	Ort ± SS		t	p
	Genu Rekurvatum grubu (n=67)	Kontrol grubu (n=69)		
Y Denge-toplam puan (cm)	99,199±11,471	100,234±10,378	,551	,583
Y Denge-anterior (cm)	85,703±10,280	87,306±11,059	,876	,383
Y Denge-posteromedial (cm)	88,249±11,647	91,090±10,374	1,500	,136
Y Denge-posterolateral (cm)	89,068±10,644	93,015±10,948	2,132	,035

* t: Bağımsız Örneklem t-testi

Tablo 9’da genu rekurvatumlu bireylerde dinamik denge sonuçlarının cinsiyetlere göre değişim sonuçları sunuldu. Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerin dinamik denge sonuçları incelendiğinde iki grup arasında Y denge testi toplam puanlar açısından fark görülmezken ($p>,05$), Y denge testi anterior ($t=-6,541$; $p<,001$), posteromedial ($t=-7,139$; $p<,001$) ve posterolateral ($t=-6,432$; $p<,001$) yön açısından anlamlı fark olduğu, kadınların anterior, posteromedial ve posterolateral yön sonuçlarının erkeklerden daha düşük olduğu belirlendi.

Tablo 9: Genu Rekurvatumlu Bireylerde Dinamik Dengenin Cinsiyetlere Göre Değişimi.

	Ort ± SS		t	p
	Kadın (n=31)	Erkek (n=36)		
Y Denge-toplam puan (cm)	98,390±9,469	101,331±12,361	-1,570	,119
Y Denge-anterior (cm)	81,780±8,976	92,287±9,720	-6,541	<,001
Y Denge-posteromedial (cm)	84,336±8,471	96,180±10,467	-7,139	<,001
Y Denge-posterolateral (cm)	86,240±8,899	96,880±10,389	-6,432	<,001

* t: Bağımsız Örneklem t-testi

Tablo 10'da genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerin gövde kas endurans değerlendirilmesinin gruplar arası karşılaştırılmasına dair bulgular verildi.

Genu rekurvatumlu bireyler ve kontrol grubunun gövde kaslarının endurans test sonuçları karşılaştırıldığında, iki grup arasında lateral köprü testi (sağ-sol), Biering-Sorenson testi ve plank testi sonuçları açısından fark olmadığı ($p>,05$), gövde fleksör testi sonuçları açısından anlamlı farklılık ($t=,154$; $p>,05$) olduğu görüldü. Genu rekurvatumlu bireylerin gövde fleksör endurans testi sonuçlarının kontrol grubuna göre yüksek olduğu bulundu.

Tablo 10: Gövde Kas Endurans Testlerinin Gruplar Arası Karşılaştırması.

	Ort \pm SS		t	p
	Genu Rekurvatum Grubu (n=67)	Kontrol Grubu (n=69)		
Lateral köprü testi-sağ (sn)	25,261 \pm 16,318	26,956 \pm 14,756	,635	,527
Lateral köprü testi-sol (sn)	25,377 \pm 15,731	26,723 \pm 14,912	,512	,610
Biering-Sorenson testi (sn)	58,731 \pm 27,175	53,250 \pm 23,578	-,1255	,212
Gövde fleksör endurans testi (sn)	83,641 \pm 56,213	64,429 \pm 40,454	-2,293	,024
Plank testi (sn)	48,251 \pm 27,345	48,982 \pm 28,127	,154	,878

* t: Bağımsız Örneklem t-testi

Tablo 11'de genu rekurvatumlu bireylerde gövde kas endurans testlerinin cinsiyetlere göre değişim değerlerinin karşılaştırılması paylaşıldı. Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde gövde kas endurans testlerinin sonuçları karşılaştırıldığında, iki grup arasında Biering-Sorenson testinde anlamlı fark yokken ($p>,05$), lateral köprü testi (sağ $t=-4,063$; $p<,001$, sol $t=-3,893$; $p<,001$), gövde fleksör endurans testi ($t=2,409$; $p=,017$) ve plank testi ($t=-2,859$; $p=,005$) sonucunda anlamlı fark elde edildi. Sağ-sol lateral köprü testi ve plank testi sonuçları erkeklerin olduğu grupta daha yüksek iken, gövde fleksör endurans testi sonuçları kadınların olduğu grupta daha yüksek bulundu.

Tablo 11: Genu Rekurvatumlu Bireylerde Gövde Kas Endurans Testlerinin Cinsiyetlere Göre Değişimi.

	Ort ± SS		t	p
	Kadın (n=31)	Erkek (n=36)		
Lateral köprü testi –sağ (sn)	21,308±11,743	31,984±17,577	-4,063	<,001
Lateral köprü testi –sol (sn)	21,660±12,853	31,425±16,398	-3,893	<,001
Biering-Sorenson testi (sn)	58,765±26,590	52,669±23,929	1,390	,167
Gövde fleksör endurans testi (sn)	83,301±55,460	62,957±39,559	2,409	,017
Plank testi (sn)	42,657±24,441	55,932±29,706	-2,859	,005

* t: Bağımsız Örneklem t-testi

Tablo 12’de genu rekurvatumlu olan ve olmayan bireylerin izokinetik kas kuvveti değerlerinin gruplar arası karşılaştırmasına ilişkin sonuçlar sunuldu. Genu rekurvatumlu bireyler ve kontrol grubunun izokinetik değerlendirme sonuçları karşılaştırıldığında kuadriseps femoris, hamstring, hamstring/kuadriseps oranı konsentrik ve eksantrik 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlar açısından gruplar arası anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p>,05$).

Tablo 12: İzokinetik Kas Kuvveti Değerlerinin Gruplar Arası Karşılaştırması

	Ort ± SS		t	p
	Genu Rekurvatum Grubu (n=67)	Kontrol Grubu (n=69)		
Kuadriseps femoris konsentrik 60°/sn	202,855±65,53 2	203,194±67,32 2	,030	,976
Hamstring konsentrik 60°/sn	124,464±37,88 7	128,910±42,46 5	,645	,520
Hamstring/kuadriseps konsentrik oranı 60°/sn	62,101±10,284	64,090±12,031	1,037	,302
Kuadriseps femoris eksentrik 60°/sn	266,812±89,80 4	253,104±78,47 4	-,947	,345
Hamstring eksentrik 60°/sn	174,623±57,75 7	173,836±55,13 9	-,081	,935
Hamstring/kuadriseps eksentrik oranı 60°/sn	65,159±19,353	70,940±14,833	1,951	,053
Kuadriseps femoris konsentrik 180°/sn	110,957±70,28 5	113,687±75,51 9	,218	,828
Hamstring konsentrik 180°/sn	80,261±43,163	88,925±51,290	1,067	,288
Hamstring/kuadriseps konsentrik oranı 180°/sn	78,478±25,179	87,239±30,476	1,830	,069
Kuadriseps femoris eksentrik 180°/sn	241,333±84,75 0	243,522±70,57 8	,163	,870
Hamstring eksentrik 180°/sn	162,855±51,67 8	160,866±47,77 3	-,233	,816
Hamstring/kuadriseps eksentrik oranı 180°/sn	67,710±15,019	67,910±15,086	,078	,938

* t: Bağımsız Örneklem t-testi

Tablo 13’de genu rekurvatumlu bireylerde izokinetik kas kuvveti değerlerinin cinsiyetlere göre değişimlerine ilişkin bilgiler paylaşıldı. Genu rekurvatumlu kadın ve erkek bireylerde izokinetik kas kuvvetleri karşılaştırıldığında her iki grup arasında kuadriseps femoris 60°/sn ($t=-7,590$; $p<,001$), hamstring konsentrik 60°/sn ($t=-5,908$; $p<,001$), kuadriseps femoris konsentrik 180°/sn ($t=-3,990$; $p<,001$), hamstring konsentrik 180°/sn ($t=-3,835$; $p<,001$), kuadriseps femoris eksentrik 180°/sn ($t=-2,214$; $p=,029$) ve hamstring eksentrik 180°/sn ($t=-3,448$; $p=,001$) açısal hız

sonuçlarında anlamlı farklılık olduğu ve farkların görüldüğü değerlendirme parametrelerinin erkek bireylerin yer aldığı grupta daha yüksek olduğu tespit edildi.

Tablo 13: Genu Rekurvatumlu Bireylerde İzokinetik Kas Kuvveti Değerlerinin Cinsiyetlere Göre Değişimi.

	Ort ± SS		t	p
	Kadın (n=31)	Erkek (n=36)		
Kuadriseps femoris konsentrik 60 °/sn	169,707±46,72 9	243,984±63,76 7	-7,590	<,001
Hamstring konsentrik 60 °/sn	110,267±32,41 7	146,803±39,71 2	-5,908	<,001
Hamstring/kuadriseps konsentrik oranı 60 °/sn	64,027±10,416	61,918±12,043	1,095	,276
Kuadriseps femoris eksentrik 60 °/sn	247,613±83,14 6	275,361±84,03 9	-1,926	,056
Hamstring eksentrik 60 °/sn	165,840±57,19 9	184,557±53,79 4	-1,949	,053
Hamstring/kuadriseps eksentrik oranı 60 °/sn	65,600±13,949	70,967±20,720	-1,798	,074
Kuadriseps femoris konsentrik 180°/sn	91,027±69,385	138,459±68,39 0	-3,990	<,001
Hamstring konsentrik 180°/sn	71,147±41,479	100,984±49,26 0	-3,835	<,001
Hamstring/kuadriseps konsentrik oranı 180°/sn	85,000±23,885	80,082±32,656	1,013	,313
Kuadriseps femoris eksentrik 180°/sn	229,280±74,10 7	258,557±79,80 3	-2,214	,029
Hamstring eksentrik 180°/sn	148,800±40,94 1	177,951±54,73 4	-3,448	,001
Hamstring/kuadriseps eksentrik oranı 180°/sn	66,867±15,478	68,967±14,424	-,811	,419

* t: Bağımsız Örneklem t-testi

Tablo 14'te genu rekurvatumlu bireylerde 10° ve 60° fleksiyon açısındaki propriosepsiyon sonuçlarının gruplar arası karşılaştırmasına ilişkin değerler verildi. Genu rekurvatumlu bireylerin ve kontrol grubunun propriosepsiyon değerleri karşılaştırıldığında her iki grup arasında 60° fleksiyon açısındaki propriosepsiyon açısından fark görülmez iken ($p>,05$), 60° fleksiyon açısındaki propriosepsiyon açısından anlamlı farklılık olduğu bulundu ($t=-2,366$; $p=,019$).

Tablo 14: 10° ve 60° Fleksiyon Açısındaki Proprioepsiyon Sonuçlarının Gruplar Arası Karşılaştırması.

	Ort ± SS		t	p
	Genu Rekurvatum Grubu (n=67)	Kontrol Grubu (n=69)		
10° fleksiyon proprioepsiyon (°)	20,321±7,263	17,296±7,594	-2,366	,019
60° fleksiyon proprioepsiyon (°)	58,895±5,949	58,963±4,891	,073	,942

* t: Bağımsız Örneklem t-testi

Tablo 15'te genu rekurvatum bireylerde 10° ve 60° fleksiyon açısındaki proprioepsiyon sonuçlarının cinsiyetlere göre değişimine dair veriler sunuldu. Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerin farklı açılardaki proprioepsiyonları karşılaştırıldığında her iki grup arasında 10° ve 60° fleksiyon proprioepsiyon açısından fark olmadığı görüldü ($p>,05$).

Tablo 15: Genu Rekurvatumlu Bireylerde 10° ve 60° Fleksiyon Açısındaki Proprioepsiyon Sonuçlarının Cinsiyetlere Göre Değişimi.

	Ort ± SS		t	p
	Kadın (n=31)	Erkek (n=36)		
10° fleksiyon proprioepsiyon	19,817±7,044	17,572±8,035	1,728	,086
60° fleksiyon proprioepsiyon	58,852±5,842	59,024±4,911	-,182	,856

* t: Bağımsız Örneklem t-testi

Bölüm 5

TARTIŞMA

Nörolojik problemlerde genu rekurvatum ile ilişkili faktörlerin araştırıldığı birçok çalışma olsa da sağlıklı bireylerde bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar çok azdır. Sağlıklı genu rekurvatumlu bireylerde, genu rekurvatum açısı ve alt ekstremitte kas kuvveti ve propriosepsiyonun değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (72,121). Literatürdeki bu eksiklikten yola çıkarak genu rekurvatumu olan ve olmayan sağlıklı bireylerin pelvik tilt açısı, medial longitudinal ark yüksekliği, kas kısalığı, esnekliği, laksite düzeyi, dinamik denge, gövde kas enduransı, alt ekstremitte kas kuvveti ve diz propriosepsiyonunu karşılaştırmak amacıyla bu çalışmanın yapılması planlandı.

Genu rekurvatumlu bireylerle kontrol grubu karşılaştırıldığında, genu rekurvatumlu bireylerin kontrol grubuna kıyasla laksite düzeyinin ve gövde fleksör enduransının daha yüksek, posterolateral yöndeki dinamik dengelerinin ve 10° diz fleksiyonundaki propriosepsiyon duyusunun daha düşük olduğu belirlendi.

Her iki grup arasında pelvik tilt açısında, MLA yüksekliğinde, kalça fleksörleri, kuadriseps femoris, hamstring ve gastroknemius kas kısalıkları, gövde esnekliği, toplam ve anterior-posteromedial yöndeki dinamik denge, gövde lateral kasları enduransı, ekstansör kasları enduransı ve tüm gövde enduransı, alt ekstremitte kuadriseps femoris ve hamstring konsentrik, eksentrik kas kuvveti ve 60° diz fleksiyon propriosepsiyonu açısından fark olmadığı saptandı.

Genu rekurvatumlu kadınlarda erkeklere kıyasla MLA yüksekliğinin, esnekliğin, laksite düzeyinin, gövde fleksör kas enduransının daha fazla yüksek, kalça fleksörleri ve hamstring kas kısalığının, anterior-posteromedial-posterolateral dinamik dengelerinin, sağ-sol lateral gövde ve tüm gövde kas enduransının, kuadriseps femoris ve hamstring konsentrik ve eksentrik kas kuvvetinin daha düşük olduğu tespit edildi.

GR deformitesi kadınlarda daha sık görülür ve literatüre bakıldığında sınırlı sayıda çalışma, kadınların GR açısı ile pelvik tilt açısındaki cinsiyet farklılığından bahsetmektedir (121). Genu rekurvatumun tedavi edilmediği takdirde diz instabilitesine, zayıflığa, osteoartrit ve kronik ağrıya neden olabileceği belirtilmiştir (122). artan genu rekurvatum açısı gibi postüral faktörlerin AKL yaralanmaları ile ilişkisi olduğu bildirilmiştir (123).

Pelvik tilt bazen pelvisin frontaldeki hareketi olarak tanımlanabilirken, sıklıkla pelvisin sagittal plandaki hareketini tanımlamak için kullanılır ve pelvik tilt SİAS ile SİPS arasındaki sagittal düzlemdeki açı olarak ifade edilir (127). Pelvisin anterior veya posterior tilti postüral bir bozukluk olarak kabul edilmektedir. Bilgisayar sistemleri, radyografiler, gonyometre ve inklinometre gibi cihazlarla pelvik tilt ölçülebilir ancak radyografik ölçümler en doğru ölçüm sonuçlarını vermesine rağmen, pahalı ve zararlı olmasından dolayı kullanışsızdır (128). Klinikte pelvik tilti değerlendirme konusunda fikir birliği olmasa da sıklıkla “hand held” inklinometre, kaliper tabanlı inklinometreler ve akıllı telefon uygulamaları kullanılmaktadır (127). Sağlıklı bireylerde pelvik tilt açısını değerlendiren diğer çalışmalara bakıldığında da farklı ölçüm yöntemleriyle değerlendirildiği görülmektedir. McKeon ve ark. horizontal düzlemde SİAS ve SİPS arasındaki açıyı palpasyonmeter olarak adlandırılan cihazla ölçmüş, derece cinsinden kaydetmiş ve

bu ölçüm yönteminin literatürde nispeten yeni bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (129). Shultz ve ark., palpasyonmetercihazını kullanarak ve derece cinsinden kaydettikleri çalışmada, sağlıklı bireylerde bu ölçüm yöntemi ile inter-tester güvenilirlik ve keskinliğin sağlanamadığını ve eğitim, tecrübe ile bu ölçüm sonuçlarının değiştiğini vurgulamışlardır (117). Çalışmamız genu rekurvatumlu sağlıklı yetişkinlerde pelvik tilt açısını değerlendiren ilk çalışmadır. İnklinometre kullanarak değerlendirdiğimiz pelvik tilt açısının, genu rekurvatum olan ve olmayan bireylerde benzer olduğu görüldü, literatürde ise genu rekurvatum ile pelvik tilt açısında cinsiyet farklılığından bahsedilmiştir (121). AKL yaralanması sonrası cerrahi geçiren bireylerle, sağlıklı kontrol grubunun karşılaştırıldığı bir çalışmada, alt ekstremitte dizilimi, AKL yaralanması incelenmiş genu rekurvatum değerlendirilmemiş olsa da, pelvisin öne hareketinin dizi hiperekstansiyona ve genu rekurvatuma götürebileceği belirtilmiştir (116). Genu rekurvatum faktörünün değerlendirilmemesine rağmen bu çalışmada, pelvik tilt açısı çalışmamızla benzer şekilde değerlendirilmiş olup kadınlarda ($3,5^{\circ} \pm ,42^{\circ}$) erkeklerden daha fazla ($1,5^{\circ} \pm ,35^{\circ}$) anterior pelvik tilt olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki kadınların pelvik tilt açısı, çalışmamızdaki genu rekurvatumlu kadın bireylerin pelvik tilt açısı ($3,701^{\circ} \pm 5,831^{\circ}$) ile benzerlik göstermektedir. Bunun yanı sıra çalışmamızdaki genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerin pelvik tilt açılarının benzer olduğu, bu popülasyonda pelvik tilt açısının cinsiyet farklılığından etkilenmediği görülmektedir.

MLA yüksekliği artan genu rekurvatum açısı, ön diz laksitesi ve diğer alt ekstremitte diziliminde rol alan yapıların değişikliği ile ilişkilidir (98,130). MLA değerlendirmesinde kullanılan Brody yönetiminin ilk versiyonunda naviküler düşme testi değerlerinin 3,6-8,6 mm, yöntemin değiştirildiği çalışmalarda 7,3-9,0 mm arasında değişiklik göstermekteyken, naviküler düşme testi için en üst sınır Brody

tarafından 15 mm, Beckett tarafından 13 mm, Mueller tarafından 10 mm olarak belirtildi, Beckett ve Mueller ise normal naviküler düşme testi için üst sınırları sırasıyla 13 ve 10 mm olarak belirlemiştir (131). Literatürde genu rekurvatumu olan ve olmayan sağlıklı bireylerde, naviküler düşme miktarını karşılaştıran çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmamızda ise genu rekurvatumlu bireylerde naviküler düşme testi sonuçlarının, genu rekurvatumu olmayan kontrol grubuyla benzer olduğu tespit edildi.

18-25 yaş arası kadın judo sporcularında, alt ekstremitte dizilimi ile ilgili yapılan çalışmada, genu rekurvatumu olanlarda naviküler düşme testi sonuçlarının daha yüksek çıkabileceği gösterilmiştir (132). Benzer şekilde sağlıklı kadın ve erkek bireylerin ön diz laksitesi ve alt ekstremitte dizilimindeki farklı faktörlerin incelendiği çalışmada her iki grupta artan genu rekurvatum açılarının daha yüksek naviküler düşme miktarı ile ilişkili olduğu görülmüştür (92). McKeon ve ark. ise tam tersi, alt ekstremitte diziliminde rolü olan MLA yüksekliğinin, sağlıklı erkek ve kadınlarda farklılık göstermediğini bildirmişlerdir (129). Bizim çalışmamızda ise genu rekurvatumlu erkek bireylerin naviküler düşme miktarının kadınlardan daha yüksek olduğu görüldü. Nielsen ve ark. 2 boyutlu yürüyüş analizi sistemi kullanarak, sağlıklı bireylerde dinamik naviküler düşme miktarının ayak uzunluğu ve cinsiyetten etkilendiğini bildirmişlerdir (131). Ayak uzunluğunda her 10 mm'lik artışta naviküler düşme miktarında erkeklerde 0,44 mm'lik, kadınlarda ise 0,31 mm 'lik bir artış olduğunu gösterilmiştir (131). Çalışmamızdaki sonuçların diğer çalışmalardan farklı olmasının ayak uzunluğundan kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz, ancak çalışmamızda bu faktörü değerlendirmedikimiz için net görüş sunamamaktayız.

Literatüre bakıldığında genu rekurvatumu olan ve olmayan sağlıklı bireylerde kalça fleksör kısalığının karşılaştırıldığı çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmamızda

kalça fleksör kaslarının kısalığı güvenilir bir test olan, modifiye Thomas testi ile değerlendirildi. Değerlendirmenin sonucunda, genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerin kalça fleksör kısalıklarının benzer olduğu bulundu. Bunun benzer pelvik tilt açılarından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Genu rekurvatumlu kadın ve erkek bireyler karşılaştırıldığında ise erkeklerin kalça fleksör kas kısalığının daha fazla olduğu görüldü. Bu farklılığın nedeninin kadınların hormonal faktörler nedeniyle esnekliğinin erkeklerden daha fazla olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz (86). Genu rekurvatum açısındaki artışın ve laksite düzeylerinin erkeklerden daha yüksek olması bu görüşümüzü desteklemektedir (86,133).

Çalışmamızda yüzüstü pozisyonda, diz eklemi pasif olarak fleksiyoona getirilerek, topuk ile kalça mesafesini kaydettiğimiz kuadriseps femoris kısalık testinde, genu rekurvatumu olan ve olmayan bireyler arasında ve genu rekurvatumlu kadın ve erkekler arasında anlamlı bir fark görülmedi. Kuadriseps femorisin parçası olan rektus femoris kası, SİAS'dan orijin alır. Her iki grupta, gruplar arası benzer olan pelvik tilt açısının, benzer kuadriseps femoris kısalık miktarına neden olabileceği görüşündeyiz.

SP'li çocuklarda yapılan bir çalışmada yürüyüşün ilk fazında anormal uzunluk gösteren hamstring kaslarının genu rekurvatumun asıl nedeni olduğu belirtilmiştir (134). Başka bir çalışmada SP' li bireylerde hamstring tendonu uzatma ameliyatının uzun dönem sonucu incelendiğinde genu rekurvatumun çoğu katılımcıda düzeldiği ancak %12' lik bir kısımda kalıcı genu rekurvatum deformitesi gözlemlenmiştir (135). Kalıcı genu rekurvatum deformitesinin sebebi olarak da hamstringlerin aşırı derecede uzatılması/düzeltilmesi ile ilgili olabileceği söylenilmiştir. Hamstring kas kısalığını değerlendirmede altın standart olduğu bilinen (106) diz ekstansiyon testi ile bireylerin, pasif olarak dizlerini ekstansiyona getirerek

ölçüm yaptığımız çalışmamızda, genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerde hamstring kas kısalığı açısından fark olmadığı görüldü. Bunun her iki grupta benzer çıkan pelvik tilt açısından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Rokey'in kadınlarda yaptığı çalışmasında genu rekurvatum ile hamstring uzunluğu arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna varmıştır (133). Nagahori ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise sağlıklı kadınların menstürasyon ve ovulasyon fazları arasında hamstring kısalıkları ve Beighton laksitesi skoru açısından anlamlı fark bulunamamıştır (136). Çalışmamızda genu rekurvatumlu bireylerde hamstring kas kısalığı cinsiyete göre farklılık göstererek genu rekurvatumlu kadınların hamstring kas kısalığının erkeklerden daha az olduğu bulundu. Nagahori ve ark.'nın (136) çalışmasının aksine hamstring kas kısalığının iki grup arasında farklı çıkan laksite düzeyinden ve dolayısıyla hormonal faktörlerden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Femurun lateral ve medial kondilinden köken alan ve kalkaneal tüberositazda sonlanan gastroknemius iki eklem kat eden bir kastır; bu nedenle kasın boyundaki değişiklik hem ayakbileği hem de diz ekleminin biyomekanisini etkileyebilmektedir. Ayak bileğindeki dorsi fleksiyon hareket açıklığının azalması sonucu ekin deformitesinin ortaya çıkacağı ve sağlıklı kişilerde ekin deformitesinin genu rekurvatuma sebep olabileceği bildirilmiştir (137,138). Benzer şekilde bir başka çalışmada ise patolojik ekin deformitesinin, duruş fazında dizde genu rekurvatuma sebep olabileceği söylenilmiştir (10). Literatürde ekin deformitesine neden olabilecek dorsi fleksiyon hareket açıklığı ile ilgili fikir birliği olmamakla birlikte, genellikle 10°'nin altında dorsi fleksiyon olması ekin deformitesine işaret edebilir (137). Gastroknemius kısalığının belirlenmesine ve dorsi fleksiyon açısının ölçümüne yönelik dizin fleksiyon/ekstansiyon pozisyonlarında ve ağırlık aktarılan/aktarılmayan pozisyonlarda ölçümleri mevcuttur. Ölçüm sırasında gonyometre, inklinometre ve

dinanometre gibi çeşitli aletler kullanılmaktadır (139). Ağırlık aktarma pozisyonunda, inklinometre yardımıyla dorsi fleksiyon açısı olarak ölçtüğümüz gastroknemius kas kısalığının, çeşitli faktörlere göre değişimi incelendiğinde; genu rekurvatumu olan ve olmayan bireyler arasında ve genu rekurvatumlu kadın ve erkekler arasında anlamlı fark olmadığı görüldü. Gastroknemius kas kısalığı açısından inklinometre kullanarak yaptığımız çalışmamızın sonucunun, literatürde farklı ölçüm yöntemleri ile değerlendirilmiş olması ve farklı hasta gruplarında gastroknemius kısalığının incelenmiş olması nedeniyle çalışmamızın sonuçlarının literatürdeki çalışmalardan farklı sonuç vermiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Literatürde genu rekurvatum deformitesi olan bireylerin esnekliğini değerlendiren çalışmalar sınırlıdır. Gövde fleksiyon esnekliğini ve hamstring lumbar ekstansör kas esnekliğini otur-uzan testi ile değerlendirdiğimiz çalışmamızda, genu rekurvatumu olan bireylerde otur-uzan test sonuçları kontrol grubundan daha fazla bulunsa da bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü. Bunun gruplar arası pelvik tilt açısı ve hamstring kas kısalığının benzer olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Bunun yanı sıra genu rekurvatumlu bireylerde otur-uzan testi sonuçlarının cinsiyete göre anlamlı bir fark gösterdiği, genu rekurvatumlu kadınların otur-uzan test sonuçlarının yani gövde fleksiyon esnekliğinin, erkeklerden daha yüksek olduğu bulundu. Bunun genu rekurvatumlu kadınlarda daha yüksek olduğu belirlenen laksite düzeyinden kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Genu rekurvatum deformitesi ve fizyolojik eklem laksitesi AKL gibi yaralanmalara yol açan intrinsik faktörlerdir. Bireyler sadece belirgin bir ekleme yönelik laksiteye değil, genel eklem laksitesine ve ayrıca birçok vücut segmenti arasında genel ligament laksitesine sahip olabilirler, bu nedenle sıklıkla genel ligament laksitesini değerlendirmek için Beighton Hipermobilete ölçeği kullanılır

(140). Ramesh ve ark. AKL rekonstrüksiyon operasyonu geçiren bireylerde yaptıkları çalışmada, eklem laksitesi olan tüm bireylerde genu rekurvatum deformitesinin olduğu tespit edilmiştir (141). Eklem hipermobilitesi ve laksiteyi değerlendirmek için kullandığımız Beighton Hipermobilite Ölçeği sonuçlarının, genu rekurvatumlu bireylerde daha yüksek olması literatürle paralellik göstermektedir.

Genu rekurvatum deformitesi kadınlarda erkeklerden daha sık görülür (121). Bunun nedeni cinsiyetle ilgili hormonların eklem laksitesini artırmasıdır (142). Shultz ve ark. kapsüligamentöz yapılardaki laksite nedeniyle gelişen genu rekurvatum deformitesinde, menstüral döngü boyunca yaşanan hormonal değişiklerin etkili olduğunu bildirmişlerdir (86). Hipermobilite prevalansı incelendiğinde, kadınlarda daha fazla olduğu, yaşlanmayla beraber azaldığı ve ırka (Hintli ve Afrikalı bireylerde daha fazla) göre değiştiği de belirtilmiştir (143). Kadınlarda ön diz laksitesi, genel eklem laksitesi ve genu rekurvatum AKL yaralanması açısından risk oluşturmaktadır(144–146). Kadınların menstüral siklus dönemleri süresince, genel eklem laksitesini Beighton ve Horan Mobilite İndeksi ile değerlendiren çalışmada, menstürasyon dönemleri süresince genu rekurvatum açısı ve genel eklem laksitesi ile ön diz laksitesinde büyük ölçüde ilişkili olduklarını bildirmişlerdir (86). Sporcu olan ve olmayan kadınlarda yapılan bir çalışmada, genu rekurvatum açısı geç folikülasyon, ovulasyon ve lüteal fazlarda erken foliküler faza kıyasla anlamlı olarak daha büyük çıkmış ancak kadınlarda iki grup arasında da anlamlı bir fark görülmemiştir (147). Aynı çalışmada östradiol hormonun diz eklemının periartiküler kaslarının yapısını, sertliğini etkileyebileceğini ve bu durumda kadın sporcularda genu rekurvatım deformitesinin menstüral siklus boyunca değişebileceğini düşünmüşlerdir. Çalışmamızda genel laksite düzeyinin genu rekurvatumlu kadınlarda

erkeklere kıyasla daha yüksek olması literatürde yer alan çalışmaları desteklemektedir.

Denge kavramı duyu ve motor sistemlerin, postürün sürdürülmesi ve korunması için gereken duysal bilgiler ile motor cevapların birleşik bir etkileşimi olarak kabul edilir (148). Genu rekurvatumlu bireylerde dinamik denge durumu ile ilgili çelişkili sonuçlar yer almaktadır. Bilateral genu rekurvatumlu bireylerin postural kontrollerinin değerlendirildiği bir çalışmada, fonksiyonel denge ayak uzanma testinde (functional balance leg reach test) genu rekurvatumlu bireylerin anterior-posterior yönlerdeki maksimum salınımının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu, bunun da aşırı hiperkestansiyon durumunda, kompensatuar düzeyde bir nöromüsküler kontrolün geliştirilmiş olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmüştür (149). Dijital bir platform sistemi ile (BIODEX denge sistemi) dinamik dengenin değerlendirildiği bir diğer çalışmada, genu rekurvatumlu bireylerin gözle açık yapılan test sırasında kontrol grubundan hem toplamda hem de anterior-posterior yönde daha fazla salınım yaptıkları bildirilmiştir (77). Çalışmamızda dinamik dengeyi değerlendirmek için yıldız testinin modifiye hali olan Y denge testi kullanıldı. Genç sağlıklı genu reku rekurvatumu olan ve olmayan bireylerin dinamik denge sonuçları karşılaştırıldığında toplam puan, anteior ve posteromedial yönlerde her iki grup arasında fark görülmezken, genu rekurvatumlu bireylerin posterolateral yöndeki dengelerinin kontrol grubundan daha düşük olduğu bulundu. Genu rekurvatumun AKL, dizin anterior ve posterolateral yapıları üzerinde stres yaratabileceği ve bu yapıları etkilediğinden dolayı nöromusküler kontrolü bozabileceği belirtilmiştir (72,150). Çalışmamızdaki genu rekurvatumlu bireylerde, Y denge testindeki posterolateral yöndeki dengenin azalması bu durumdan kaynaklanmış olabilir. Alt ekstremitte deformiteleri olan kadınlarda statik ve dinamik

denge nin araştırıldığı bir çalışmada, Yıldız denge testi sonucunda genu rekurvatum deformitesi ve dinamik denge toplam uzanma mesafesi arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır. (148). Bu çalışmada yönlerin değerleri detaylı olarak verilmemiş, toplam uzanma mesafesi bildirilmiştir. Çalışmamızda genu rekurvatumlu bireylerde dinamik denge nin cinsiyete göre değişimi incelendiğinde toplam puanda iki grup arasında fark görülmezken anterior, posteromedial ve posterolateral yönlerde erkeklerin dengelerini koruyarak daha uzun mesafeye ulaştıkları yani dinamik dengelerinin kadınlardan daha iyi olduğu görüldü.

Teorik olarak, kor stabilizatörlerinin enduransı ve kuvveti ne kadar iyiyse, hareketler esnasında, vücudun daha az kompensasyon mekanizmaları oluşturarak stabiliteyi koruyacağı ve dolayısıyla yaralanmaları önleyeceği bildirilmiştir (151,152). Alt ekstremitte dizilim bozukluklarından olan genu rekurvatum deformitesi ile gövde kor kasları arasındaki ilişki henüz bilinmemektedir. Çalışmamızda gövde kaslarının enduransının değerlendirilmesinde McGill endurans testleri (Gövde fleksör testi, Biering-Sorenson sırt ekstansör testi, lateral köprü testi) ve plank testi kullanıldı. Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireyler karşılaştırıldığında lateral gövde kasları, ekstansör gövde kasları ve tüm gövde kas enduranslarının benzer olduğu, ancak genu rekurvatumlu bireylerde gövde fleksör kas enduransının daha fazla olduğu görüldü. Bu farklılığın diz hiperekstansiyonunu kompanse etmek için gövdenin ekstansiyona gitmesi ve bu durumu stabilize etmek için gövde fleksörlerinin enduransını arttırmış olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca genu rekurvatumu olmayan bireylerde daha düşük gövde fleksör kas enduransının olması, kalça kas kuvveti ya da kalça eklemine dair diğer faktörler ve dinamik valgus açısı gibi faktörlerden etkilenmiş olabilir. Ancak bu faktörler değerlendirilmediğinden bu görüşü destekleyebilecek sonuçlar sunamamaktayız.

Kadın dansçılarda yapılan bir çalışmada kor endurans için plank ve sağ-sol lateral plank testini kullanmışlardır (153). Sağ ve sol lateral plank testi çalışmamızda kullandığımız lateral köprü testi ile benzer bir testtir, farkları ise lateral köprü testinde değerlendirilmeyen üst ekstremité tarafı karşı omuzda çaprazlanırken, sağ-sol plank testinde değerlendirilmeyen ekstremité, değerlendirilmeyen taraf ekstremité üstünde, horizontal olarak tutulur. Bu çalışmada, çalışmamıza benzer olarak Beighton hipermobilité ölçęğinin alt başlığı olan “dizin 10°lik ekstansiyonu” parametresi kullanılmış, her iki diz ekleminde 10° ve üzerinde ekstansiyonu olan bireyler hiper mobil olarak tanımlanmıştır. Çalışma sonunda kadın dansçılarda hiper mobilité ile kor stabilite arasında ilişki bulunamamıştır. Kadın sporcularda yapılan bir çalışmada ise kor bölgesinin proprioepsionunda meydana gelen bozulmanın, kor stabilizasyonu bozarak diz ekleminin kontrolünü olumsuz yönde etkilediğı bildirilmiştir (154). Ayrıca çalışmamızda gövde proprioepsiyonu incelenirse de gövde kaslarının enduransında ve stabilizasyonundaki azalma bu faktörle ilişkili olabilir (134). Erkeklerin, muhtemelen kemik yapısı ve pelvisteki postural farklılıklar nedeniyle daha fazla kor kuvvetine sahip olduğı düşünülmektedir (144). Çalışmamızın sonuçları da bu çalışmayı desteklemektedir. Genu rekurvatumlu bireylerde gövde kas endurans testlerinin cinsiyetlere göre değişimine bakıldığında, lateral gövde kas enduransının ve gövde stabilizasyonunun erkeklerde kadınlara kıyasla daha yüksek olduğı görüldü. Ancak kadınlarda gövde fleksör kas enduransının, erkeklerden fazla olması literatürle farklılık göstermektedir. Bu durumun artan laksite varlığında nöromusküler kontrolün sağlanması açısından geliştirilen kompensatuar mekanizma sonucu gövde fleksör kas aktivitesinin artmış olabileceğı görüşündeyiz.

Hamstringler ayakta duruş pozisyonunda kalça ekstansiyon hareketini, pelvisin retroeversiyonunu, diz fleksiyonu ve ayak bileğinin dorsi fleksiyon hareketlerini kontrol ederler (145). Uygun bir postüral duruşu sürdürebilmek için diz eklemi vücut ağırlığını taşıyabilmelidir. Hamstring/kuadriseps (H/K) oranı diz fleksörü olan hamstringin, diz ekstansörü olan kuadriseps femoris kasına oranıdır ve bu orandaki artış dizin ekstansörlerini fleksörlerinden daha kuvvetli olduğu bir kas dengesini gösterir (142). Standart bir H/K oranı %50-%80 aralığında olup diz eklemine stabilizasyonu ve ağırlık taşınabilmesi açısından önemlidir. Zayıf hamstring kas grubu H/K oranının azalmasına sebep olur, bu durum da stabilizasyonu etkileyerek postüral olarak diz eklemine enerjinin verimsiz kullanımına ve genu rekurvatuma sebep olur (145,147). Genu rekurvatum deformitesinin kas kuvveti ile ilişkisi olmasına rağmen bununla ilgili kanıtlar belirsizdir (142). Ayakta çalışan sağlıklı bireylerde, genu rekurvatum açısı ile kalça ve diz kaslarının kuvvetleri izometrik bir tensiometer kullanılarak incelenmiş, genç yaşta olmak ve GR açısı ile ilişki, kalçanın eksternal ve internal rotatör kas gruplarının oranının azalmasının diz eklemine H/K oranını arttırdığı belirtilmiştir (128). Sporcularda yapılan bir çalışmada ise diz ekstansörleri konsentrik olarak 180°/sn ve eksentrik olarak 90°/sn'lik açısal hızlarda değerlendirilmiş ve hamstringin ürettiği yüksek torkun, hamstring uzunluğu ile ilişkili olduğu yani uzun bir hamstring kasının kuvvetinin zayıf olmasıyla ilgili olduğu düşünülmüştür ancak bu düşünce istatistiksel analizle gösterilememiştir (130). Yine aynı çalışmada kas kuvvetleri ve genu rekurvatum açıları yönünden anlamlı bulgular elde edilememiştir. Aynı zamanda, hamstring ve kuadriseps gibi iki kasın göreceli kuvvetinin her bir kasın kuvvetine kıyasla, genu rekurvatum açısında değişiklik yaratan daha önemli bir faktör olduğu, bu nedenle genu rekurvatum açısını azaltmaya yönelik tedavilerde bu iki

kasın kuvvetlerine ayrı ayrı odaklanması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmamızda izokinetik cihaz kullanarak genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerin kas kuvvetlerini 60 °/sn ve 180 °/sn 'lik açısal hızlarda kuadriseps femoris ve hamstring kaslarının hem konsentrik hem de eksentrik kas kuvvetini ve bunlar sırasında H/K oranlarını inceledik. Genu rekurvatumu olan ve olmayan bireylerin kuadriseps femoris ve hamstring konsentrik ve eksentrik kas kuvveti ve enduransı ve H/K oranları açısından benzer olduğu görüldü. Kadın sporcularda yapılan bir çalışmada, genu rekurvatum açısı artan bireylerin 60°/sn ve 300°/sn'lik hızda gerçekleştirilen izokinetik testlerinde, normal değerlerden daha düşük H/K oranına sahip olduğu görülmüştür (155). Çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak genu rekurvatumlu bireylerin konsentrik ve eksentrik H/K oranlarının yaklaşık %64-%85 arası olduğu yani normal kabul edilen sınırlar içerisinde olduğu ve genu rekurvatumu olan erkek bireylerle benzerlik gösterdiği sonucuna varıldı. Artan genu rekurvatum açısının cinsiyetle ilişkisini gösteren çalışmalarda, genu rekurvatum açısının kadınlarda daha yüksek olması ile kadınların daha az kas kütlesi ve kuvvetine sahip olması ile ilişkilendirmiştir(127,128). Bu yönde bakıldığında çalışmamızda genu rekurvatum deformiteli erkeklerin kuadriseps femoris ve hamstring konsentrik ve eksentrik kas kuvvet ve enduransı açısından literatürle benzer farklılıklar vermektedir. Farklı menstürasyon fazlarında, sağlıklı kadınlarda yapılan bir çalışmada ise maksimum diz ekstansiyon kuvveti (60°/sn) ile kas esnekliği, pasif diz ekstansiyon açısı arasında negatif korelasyon olduğu bildirilmiştir (156). Çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak hamstring kas uzunluğu daha fazla bulunan genu rekurvatumlu erkeklerde, hamstring kas kuvveti ve enduransının da kadınlara kıyasla yüksek olduğu görüldü. Bu durum kadın ve erkek cinsiyet arasındaki kas kuvvet farkı açısından bakıldığında normal bir farklılık olarak kabul edilebilir. Genu rekurvatumlu bireylerde, kuadriseps

kas kuvveti için yapılan sınırlı sayıda çalışmada, çalışmamıza benzer yönleri olsa da, sonuçlar açısından kullanılan cihazlar, açısal hızlar ve kontraksiyon tipleri açısından farklılıklar göstermektedir.

Diz ekleminin yapısındaki ligamentler (AKL, PKL ve kollateral ligamentler), menisküsler çok fazla sayıda proprioseptörler ve duysal inervasyon içerirler, böylece diz ekleminin duysal girdileri merkezi sinir sistemine iletilir, diz ekleminin hareketi ile ilgili üst merkezlere bilgi verilmiş olur (77). Propriyoseptif sinir sistemi, potansiyel olarak zarar verebilecek kuvvetlere karşı eklemleri, refleks yollarla korumak gibi duysal olmayan görevlerden de sorumludur (157). Genu rekurvatumun AKL, dizin anterior ve posterolateral yapıları üzerinde stres yaratabileceği ve bu yapıları etkilediğinden dolayı nöromuskuler kontrolü bozabileceği belirtilmiştir (72,150). Artmış eklem kapsülü laksitesinin, ikincil sonucu olarak değişen postür sebebiyle de afferent sinirlerin aktivitesinin azaldığı ve böylece eklem pozisyon hissini etkileneceği ve bozulabileceği öngörülmüştür (72). Diz mobilitesi artan bireylerde eklem pozisyon hissini araştıran bir çalışmada, sağlıklı bireylerde aktif olarak test edilen diz pozisyon hissini normal olduğu bulunmuş ve hipermobilitate ile ilgili semptomu olan bireylerde daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (157). Genu rekurvatumu olan bireylerde propriyoseptif duyunun, diz ekstansiyonunun sonlarına doğru azalabileceği söylenilmiştir. Bu nedenle çalışmamızda diz eklem pozisyon hissi 10° diz fleksiyon pozisyonunda, pasif olarak, diz fleksiyondan ekstansiyona gidecek şekilde değerlendirildi (1,158). Daha önce yapılan çalışmalarda diz ekleminin fonksiyonel açısı olarak 60° fleksiyon açısı önerilmiştir, bu nedenle propriosepsion bu açıda da değerlendirildi (158). Çalışmamızda genu rekurvatumu olan ve olmayan bireyler karşılaştırıldığında, 10°'lik diz fleksiyon açısındaki propriosepsion duyunun genu rekurvatumlu

bireylerde arttığı yani diz eklem pozisyon hissini bu açıda bozularak hata payının arttığı görüldü. Bunun nedeni olarak, genu rekurvatumlu bireylerin diz eklemının arka kapsül yapısındaki gerginlik ve hipermobilitenin dizin proprioseptif duyusunu olumsuz etkilemesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Bu nedenle genu rekurvatumlu bireylerin propriosepsion ve hipermobilitelerinin beraber değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Sağlıklı, genu rekurvatum deformiteli kadınlarda dinamik dengenin değerlendirildiği bir diğer çalışmada, genu rekurvatumlu bireylerin gözler açık yapılan test sırasında, kontrol grubundan hem toplamda hem de anterior- posterior yönde daha fazla salınım yaptıkları bildirilmiştir (77). Gözler kapalıyken yapılan denge değerlendirmesinde ise benzer şekilde hem toplamda hemde anterior-posterior yönde daha fazla salınım gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında genu rekurvatumlu kadınların proprioseptif sistem açısından eksiklikleri olduğu ve dengelerini korumak için görsel verilere ihtiyaç duydukları sonucuna varılmıştır. Sağlıklı kadınlarda yapılan bir diğer çalışmada, 10°'lik propriosepsion açısında genu rekurvatum açısı yüksek bireylerin daha fazla hata yaptığı bildirilmiştir (72). Yani dizin tam ekstansiyon pozisyonuna yakın olan bu açı ile genu rekurvatum açısının artışı arasında ilişki olduğu görülmüştür, bunun da dizin arka kapsülünde olması gereken normal gerginliğin eksikliği nedeniyle, diz eklemının nötral pozisyonunu algılamakta zorlanmadan kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Öte yandan sağlıklı kadın sporcularda yapılan bir çalışmada, fotografik yöntem ve hareket sensör sistemleri ile yapılan değerlendirme sonucunda, menstürasyon dönemlerinde ve cinsiyet hormonlarının seviyesinin düşük olduğu zamanlarda kadınların eklem pozisyon hissini doğrulamaları daha düşük çıkmıştır (159). Bu da genu rekurvatumdan bağımsız olarak cinsiyetin diz eklem propriosepsionu etkilediğini göstermektedir. Kadınlardaki hormonal farklılıklar ve

ligament laksitesinin eklem kapsülünü etkilediği, propioseptif duyularda anormallikler yaratabileceğinden (157) yola çıkarak, çalışmamızda cinsiyetler arası karşılaştırma yapıldığında iki grup arasında fark olmadığı görüldü. Kadın bireylerin esneklik ve laksite olarak daha yüksek değerlerde sonuçlarının olması, kadınlar açısından fark yaratmamış olabilir.

5.1 Limitasyonlar

- Naviküler düşme testi için yapılan bazı çalışmalarda ayak uzunluğuna göre değerlendirme yapılması ancak çalışmamızda test için böyle bir faktörü değerlendirmemiş olmamız, bu çalışmanın limitasyonuydu.
- Diğer bir limitasyon ise denge değerlendirmesinin dinamik olarak yürüyüş analizi yöntemleriyle değerlendirilmemiş olmasıdır.
- Alt ekstremitede görülen diğer postüral dizilim bozuklukları (valjite açısı ve Q açısı) değerlendirilmediğinden sonuçlarımız üzerine etkisi bilinmemektedir.
- Alt ekstremitte fonksiyonları için önemli olan, kalça kaslarının kas kuvvetinin değerlendirilmemiş olması sonuçları yorumlamamız açısından limitasyon yaratmaktadır.

Bölüm 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1 Sonuçlar

Diz ekstansiyon açısı 5° ve üzerinde olan, genu rekurvatum olarak tanımladığımız sağlıklı bireylerin pelvik tilt açısını, MLA yüksekliğini, kas kısalıklarını (kalça fleksör, hamstring, kuadriseps femoris, gastroknemius kasları), esnekliklerini (otur-uzan testi), eklem hipermobilitelerini (laksitenin), dinamik dengesini, gövde kas endüransını (gövde lateral kasları, sırt ekstansörleri, gövde fleksörleri, tüm gövde kas endüransı), alt ekstremitte kas kuvvetini ve propriyosepsiyon duyusunu değerlendirdiğimiz, aynı yaş grubunda olan ve genu rekurvatum olmayan sağlıklı bireylerle karşılaştırdığımız çalışmanın sonuç ve önerileri aşağıdaki gibidir.

1. Genu rekurvatum olan bireyler ile kontrol grubunu karşılaştırdığımız pelvik inklinasyon açısı ve naviküler düşme testi için anlamlı fark bulunmadı. Bu nedenle “Genu olan ve olmayan bireylerde pelvik inklinasyon açısı benzerdir ” ve “Genu rekurvatum olan ve olmayan bireylerde medial longitudinal ark yüksekliği benzerdir” şeklindeki hipotezlerimiz kabul edildi.
2. İki grup arasında karşılaştırdığımız kas kısalığı ve esneklik parametreleri benzer sonuçlar verdi, bu nedenle anlamlı bir fark elde edilemedi. “Genu rekurvatum olan ve olmayan bireylerde kas kısalığı benzerdir” ile “Genu rekurvatum olan ve olmayan bireylerde esneklik benzerdir” şeklindeki iki hipotezimiz de kabul edildi.

3. İki grubun eklem hiper MOBİLİTESİNİ test etmek için kullandığımız Beighton Hiper MOBİLİTE ölçeğinde anlamlı fark elde edildi. Genu rekurvatum grubunun Beighton Hiper MOBİLİTE ölçeğinde elde edilen puanlar, kontrol grubundan daha yüksek olarak hesaplandı. “Genu rekurvatum olan ve olmayan bireylerde eklem hiper MOBİLİTESİ benzerdir” hipotezimiz reddedildi.
4. Dinamik dengenin karşılaştırılması için kullandığımız Y denge sonucunda, anterior, posteromedial ve toplam Y denge uzanma mesafelerinde iki grupta da benzer elde edildi ancak Y denge testi posterolateral uzanma yönünde kontrol grubu, genu rekurvatum bireylerden daha fazla uzanma mesafesi elde etti ve posterolateral yönde anlamlı fark elde edildi. “Genu rekurvatum olan ve olmayan bireylerin dinamik dengeleri benzerdir” hipotezimiz kısmen kabul edildi.
5. Gövde kaslarının endüransını test etmek amacıyla kullandığımız lateral köprü, Biering- Sorenson ve plank testleri için genu rekurvatum ve kontrol grubunda benzer sonuçlar elde edildi. Gövde fleksörlerinin endüransını test ettiğimiz gövde fleksör endürans testinde ise genu rekurvatum grubunun sonuçları daha yüksek olarak elde edildi. “Genu rekurvatum olan ve olmayan bireylerin gövde kas endüransı benzerdir ” hipotezimiz, lateral köprü, Biering-Sorenson ve plank testleri için kabul edilirken, gövde fleksör endüransı testi için reddedildi.
6. Genu rekurvatumlu bireyler ile kontrol grubunun alt ekstremitte kas kuvvetini test etmek için kullandığımız izokinetik kas kuvveti değerlendirmesinde kuadriseps femoris ve hamstring kaslarının konsentrik, eksentrik kas kuvvetini değerlendirdiğimiz 60°/sn ve 180°/sn'lik açısal hız ve H/K oranlarında benzer sonuçlar elde edildi. “Genu rekurvatum olan ve olmayan bireylerin alt ekstremitte kas kuvveti benzerdir” hipotezimiz kabul edildi.

7. İki grubun diz propriosepsiyon duygusunu test etmek amacıyla kullandığımız 10° ve 60° 'lik eklem pozisyon hissi testinde 60° için benzer sonuçlar elde edildi ancak 10° 'lik eklem pozisyon hissinde genu rekurvatumlu bireyler daha yüksek farklarla açı tahmininde bulundular yani daha kötü bir propriosepsiyon testi sonucu verdiler. Bu nedenle “Genu rekurvatum olan bireyler ve olmayan bireylerin diz propriosepsiyonu benzerdir” hipotezi 60° için kabul edilirken, 10° 'lik açı için reddedildi ve hipotezimiz kısmen kabul edildi.
8. Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerin pelvik tilt açısı ve MLA yüksekliğini testini karşılaştırdığımız çalışmamızda “Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerin pelvik tilt açısı benzerdir” hipotezimiz kabul edilirken, MLA yüksekliği ölçümü genu rekurvatumlu kadınlarda düşük çıktı. “Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerin MLA yüksekliği benzerdir” hipotezimiz reddedildi.
9. Genu rekurvatumlu kadın ve erkek bireylerde kas kısalığı parametrelerini test etmek için karşılaştırdığımız, kuadriseps femoris ve gastroknemius kas kısalıklarında benzer sonuçlar elde edildi ancak kalça fleksör, hamstring kas kısalık testlerinde anlamlı fark elde edildi. “Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde kas kısalıkları benzerdir” hipotezimiz kısmen kabul edildi.
10. Genu rekurvatumlu kadın ve erkek bireylerin esneklik parametresinin karşılaştırılmasında genu rekurvatumlu kadınların esnekliği daha yüksek çıkartı ve esneklik için anlamlı fark elde edildi. “Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerin kas esneklikleri benzerdir” hipotezimiz reddedildi.
11. Genu rekurvatumlu kadın ve erkek bireylerin hipermobilitelerini test etmek amacıyla kullandığımız Beighton Hipermobilité Ölçeğinde, genu rekurvatumlu kadınların puanları, genu rekurvatumlu erkeklerden yüksek çıktı ve anlamlı fark elde

edildi. “Genu rekurvatumu olan kadın ve erkeklerde eklem hiper mobilitesi benzerdir” hipotezimiz reddedildi.

12. Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerin dinamik dengesini karşılaştırdığımız Y denge testi sonuçlarında toplam uzanma mesafesinde benzer sonuçlar elde edildi ancak anterior, posteromedial ve posterolateral yönlerde genu rekurvatumlu erkekler daha yüksek uzanma mesafesi elde etti. “Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde dinamik denge benzerdir” hipotezimiz kısmen kabul edildi.

13. Genu rekurvatumlu kadın ve erkek bireylerin gövde kaslarının endüransını test etmek amacıyla kullandığımız Biering- Sorenson testinde benzer sonuçlar elde edildi ancak lateral köprü, gövde fleksör endürans testi ve plank testlerinde genu rekurvatumlu erkeklerin sonuçları daha yüksek elde edildi. “Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde gövde kas endüransı benzerdir” hipotezimiz kısmen kabul edildi. Genu rekurvatumlu kadın ve erkek bireylerin kas kuvvetlerini karşılaştırdığımız H/K konsentrik 60°/sn, kuadriseps femoris ve hamstring 60°/sn eksentrik, H/K eksentrik 60°/sn, H/K konsentrik 180°/sn ve H/K eksentrik 180°/sn’ de benzer sonuçlar elde edildi ancak kuadriseps femoris ve hamstring konsentrik 60°/sn, kuadriseps femoris ve hamstring hem konsentrik hem de eksentrik 180°/sn’ de genu rekurvatumlu erkek bireylerin sonuçları genu rekurvatumlu kadınlardan yüksek çıktı ve anlamlı fark elde edildi. “Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde alt ekstremitte kas kuvveti benzerdir” hipotezimiz kısmen kabul edildi.

14. Genu rekurvatumlu kadın ve erkek bireylerin diz propriosepsiyon duyusunu test etmek için kullandığımız 10° ve 60° ‘lik eklem pozisyon hissi testinde benzer sonuçlar elde edildi. “Genu rekurvatumlu kadın ve erkeklerde propriosepsiyon benzerdir” hipotezimiz kabul edildi.

Çalışmanın sonucunda, genu rekurvatumlu bireylerle kontrol grubu karşılaştırıldığından genu rekurvatumlu bireylerin kontrol grubuna kıyasla laksite düzeyinin ve gövde fleksör enduransının daha yüksek, posterolateral yöndeki dinamik dengelerinin ve 10° diz fleksiyonundaki propriosepsion duyusunun daha düşük olduğu belirlendi.

Her iki grup arasında pelvik tilt açısında, MLA yüksekliğinde, kalça fleksörleri, kuadriseps femoris, hamstring ve gastroknemius kas kısalıkları, gövde esnekliği, toplam ve anterior-posteromedial yöndeki dinamik denge, gövde lateral kaslar, ekstansör kaslar ve tüm gövde enduransı, alt ekstremitte kuadriseps femoris ve hamstring konsentrik ve eksentrik kas kuvveti açısından ve 60° diz fleksiyon propriosepsionu açısından fark olmadığı saptandı.

Genu rekurvatumlu kadınlarda erkeklere kıyasla MLA yüksekliğinin esnekliğin, laksite düzeyinin, gövde fleksör kas enduransının daha fazla yüksek, kalça fleksörleri ve hamstring kas kısalığının, anterior-posteromedial-posterolateral dinamik dengelerinin, sağ-sol lateral gövde ve tüm gövde kas enduransının, kuadriseps femoris ve hamstring konsentrik ve eksentrik kas kuvvetinin daha düşük olduğu tespit edildi.

6.2 Öneriler

- Gelecekteki çalışmalarda genu rekurvatumlu bireylerin değerlendirmesinde yürüyüş analizi yöntemlerinin kullanılmasını, kalça çevresi kaslarının ve gövde kaslarının kuvvetinin değerlendirilmesini, ağrı ve ayakkabı alışkanlığının sorgulanmasını, ayak – ayak bileği biyomekaniği ile ilişkili faktörler açısından değerlendirilmesi önerilmektedir.
- Genu rekurvatumda, alt ekstremitte dizilimi ilişkisinin farklı parametreler (Q, valgus açısı gibi) açısından araştırılmasında ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- (1) Loudon, J. K., Goist, H. L., & Loudon, K. L. (1998). *Genu recurvatum syndrome*. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 27(5), 361-367.
- (2) Dean, R. S., Graden, N. R., Kahat, D. H., DePhillipo, N. N., & LaPrade, R. F. (2020). *Treatment for symptomatic genu recurvatum: A systematic review*. Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 8(8), 2325967120944113.
- (3) Kim, T. W., Lee, S., Yoon, J. R., Han, H. S., & Lee, M. C. (2017). *Proximal tibial anterior open-wedge oblique osteotomy: a novel technique to correct genu recurvatum*. The Knee, 24(2), 345-353.
- (4) McCORMACK, M. O. I. R. A., Briggs, J., Hakim, A., & Grahame, R. (2004). *Joint laxity and the benign joint hypermobility syndrome in student and professional ballet dancers*. The Journal of rheumatology, 31(1), 173-178.
- (5) Donaldson, P. R. (2012). *Does generalized joint hypermobility predict joint injury in sport? A review*. Clinical Journal of Sport Medicine, 22(1), 77-78.
- (6) Teran-Yengle, P., Birkhofer, R., Weber, M. A., Patton, K., Thatcher, E., & Yack, H. J. (2011). *Efficacy of gait training with real-time biofeedback in correcting knee hyperextension patterns in young women*. journal of orthopaedic & sports physical therapy, 41(12), 948-952.

- (7) MARS Group, Cooper, D. E., Dunn, W. R., Huston, L. J., Haas, A. K., Spindler, K. P., ... & Wright, R. W. (2018). *Physiologic preoperative knee hyperextension is a predictor of failure in an anterior cruciate ligament revision cohort: a report from the MARS Group*. *The American journal of sports medicine*, 46(12), 2836-2841.
- (8) Morgan, P. M., LaPrade, R. F., Wentorf, F. A., Cook, J. W., & Bianco, A. (2010). *The role of the oblique popliteal ligament and other structures in preventing knee hyperextension*. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(3), 550-557.
- (9) Fornalski, S., McGarry, M. H., Csintalan, R. P., Fithian, D. C., & Lee, T. Q. (2008). *Biomechanical and anatomical assessment after knee hyperextension injury*. *The American journal of sports medicine*, 36(1), 80-84.
- (10) Dalal, K. K., Joshua, A. M., Nayak, A., Mithra, P., Misri, Z., & Unnikrishnan, B. (2018). *Effectiveness of prowling with proprioceptive training on knee hyperextension among stroke subjects using videographic observation-a randomised controlled trial*. *Gait & posture*, 61, 232-237.
- (11) Klotz, M. C., Wolf, S. I., Heitzmann, D., Maier, M. W., Braatz, F., & Dreher, T. (2014). *The association of equinus and primary genu recurvatum gait in cerebral palsy*. *Research in developmental disabilities*, 35(6), 1357-1363.

- (12) Appasamy, M., De Witt, M. E., Patel, N., Yeh, N., Bloom, O., & Oreste, A. (2015). *Treatment strategies for genu recurvatum in adult patients with hemiparesis: a case series*. *PM&R*, 7(2), 105-112.
- (13) Boudarham, J., Zory, R., Genet, F., Vigné, G., Bensmail, D., Roche, N., & Pradon, D. (2013). *Effects of a knee–ankle–foot orthosis on gait biomechanical characteristics of paretic and non-paretic limbs in hemiplegic patients with genu recurvatum*. *Clinical Biomechanics*, 28(1), 73-78.
- (14) Requier, B., Bensoussan, L., Mancini, J., Delarque, A., Viton, J. M., & Kerzoncuf, M. (2018). *Knee-ankle-foot orthoses for treating posterior knee pain resulting from genu recurvatum: Efficiency, patients' tolerance and satisfaction*. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 50(5), 451-456.
- (15) Ahearn, E. L., Greene, A., & Lasner, A. (2018). *Some effects of supplemental Pilates training on the posture, strength, and flexibility of dancers 17 to 22 years of age*. *Journal of Dance Medicine & Science*, 22(4), 192-202.
- (16) Gupton, M., Imonugo, O., & Terreberry, R. R. (2022). *Anatomy, bony pelvis and lower limb, knee*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- (17) Marieswaran, M., Jain, I., Garg, B., Sharma, V., & Kalyanasundaram, D. (2018). *A review on biomechanics of anterior cruciate ligament and materials for reconstruction*. *Applied bionics and biomechanics*, 2018.

- (18) Abid, M., Mezghani, N., & Mitiche, A. (2019). *Knee joint biomechanical gait data classification for knee pathology assessment: a literature review*. Applied bionics and biomechanics, 2019.
- (19) Abulhasan, J. F., & Grey, M. J. (2017). *Anatomy and physiology of knee stability*. Journal of Functional Morphology and kinesiology, 2(4), 34.
- (20) Chang, A., Breeland, G., & Hubbard, J. B. (2021). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Femur*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- (21) Kamrani, P., & Pillarisetty, L. S. (2019). *Anatomy, bony pelvis and lower limb, toe nails*.
- (22) Neumann, D. A. (2016). *Kinesiology of the musculoskeletal system-e-book: foundations for rehabilitation*. Elsevier Health Sciences.
- (23) Cox, C. F., Sinkler, M. A., & Hubbard, J. B. (2018). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee Patella*.
- (24) Yoo, H., & Marappa-Ganeshan, R. (2021). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee Anterior Cruciate Ligament*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- (25) La Rocca Vieira, R., Rosenberg, Z. S., & Kiproviski, K. (2007). *MRI of the distal biceps femoris muscle: normal anatomy, variants, and association with*

common peroneal entrapment neuropathy. American Journal of Roentgenology, 189(3), 549-555.

- (26) Moore, K. L., & Dalley, A. F. (2018). *Clinically oriented anatomy*. Wolters kluwer india Pvt Ltd.
- (27) Purnell, M. L., Larson, A. I., & Clancy, W. (2008). *Anterior cruciate ligament insertions on the tibia and femur and their relationships to critical bony landmarks using high-resolution volume-rendering computed tomography*. The American journal of sports medicine, 36(11), 2083-2090.
- (28) Cox, C. F., Graefe, S., & Bordoni, B. (2021). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee Posterior Cruciate Ligament*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- (29) Sri-Ram, K. (Ed.). (2012). *Postgraduate Orthopaedics: MCQS and EMQS for the FRCS (Tr & Orth)*. Cambridge University Press.
- (30) Thauinat, M., Pioger, C., Chatellard, R., Conteduca, J., Khaleel, A., & Sonnery-Cottet, B. (2014). *The arcuate ligament revisited: role of the posterolateral structures in providing static stability in the knee joint*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 22(9), 2121-2127.
- (31) LaPrade, R. F., & Chahla, J. (Eds.). (2020). *Evidence-Based Management of Complex Knee Injuries E-Book: Restoring the Anatomy to Achieve Best Outcomes*. Elsevier Health Sciences.

- (32) Goldblatt, J. P., & Richmond, J. C. (2003). *Anatomy and biomechanics of the knee. Operative Techniques in Sports Medicine*, 11(3), 172-186.
- (33) Farrell, C., Shamrock, A. G., & Kiel, J. (2021). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Medial Meniscus*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- (34) Cox, C. F., & Hubbard, J. B. (2021). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee Lateral Meniscus*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- (35) Ransom, A. L., Sinkler, M. A., & Nallamotheu, S. V. (2018). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Femoral Muscles*.
- (36) Bordoni, B., & Varacallo, M. (2022). *Anatomy, bony pelvis and lower limb, thigh quadriceps muscle*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- (37) Biondi, N. L., & Varacallo, M. (2021). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Vastus Lateralis Muscle*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- (38) Khan, A., & Arain, A. (2021). *Anatomy, bony pelvis and lower limb, anterior thigh muscles*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- (39) Grob, K., Manestar, M., Filgueira, L., Kuster, M. S., Gilbey, H., & Ackland, T. (2018). *The interaction between the vastus medialis and vastus intermedius and its influence on the extensor apparatus of the knee joint*. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(3), 727-738.

- (40) Anderson, T. B., & Vilella, R. C. (2020). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Posterior Thigh*.
- (41) Tubbs, R. S., Caycedo, F. J., Oakes, W. J., & Salter, E. G. (2006). *Descriptive anatomy of the insertion of the biceps femoris muscle*. *Clinical Anatomy: The Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists and the British Association of Clinical Anatomists*, 19(6), 517-521.
- (42) Rodgers, C. D., & Raja, A. (2021). *Anatomy, bony pelvis and lower limb, hamstring muscle*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- (43) Vaughn, J. E., & Cohen-Levy, W. B. (2021). *Anatomy, bony pelvis and lower limb, posterior thigh muscles*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- (44) Woodley, S. J., & Mercer, S. R. (2005). *Hamstring muscles: architecture and innervation*. *Cells tissues organs*, 179(3), 125-141.
- (45) Mathew, K., & Pillarisetty, L. S. (2021). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Thigh Semitendinosus Muscle*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- (46) Jenö, S. H., & Schindler, G. S. (2018). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Thigh Adductor Magnus Muscle*.
- (47) Ramage, J. L., & Varacallo, M. (2018). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Medial Thigh Muscles*.

- (48) Jo, S. Y., Chang, J. C., Bae, H. G., Oh, J. S., Heo, J., & Hwang, J. C. (2016). *A morphometric study of the obturator nerve around the obturator foramen*. *Journal of Korean Neurosurgical Society*, 59(3), 282-286.
- (49) Komdeur, P., Pollo, F. E., & Jackson, R. W. (2002, July). *Dynamic knee motion in anterior cruciate impairment: a report and case study*. In *Baylor University Medical Center Proceedings* (Vol. 15, No. 3, pp. 257-259). Taylor & Francis.
- (50) Vaienti, E., Scita, G., Ceccarelli, F., & Pogliacomì, F. (2017). *Understanding the human knee and its relationship to total knee replacement*. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis*, 88(Suppl 2), 6.
- (51) Masouros, S. D., Bull, A. M. J., & Amis, A. A. (2010). (i) *Biomechanics of the knee joint*. *Orthopaedics and Trauma*, 24(2), 84-91.
- (52) Nordin, M., & Frankel, V. H. (Eds.). (2001). *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. Lippincott Williams & Wilkins.
- (53) Malloy, P. J., & Nho, S. J. (2014). *Clinical Biomechanics of the Hip Joint*.
- (54) Gold, M., Munjal, A., & Varacallo, M. (2017). *Anatomy, bony pelvis and lower limb, hip joint*.
- (55) Salian, S. C., Gupta, S., & Yardi, D. S. (2015). *Intra-tester and inter-tester reliability of measures of pelvic inclinometer in standing using hand held and*

- mounted pelvic Inclinator in asymptomatic individuals. Int J Innov Res Dev, 7, 18-23.*
- (56) Glenister, R., & Sharma, S. (2021). *Anatomy, bony pelvis and lower limb, hip*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- (57) Koh, J., Zaffagnini, S., Kuroda, R., Longo, U. G., & Amirouche, F. (Eds.). (2021). *Orthopaedic Biomechanics in Sports Medicine*. Springer.
- (58) Manganaro, D., & Alsayouri, K. (2022). *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Ankle Joint*. In StatPearls. StatPearls Publishing.
- (59) Vera-Garcia, F. J., Elvira, J. L., Brown, S. H., & McGill, S. M. (2007). *Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. Journal of electromyography and kinesiology, 17(5), 556-567.*
- (60) Arjmand, N., Shirazi-Adl, A., & Parnianpour, M. (2008). *Trunk biomechanics during maximum isometric axial torque exertions in upright standing. Clinical Biomechanics, 23(8), 969-978.*
- (61) Nitz, A. J., & Peck, D. (1986). *Comparison of muscle spindle concentrations in large and small human epaxial muscles acting in parallel combinations. The American Surgeon, 52(5), 273-277.*

- (62) Brown, S. H., Vera-Garcia, F. J., & McGill, S. M. (2006). *Effects of abdominal muscle coactivation on the externally preloaded trunk: variations in motor control and its effect on spine stability*. *Spine*, 31(13), E387-E393.
- (63) Bergmark, A. (1989). *Stability of the lumbar spine: a study in mechanical engineering*. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 60(sup230), 1-54.
- (64) Johnson, L., McCammon, J., & Cooper, A. (2021). *Correction of Genu Recurvatum Deformity Using a Hexapod Frame: A Case Series and Review of the Literature*. *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction*, 16(2), 116.
- (65) Feczko, P., & Emans, P. (2017). *Hereditary bilateral genu recurvatum: case report of a family*. *The Knee*, 24(1), 137-143.
- (66) Bleyenheuft, C., Bleyenheuft, Y., Hanson, P., & Deltombe, T. (2010). *Treatment of genu recurvatum in hemiparetic adult patients: a systematic literature review*. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 53(3), 189-199.
- (67) Gage J. R. (2004). *The treatment of gait problems in cerebral palsy*. *Mac Keith* : Distributed by Cambridge University Press.
- (68) Hassan, A. Z. M., & Elsaid, A. N. S. (2022). *Biological Bone Plate and Iliac Bone Autograft for Proximal Tibial Slope Changing Osteotomy in Genu Recurvatum*. *Arthroscopy Techniques*.

- (69) Dierick, F., Schreiber, C., Lavallée, P., & Buisseret, F. (2021). *Asymptomatic Genu Recurvatum reshapes lower limb sagittal joint and elevation angles during gait at different speeds*. *The Knee*, 29, 457-468.
- (70) Trojani, C., Micicoi, G., & Boileau, P. (2021). *High tibial flexion osteotomy for symptomatic ligamentous genu recurvatum*. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 107(7), 103025.
- (71) Marques, N. R., Morais, B., Barreira, M., Nóbrega, J., Ferrão, A., & Jorge, J. T. (2022). *Anterior Slope Correction–Flexion Osteotomy in Traumatic Genu Recurvatum*. *Arthroscopy Techniques*, 11(5), e889-e893.
- (72) CP Charalambous, (July 26, 2021), *The Knee Made Easy*, SpringerLink.
- (73) Loudon, J. K. (2000). *Measurement of knee-joint-position sense in women with genu recurvatum*. *Journal of Sport Rehabilitation*, 9(1), 15-25.
- (74) Clinch, J., Deere, K., Sayers, A., Palmer, S., Riddoch, C., Tobias, J. H., & Clark, E. M. (2011). *Epidemiology of generalized joint laxity (hypermobility) in fourteen-year-old children from the UK: A population-based evaluation*. *Arthritis & Rheumatism*, 63(9), 2819-2827.
- (75) Vishnoi, K., Agrawal, P., Authreya, A. J., Thakur, V., & Makam, A. (2022). *Fetal Genu Recurvatum: A Case Series*. *Journal of Fetal Medicine*, 1-5.

- (76) Ilario, S., Brandon, M. L., Bonamo, J. R., Flynn, M. I., & Sherman, M. F. (2004). *Genu recurvatum presenting as PCL insufficiency. The Journal of Knee Surgery*, 17(04), 214-217.
- (77) Kargin, D., Aycan, O. E., Aydin, C. G., Albayrak, A., Atici, Y., & BALIOĞLU, M. B. (2018). *The proprioception of the knee joint following tibia plateau fractures. Acta Orthopædica Belgica*, 84, 213-222.
- (78) Yazdani, S., Alizadeh, F., Dizaji, E., & Mohammadi, F. (2020). *Postural sway changes in genu recurvatum deformity during standing with manipulation of visual and proprioceptive systems. Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(4), 147-151.
- (79) Horváth, Á., Ferentzi, E., Schwartz, K., Jacobs, N., Meyns, P., & Köteles, F. (2022). *The measurement of proprioceptive accuracy: A systematic literature review. Journal of Sport and Health Science*.
- (80) Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, et al., editors. Neuroscience. 2nd edition. Sunderland (MA): Sinauer Associates; 2001. Chapter 9, *The Somatic Sensory System*.
- (81) Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). *The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. Physiological reviews*.

- (82) Schweller, E. W., & Ward, P. J. (2015). *Posterolateral corner knee injuries: review of anatomy and clinical evaluation*. *Journal of Osteopathic Medicine*, 115(12), 725-731.
- (83) Meyer, E. G., Baumer, T. G., & Haut, R. C. (2011). *Pure passive hyperextension of the human cadaver knee generates simultaneous bicruciate ligament rupture*. *Journal of biomechanical engineering*, 133(1).
- (84) Tani, Y., Otaka, Y., Kudo, M., Kurayama, T., & Kondo, K. (2016). *Prevalence of genu recurvatum during walking and associated knee pain in chronic hemiplegic stroke patients: a preliminary survey*. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 25(5), 1153-1157.
- (85) Kawahara, K., Sekimoto, T., Watanabe, S., Yamamoto, K., Tajima, T., Yamaguchi, N., & Chosa, E. (2012). *Effect of genu recurvatum on the anterior cruciate ligament-deficient knee during gait*. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 20(8), 1479-1487.
- (86) Loudon, J. K., Jenkins, W., & Loudon, K. L. (1996). *The relationship between static posture and ACL injury in female athletes*. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 24(2), 91-97.
- (87) Shultz, S. J., Levine, B. J., Nguyen, A. D., Kim, H., Montgomery, M. M., & Perrin, D. H. (2010). *A comparison of cyclic variations in anterior knee laxity, genu recurvatum, and general joint laxity across the menstrual cycle*. *Journal of orthopaedic research*, 28(11), 1411-1417.

- (88) Robertson, J. A. (1984). FP Kendall and EK McCreary “*muscles, testing and function*”. *British journal of sports medicine*, 18(1), 25.
- (89) Li, W., Li, Y., Gao, Q., Liu, J., Wen, Q., Jia, S., ... & Gong, W. (2022). *Change in knee cartilage components in stroke patients with genu recurvatum analysed by zero TE MR imaging*. *Scientific Reports*, 12(1), 1-10.
- (90) Setton, L. A., Mow, V. C., & Howell, D. (1995). *Mechanical behavior of articular cartilage in shear is altered by transection of the anterior cruciate ligament*. *Journal of Orthopaedic Research*, 13(4), 473-482.
- (91) Paillard, T. (2012). *Effects of general and local fatigue on postural control: a review*. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(1), 162-176.
- (92) Shultz, S. J., Nguyen, A. D., & Levine, B. J. (2009). *The relationship between lower extremity alignment characteristics and anterior knee joint laxity*. *Sports Health*, 1(1), 54-60.
- (93) Svensson, M., Lind, V., & Löfgren Harringe, M. (2019). *Measurement of knee joint range of motion with a digital goniometer: A reliability study*. *Physiotherapy Research International*, 24(2), e1765.
- (94) Jamaluddin, S., Sulaiman, A. R., Kamarul Imran, M., Juhara, H., Ezane, M. A., & Nordin, S. (2011). *Reliability and accuracy of the tape measurement method with a nearest reading of 5 mm in the assessment of leg length discrepancy*. *Singapore medical journal*, 52(9), 681.

- (95) Farahmand, B., Takamjani, E. E., Yazdi, H. R., Saeedi, H., Kamali, M., & Cham, M. B. (2019). *A systematic review on the validity and reliability of tape measurement method in leg length discrepancy*. Medical Journal of the Islamic Republic of Iran, 33, 46.
- (96) Gabbard, C., & Hart, S. (1996). *A question of foot dominance*. The Journal of general psychology, 123(4), 289-296.
- (97) Lim, H. S., Roh, S. Y., & Lee, S. M. (2013). *The relationship between pelvic tilt angle and disability associated with low back pain*. Journal of Physical Therapy Science, 25(1), 65-68.
- (98) Brody, D. M. (1982). *Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner*. The orthopedic clinics of north America, 13(3), 541-558.
- (99) Eslami, M., Damavandi, M., & Ferber, R. (2014). *Association of navicular drop and selected lower-limb biomechanical measures during the stance phase of running*. Journal of applied biomechanics, 30(2), 250-254.
- (100) Zuil-Escobar, J. C., Martínez-Cepa, C. B., Martín-Urrialde, J. A., & Gómez-Conesa, A. (2019). *Evaluating the medial longitudinal arch of the foot: correlations, reliability, and accuracy in people with a low arch*. Physical Therapy, 99(3), 364-372.
- (101) Zuil-Escobar, J. C., Martínez-Cepa, C. B., Martín-Urrialde, J. A., & Gómez-Conesa, A. (2018). *Medial longitudinal arch: accuracy, reliability, and*

- correlation between navicular drop test and footprint parameters. Journal of manipulative and physiological therapeutics, 41(8), 672-679.*
- (102) Ferber, R., Kendall, K. D., & McElroy, L. (2010). *Normative and critical criteria for iliotibial band and iliopsoas muscle flexibility. Journal of Athletic Training, 45(4), 344-348.*
- (103) Gabbe, B. J., Bennell, K. L., Wajswelner, H., & Finch, C. F. (2004). *Reliability of common lower extremity musculoskeletal screening tests. Physical Therapy in Sport, 5(2), 90-97.*
- (104) Selfe, J., Callaghan, M., Witvrouw, E., Richards, J., Dey, M. P., Sutton, C., ... & Turner, D. (2013). *Targeted interventions for patellofemoral pain syndrome (TIPPS): classification of clinical subgroups. BMJ open, 3(9), e003795.*
- (105) Piva, S. R., Goodnite, E. A., & Childs, J. D. (2005). *Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 35(12), 793-801.*
- (106) Post, W. R. (1999). *Current concepts clinical evaluation of patients with patellofemoral disorders. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 15(8), 841-851.*
- (107) Piva, S. R., Fitzgerald, K., Irrgang, J. J., Jones, S., Hando, B. R., Browder, D. A., & Childs, J. D. (2006). *Reliability of measures of impairments associated with patellofemoral pain syndrome. BMC musculoskeletal disorders, 7(1), 1-13.*

- (108) Davis, D. S., Quinn, R. O., Whiteman, C. T., Williams, J. D., & Young, C. R. (2008). *Concurrent validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 583-588.
- (109) Munteanu, S. E., Strawhorn, A. B., Landorf, K. B., Bird, A. R., & Murley, G. S. (2009). *A weightbearing technique for the measurement of ankle joint dorsiflexion with the knee extended is reliable*. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 54-59.
- (110) López-Miñarro, P. A., & Rodríguez-García, P. L. (2010). *Hamstring muscle extensibility influences the criterion-related validity of sit-and-reach and toe-touch tests*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 1013-1018.
- (111) Juul-Kristensen, B., Schmedling, K., Rombaut, L., Lund, H., & Engelbert, R. H. (2017, March). *Measurement properties of clinical assessment methods for classifying generalized joint hypermobility—a systematic review*. In *American Journal of Medical Genetics Part C: Seminars in Medical Genetics* (Vol. 175, No. 1, pp. 116-147).
- (112) Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). *The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test*. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, 4(2), 92.

- (113) Liu, F., Jones, A. Y., Evans, K., Tsang, R. C., & Ao, L. (2018). *Trunk muscle endurance in Chinese adults. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 31(4), 593-602.
- (114) Evans, K., Refshauge, K. M., & Adams, R. (2007). *Trunk muscle endurance tests: reliability, and gender differences in athletes. Journal of science and medicine in sport*, 10(6), 447-455.
- (115) Habets, B., Staal, J. B., Tijssen, M., & van Cingel, R. (2018). *Intrarater reliability of the Humac NORM isokinetic dynamometer for strength measurements of the knee and shoulder muscles. BMC research notes*, 11(1), 1-5.
- (116) Hedayatpour, N., Arendt-Nielsen, L., & Farina, D. (2008). *Non-uniform electromyographic activity during fatigue and recovery of the vastus medialis and lateralis muscles. Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(3), 390-396.
- (117) Jegu, A. G., Pereira, B., Andant, N., & Coudeyre, E. (2014). *Effect of eccentric isokinetic strengthening in the rehabilitation of patients with knee osteoarthritis: Isogo, a randomized trial. Trials*, 15(1), 1-6.
- (118) Hertel, J., Dorfman, J. H., & Braham, R. A. (2004). *Lower extremity malalignments and anterior cruciate ligament injury history. Journal of sports science & medicine*, 3(4), 220.

- (119) Shultz, S. J., Nguyen, A. D., Windley, T. C., Kulas, A. S., Botic, T. L., & Beynnon, B. D. (2006). *Intratester and intertester reliability of clinical measures of lower extremity anatomic characteristics: implications for multicenter studies*. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 16(2), 155-161.
- (120) Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., & Liu, Y. (2016). *Assessing proprioception: a critical review of methods*. *Journal of Sport and Health Science*, 5(1), 80-90.
- (121) Stillman, B. C. (2000). *An investigation of the clinical assessment of joint position sense* (Doctoral dissertation, University of Melbourne).
- (122) Alpar, C. (2016). *Spor Sağlık Ve Eğitim Bilimlerinden Örneklerle UYGULAMALI İSTATİSTİK VE GEÇERLİK GÜVENİRLİK*.
- (123) Nguyen, A. D., & Shultz, S. J. (2007). *Sex differences in clinical measures of lower extremity alignment*. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 37(7), 389-398.
- (124) Whyte, C., Savva, A., Zaman, N., Chen, C., Ashley, C., Werner, W., ... & Gallagher, R. (2019). *Can an Ankle Foot Orthoses with a Heel Lift Decrease Genu Recurvatum in Adults Post-Stroke?*. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(10), e47.

- (125) Trimble, M. H., Bishop, M. D., Buckley, B. D., Fields, L. C., & Rozea, G. D. (2002). *The relationship between clinical measurements of lower extremity posture and tibial translation*. *Clinical biomechanics*, 17(4), 286-290.
- (126) Carbone, L., Tylavsky, F. A., Bush, A. J., Koo, W., Orwoll, E., & Cheng, S. (2000). *Bone density in Ehlers-Danlos syndrome*. *Osteoporosis international*, 11(5), 388-392.
- (127) Pailhez, G., Rosado, S., Cabré, A. B., & Bulbena, A. (2011). *Joint hypermobility, fears, and chocolate consumption*. *The Journal of nervous and mental disease*, 199(11), 903-906.
- (128) Baeza-Velasco, C., Stoebner-Delbarre, A., Cousson-Gélie, F., Pailhez, G., Bulbena, A., Baguet, F., & Gély-Nargeot, M. C. (2015). *Increased tobacco and alcohol use among women with joint hypermobility: a way to cope with anxiety?*. *Rheumatology international*, 35(1), 177-181.
- (129) Suits, W. H. (2021). *Clinical measures of pelvic tilt in physical therapy*. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(5), 1366.
- (130) Rockey, A. M. (2008). *The relationship between anterior pelvic tilt, hamstring extensibility and hamstring strength*. The University of North Carolina at Greensboro.

- (131) Medina McKeon, J. M., & Hertel, J. (2009). *Sex differences and representative values for 6 lower extremity alignment measures*. Journal of athletic training, 44(3), 249-255.
- (132) Nguyen, A. D., Boling, M. C., Levine, B., & Shultz, S. J. (2009). *Relationships between lower extremity alignment and the quadriceps angle*. Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine, 19(3), 201.
- (133) Nielsen, R. G., Rathleff, M. S., Simonsen, O. H., & Langberg, H. (2009). *Determination of normal values for navicular drop during walking: a new model correcting for foot length and gender*. Journal of foot and ankle research, 2(1), 1-7.
- (134) Mohanty, N. R., Tiwari, A., & Koley, S. (2019). *Estimation of static navicular drop and its correlation with selected anthropometric and lower extremity anatomical alignment variables in university level female judo players*.
- (135) Myer, G. D., Ford, K. R., Paterno, M. V., Nick, T. G., & Hewett, T. E. (2008). *The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes*. The American journal of sports medicine, 36(6), 1073-1080.
- (136) Shultz, S. J., Schmitz, R. J., Nguyen, A. D., & Levine, B. J. (2010). *Joint laxity is related to lower extremity energetics during a drop jump landing*. Medicine and science in sports and exercise, 42(4), 771.

- (137) Dreher, T., Vegvari, D., Wolf, S. I., Geisbüsch, A., Gantz, S., Wenz, W., & Braatz, F. (2012). *Development of knee function after hamstring lengthening as a part of multilevel surgery in children with spastic diplegia: a long-term outcome study*. JBJS, 94(2), 121-130.
- (138) NAGAHORI, H., & SHIDA, N. (2022). *Relationship between Muscle Flexibility and Characteristics of Muscle Contraction in Healthy Women during Different Menstrual Phases*. Physical Therapy Research, 25(2), 68-74.
- (139) Young, R., Nix, S., Wholohan, A., Bradhurst, R., & Reed, L. (2013). *Interventions for increasing ankle joint dorsiflexion: a systematic review and meta-analysis*. Journal of foot and ankle research, 6(1), 1-10.
- (140) Grieve, R., Clark, J., Pearson, E., Bullock, S., Boyer, C., & Jarrett, A. (2011). *The immediate effect of soleus trigger point pressure release on restricted ankle joint dorsiflexion: A pilot randomised controlled trial*. Journal of bodywork and movement therapies, 15(1), 42-49.
- (141) Charles, J., Scutter, S. D., & Buckley, J. (2010). *Static ankle joint equinus: toward a standard definition and diagnosis*. Journal of the American Podiatric Medical Association, 100(3), 195-203.
- (142) Owens, B. D. (2018). *Recurvatum*. The American Journal of Sports Medicine, 46(12), 2833-2835.

- (143) Ramesh, R., Von Arx, O., Azzopardi, T., & Schranz, P. J. (2005). *The risk of anterior cruciate ligament rupture with generalised joint laxity*. The Journal of bone and joint surgery. British volume, 87(6), 800-803.
- (144) Ahn, S. H., Kwon, O. Y., Hwang, U. J., Jung, S. H., Kim, H., & Kim, J. H. (2020). *The association between genu recurvatum angle and the strength of the hip and knee muscles in standing workers*. Work, 66(1), 173-181.
- (145) Gollamudi, S., Jitta, S., Kakarla, S. V., Yalamanchili, R. K., & Kambhampati, S. B. S. (2022). *Comparison of joint hypermobility in general and orthopaedic clinic population in south India*. J Med Sci Res, 10(1), 1-6.
- (146) Sharrock, C., Cropper, J., Mostad, J., Johnson, M., & Malone, T. (2011). *A pilot study of core stability and athletic performance: is there a relationship?*. International journal of sports physical therapy, 6(2), 63.
- (147) Binuyo, O. T., Ayelawa, S. D., Onigbinde, O. A., & Ogundele, T. (2022). *Hamstring weakness: A sequel of cerebrovascular accident*. Journal of the Nigeria Society of Physiotherapy, 21(1), 19-24.
- (148) Nguyen, A. D., & Shultz, S. J. (2009). *Identifying relationships among lower extremity alignment characteristics*. Journal of athletic training, 44(5), 511-518.
- (149) Nashner, L. M. (2014). *Practical biomechanics and physiology of balance*. Balance function assessment and management, 431.

- (150) Pashnameh, A., Mirnasouri, R., & Goodarzi, B. (2014). *Relationship Between Some Of The Lower Extremity Deformities With Static And Dynamic Balance In Female Students Of Dorud Islamic Azad University*. *European Academic Research*, 1(10).
- (151) Swinson, T. (1998). *Effects of Genu Recurvatum on Postural Control: A Preliminary Study*. NORTH CAROLINA UNIV AT CHAPEL HILL.
- (152) Borghuis, J., Hof, A. L., & Lemmink, K. A. (2008). *The importance of sensory-motor control in providing core stability*. *Sports medicine*, 38(11), 893-916.
- (153) Powers, C. M. (2010). *The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective*. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 40(2), 42-51.
- (154) Ambegaonkar, J. P., Cortes, N., Caswell, S. V., Ambegaonkar, G. P., & Wyon, M. (2016). *Lower extremity hypermobility, but not core muscle endurance influences balance in female collegiate dancers*. *International journal of sports physical therapy*, 11(2), 220.
- (155) Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). *The effects of core proprioception on knee injury: a prospective biomechanical-epidemiological study*. *The American journal of sports medicine*, 35(3), 368-373.

- (156) Devan, M. R., Pescatello, L. S., Faghri, P., & Anderson, J. (2004). *A prospective study of overuse knee injuries among female athletes with muscle imbalances and structural abnormalities*. *Journal of athletic training*, 39(3), 263.
- (157) Maruyama, S., Sekine, C., Shagawa, M., Yokota, H., Hirabayashi, R., Togashi, R., ... & Edama, M. (2022). *Menstrual Cycle Changes Joint Laxity in Females—Differences between Eumenorrhea and Oligomenorrhea*. *Journal of Clinical Medicine*, 11(11), 3222.
- (158) Stillman, B. C., Tully, E. A., & McMeeken, J. M. (2002). *Knee joint mobility and position sense in healthy young adults*. *Physiotherapy*, 88(9), 553-560.
- (159) Selfe, J., Callaghan, M., McHenry, A., Richards, J., & Oldham, J. (2006). *An investigation into the effect of number of trials during proprioceptive testing in patients with patellofemoral pain syndrome*. *Journal of Orthopaedic Research*, 24(6), 1218-1224.
- (160) Fouladi, R., Rajabi, R., Naseri, N., Pourkazemi, F., & Geranmayeh, M. (2012). *Menstrual cycle and knee joint position sense in healthy female athletes*. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 20(8), 1647-1652.

EKLER

Ek 1: Etik Kurul Onayı

 Doğu Akdeniz Üniversitesi "Erdem, Bilgi, Gelişim"	Eastern Mediterranean University "Virtus, Knowledge, Advancement"	99020, Gazimagusa, KUZİTAY KIBRIS / Famagusta, North Cyprus, via Mersin-10 TURKEY Tel: (+90) 392 630 1995 Faks/Fax: (+90) 392 630 2919 E-mail: boyek@emu.edu.tr
Etik Kurulu / Ethics Committee		
Sayı: ETK00-2020-0236	17.11.2020	
Konu: Etik Kurulu'na Başvurunuz Hk.		
Sayın Ayşe Nur Gencil Sağlık Bilimleri Fakültesi		
Sağlık Etik Altı Kurulu'nun 29.09.2020 tarih ve 2020/06 sayılı toplantısında incelenerek uygun bulunan, Yrd. Doç. Dr. Sevim Öksüz danışmanlığında yürüttüğünüz " Genu Rekurvatumu Olan Sağlıklı Bireylerde Fiziksel Durum ve Propriosepsiyonun İncelenmesi: Karşılaştırmalı Çalışma " adlı yüksek lisans tez çalışmanız, Doğu Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından onaylanmıştır.		
Bilgize rica ederim.		
 Prof. Dr. Yücel Vural Etik Kurulu Başkanı		
YV/ns.		
www.emu.edu.tr		

Ek 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu



Doğu Akdeniz Üniversitesi

Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu

Sağlık Etik Alt Kurulu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

(Yalın ve anlaşılır bir dil kullanılarak hazırlanmalıdır. Formda yer alan bilgiler başvuru dosyasındaki diğer belgelerdeki bilgilerle uyumlu olmalıdır.)

ARAŞTIRMANIN ADI:

Bu form ile “Genu Rekurvatumu Olan Sağlıklı Bireylerde Fiziksel Durum ve Proprioepsiyonun İncelenmesi: Karşılaştırmalı Çalışma” isimli çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Araştırmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Sizinle ilgili tüm bilgiler gizli tutulacaktır. Araştırmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi istemeye hakkınız vardır. Araştırma bitiminde elde edilen sonuçlar, sizin kimliğiniz hiçbir şekilde açıklanmadan, tamamen saklı tutularak ilgili literatürde yayınlanabilecektir.

Araştırmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını, bilgilerinizin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neleri içerdiğini, olası yararları ve risklerini ya da rahatsızlık verebilecek yönlerini anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. Araştırma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız

cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz, sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin araştırmayı bırakmakta özgürsünüz. Aynı şekilde araştırmayı yürüten araştırmacı çalışmaya devam etmeniz sizin için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir. Çalışmaya katılmakla parasal bir yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. Bu araştırma, Ydr. Doç. Dr Sevim ÖKSÜZ sorumluluğu altında yapılmaktadır.

Araştırmanın Konusu ve Amacı:

Araştırmamız, diz ekleminde genu rekurvatum (diz ekleminin normalden 5 derece daha fazla olarak arkaya doğru olan açısının artması olarak adlandırılan) olarak adlandırılan durumun, genu rekurvatumu olan ve olmayan sağlıklı bireylerin fiziksel durum ve eklem pozisyon hissini karşılaştırmasını yapmaktadır. İki grubun karşılaştırılan parametrelerinden olan fiziksel durum içinde pelvik inklinasyon açısı, naviküler yükseklik, kas kısalığı, esneklik, eklem laksitesi, kas enduransı, kas kuvveti yer almaktadır. Fiziksel parametrelerle beraber propriyosepsiyon olarak adlandırılan diz eklemin pozisyon hissi de değerlendirilecektir.

Araştırmanın Yöntemi:

Çalışma, Doğu Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Etik Kurul onayı alındıktan sonra başlatılacaktır. Çalışmaya katılmayı gönüllü olarak kabul eden bireylerden aydınlatılmış onam formunu dikkatlice okuyup imzalamanız istenecektir. Çalışmaya katılmayı kabul etmeniz durumunda Sağlık Bilimleri Fakültesi Sağlıkli Yaşam Merkezi bünyesinde bulunan ünitelerde değerlendirilecektir. Değerlendirilecek parametreler ;

- Sosyodemografik Bilgiler: yaş, cinsiyet, boy, kilo, BKİ, meslek, medeni durum, sigara-alkol kullanımı, kullandığı ilaçlar, alt ekstremite uzunluğu, dominant alt ekstremite ve genu rekurvatum açısı sorgulanacaktır.
- Pelvik inklinasyon açısı: Leğen kemiğinin açısı inklinometre denilen bir açı ölçer ile cilt üzerinden değerlendirilecektir.
- Naviküler Düşme Testi: Ayak medial longitüdinale ark yüksekliğini ve esnekliğini değerlendirmek için uygulanacaktır.
- Kas Kısalık Testleri: Kalça fleksör kasları, Kuadriceps femoris, Hamstring ve Gastroknemius kas gruplarındaki kısalık miktarını değerlendirmek amacıyla kas kısalık testi kullanılacaktır.
- Otur-Uzan Testi: Hamstring ve lumbal ekstansör kasların esnekliğini değerlendirmek için kullanılacaktır.
- Eklem Hiper mobilitesi: Eklem laksitesinin (gevşekliğinin) belirlenmesi amacıyla Beighton Hiper mobilitate Ölçeği kullanılacaktır. Ölçek kapsamında ilgili eklemlere yönelik toplamda 5 adet test uygulanacaktır.
- Y Denge Testi: Dinamik dengeyi değerlendirmek için kullanılacaktır.
- Gövde Kas Endurans Testleri: Gövde kaslarının dayanıklılığını değerlendirmek için McGill Endurans ve Plank testi kullanılacaktır.
- Alt Ekstremitte Kas Kuvvet Testi: Kuadriceps femoris ve Hamstring kaslarının kas kuvvetini belirlemek amacıyla izokinetik dinamometre ile bu kas gruplarının kuvveti değerlendirilecektir.

- Proprioepsion (Diz Eklemi Pozisyon Hissi): Diz eklemi pozisyon hissini değerlendirmek amacıyla izokinetik cihaz ile belirli açılarda, bireylerin diz eklemi pozisyon hissi değerlendirilecektir.

Soru, Daha Fazla Bilgi ve Problemler İçin Başvurulacak Kişiler:

Gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

Adı : Sevim ksz

Görevi : Öğretim yesi

Telefon: 03926303067

Gönüllünün / Katılımcının Beyanı:

Bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Yukarıdaki bilgileri ilgili araştırmacı ile ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı tatmin olacağım Şekilde cevapladı.

Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun bana herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Araştırma sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. Ayrıca araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum. Araştırma sırasında herhangi bir bilgi, soru sorma ihtiyacım olduğunda Ayşe NUR GENCEL ile iletişim kurabileceğimi biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu araştırmaya kendi rızamla, hiç bir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hr irademle

imzalıyorum. Araştırmacı, saklamam için imzalı bu belgenin bir kopyasını bana teslim etmiştir.

Gönüllü/Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Görüşme Tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Araştırmacı

Adı soyadı, unvanı: Ayşe Nur GENCEL, Fizyoterapist

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Ek 3: Değerlendirme Formları

SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ
SOSYODEMOGRAFİK DEĞERLENDİRME FORMU

Tarih: / /

Sıra No:

Cinsiyet: Erkek Kadın

Yaş:.....

Boy:.....

Vücut Ağırlığı:.....

BKİ:.....kg/m²

Meslek:.....

Medeni Durum: Evli Bekar

İlaç Kullanımı : Yok Var

Hangi İlaçlar :
.....
.....
.....

Alkol Kullanıyor mu? HAYIR EVET / kadeh/hafta.....yıl

Sigara Kullanıyor mu? HAYIR EVET / paket/gün.....yıl

Telefon:.....

Adres:.....

Genu recurvatum açısı (dominant taraf) :

Alt ekstremite uzunluk ölçümü:

Sağ	Sol

Tarih: .../.../....

Pelvik inklinasyon açısı:

Naviküler düşme testi:

1.Değerlendirme Fark:	2. Değerlendirme Fark:	3.Değerlendirme Fark:

Kas kısalığı değerlendirmesi (dominant taraf):

	SAĞ
Kalça fleksörleri kısalığı	1.değerlendirme: 2.değerlendirme: Ortalama:
Hamstring kısalığı	1.değerlendirme: 2.değerlendirme: Ortalama:
Kuadriceps femoris kısalığı	1.değerlendirme: 2.değerlendirme: Ortalama:
Gastroknemius kısalığı	1.değerlendirme: 2.değerlendirme: 3.değerlendirme: Ortalama:

Tarih:/..../....

Otur Uzan Testi:

1. Deneme:	2. Deneme:	3. Deneme:

Eklem hipermobilitesi:

	Sağ	Sol
Pasif dirsek hiperekstansiyonu > 10°		
Elde 5. Parmağın pasif ekstansiyonu > 90°		
El baş parmağını pasif ön kol fleksör yüzüne değdirme:		
Diz pasif hiperekstansiyonu > 10°		
Dizler bükülmeden avuç içi ile yere dokunma :	var: yok:	
Toplam puan		

Tarih: .../.../....

Dinamik Y DENGİ TESTİ (dominant taraf):

DOMİNANT EKSTREMİTE	1.DEĞER	2.DEĞER	3.DEĞER	ORTALAMA
ANTERİYOR				
POSTEROMEDİAL				
POSTEROLATERAL				
Toplam Uzanma mesafesi:				

Gövde Kas Endurans Testi:

TEST:	SÜRE :
LATERAL KÖPRÜ TESTİ	SAĞ : SOL :
Biering- Sorenson Testi:	
Gövde Fleksör Testi:	
Plank Testi:	

Tarih:/..../....

Alt Kas Kuvveti Değerlendirmesi:

AÇISAL HIZ	KAS	KONSANTRİK KUVVET	EKSENTRİK KUVVET
60°/sn	M.QUADRİCEPS FEMORİS		
	M. HAMSTRİNG		
180°/sn	M.QUADRİCEPS FEMORİS		
	M. HAMSTRİNG		

Propriyosepsiyon Değerlendirmesi:

AÇI	Diz Eklem Pozisyon Hissi				
	1.Deneme	1. Tekrar	2.Tekrar	3.Tekrar	Ortalama
10° FLEKSİYON					
60° FLEKSİYON					