

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SAĞLIKLI BİREYLERDE DİZ EKLEMİNE UYGULANAN
FARKLI DUYU UYARILARININ DENGE, EKLEM POZİSYON
HİSSİ VE HAFİF DOKUNMA DUYUSU ÜZERİNE OLAN
ERKEN ETKİLERİ**

Fzt. İlke GÜZEL

**Ortopedik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2020

TEŞEKKÜR

2017 yılında Ortopedik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı'nda başladığım lisansüstü eğitimim boyunca akademik ve mesleki yönden sayılamaz katkıları bir yana, bana “Etik gözeten, çalışkan, idealist, Atatürk’ün izinde bir bilim insanı nasıl olunur?”u öğreten, sonsuz desteği ve neşesiyle mesleğimi bana yeniden sevdiren, öğrencisi olmaktan olmaktan her zaman gurur duyduğum ve duyacağım yol göstericim Sayın Prof. Dr. Filiz CAN’a, yüksek lisans derslerim sırasında ve tezimin her evresinde değerli desteklerini benden esirgemeyen Dr. Fzt. Esra ATEŞ NUMANOĞLU, Dr. Fzt. Seval TAMER ve Uzm. Fzt. Asude ARIK’a teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince birçok fedakârlık gösterip her an yanımda olan, başarılarımda benim kadar katkısı bulunan, beni benden çok düşünen Merve Sevgi İNCE’ye, yaşamımın her döneminde bana verdikleri destek, duydukları güven ve sonsuz sevgi için anneme, babama ve kardeşime en derin duygularla teşekkür ederim.

İlkem GÜZEL

Ankara, 2020

ÖZET

Güzel İ. Sağlıklı Bireylerde Diz Eklemine Uygulanan Farklı Duyu Uyarılarının Denge, Eklem Pozisyon Hissi ve Hafif Dokunma Duyusu Üzerine Olan Erken Etkileri, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortopedik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2020. Bu çalışmada sağlıklı bireylerde farklı duyu reseptörlerine yönelik uyarıların eklem pozisyon hissi, denge ve hafif dokunma duyusu üzerine olan erken etkilerini incelemek ve bu etkileri birbirleri ile karşılaştırmak amaçlanmıştır. Çalışmaya yaşları 18-40 arasında değişen, toplam 125 sağlıklı kişi dahil edilmiştir. Katılımcılar uygulama tiplerine göre; 1) sıcak uygulama grubu, 2) soğuk uygulama grubu, 3) basınç uygulama grubu, 4) vibrasyon uygulama grubu ve 5) ağrı uygulama grubu olmak üzere 5 farklı gruba ayrılmıştır. Sıcak Uygulama Grubundaki katılımcıların dizlerine 20 dakika hotpack, Soğuk Uygulama Grubundaki katılımcıların dizlerine 15 dakika coldpack, Basınç Uygulama Grubundaki katılımcıların dizlerine manşon ile 5 dakika boyunca basınç, Vibrasyon Uygulama Grubundaki katılımcıların dizlerine diyapazon ile 5 dakika boyunca vibrasyon, Ağrı Uygulama Grubundaki katılımcıların dizlerine ise Burst TENS ile 60 saniye boyunca ağrı uygulanmıştır. Her gruptaki katılımcılara bu 5 uygulamanın öncesi ve sonrasında eklem hareket hissi, hafif dokunma duyusu ve denge değerlendirmeleri yapılmıştır. Uygulama öncesi ve sonrası ölçüm sonuçları grup içi ve gruplar arası karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Uygulama sonrası Soğuk Uygulama Grubunda dengenin bozulduğu, eklem pozisyon hissi ve hafif dokunma duyusunun azaldığı görülmüştür ($p<0,05$). Sıcak Uygulama Grubu ve Basınç Uygulama Grubunda ise, uygulama sonrası dengenin düzeldiği, eklem pozisyon hissi ve hafif dokunma duyusunun arttığı bulunmuştur ($p<0,05$). Vibrasyon ve Ağrı Gruplarının uygulama öncesi ve sonrası değerleri arasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Uygulama grupları birbirleri ile karşılaştırıldığında her parametre için gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Bu bulgular doğrultusunda sıcak uygulama ve basınç uygulamasının dizde eklem pozisyon hissini, hafif dokunmayı ve dengeyi artırdığı; soğuk uygulamanın ise bu parametreleri olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Propriyosepsiyon, denge, sıcak, soğuk, basınç, vibrasyon, ağrı

ABSTRACT

Güzel İ. Early Effects of Different Sensory Stimuli on Balance, Joint Position Sense and Light Touch Sensation Applied to the Knee Joint in Healthy Individuals, Hacettepe University Graduate School of Health Sciences, Orthopedic Physiotherapy and Rehabilitation Master Thesis, Ankara, 2020. The aim of this study was to investigate the early effects of stimuli for different sensory receptors on joint position sense, balance and mild tactile sensation in healthy individuals and to compare these effects with each other. A total of 125 healthy subjects aged between 18-40 years were included in the study. The participants were divided into 5 different groups according to application types: 1) hot application group, 2) cold application group, 3) pressure application group, 4) vibration application group and 5) pain application group. Stimuli were applied as 20 minutes hotpack to the knees of the participants in the Hot Application Group, 15 minutes coldpack to the knees of the participants in the Cold Application Group, 5 minutes pressure with blood pressure cuff to the knees of the participants in the Pressure Application Group, 5 minutes vibration with diaposon to the knees of the participants in the Vibration Application Group; 60 seconds pain with Burst TENS to the knees of the participants in the Pain Application Group. Participants in each group were evaluated before and after these 5 applications. The measurement results before and after the application were analyzed by comparing them within and between groups. After the application, it was observed that the balance in the Cold Application Group was deteriorated, and the sense of joint position and light touch decreased ($p<0.05$). In the Hot Application Group and Pressure Application Group, it was found that the balance improved after application and the sensation of joint position and light touch increased ($p<0.05$). There was no significant difference between the Vibration and Pain Groups before and after the application ($p>0.05$). When the application groups were compared with each other, a significant difference was found between the groups for each parameter. In line with these findings, it was found that hot application and pressure application increased the knee joint position sense, light touch and balance; however, it was concluded that cold application negatively affected these parameters.

Keywords: Proprioception, balance, hot, cold, pressure, vibration, pain,

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	iv
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Diz Eklemi Anatomisi	5
2.1.1. Kemikler	5
2.1.2. Eklemler	9
2.1.3. Diz Eklemine Etki Eden Kaslar	20
2.2. Diz Eklemi Biyomekanisi	24
2.2.1. Tibiofemoral Eklem Biyomekanisi	24
2.2.2. Patellofemoral Eklem Biyomekanisi	26
2.2.3. Patellofemoral Reaksiyon Kuvveti	27
2.2.4. Patellanın Görevleri	27
2.3. Propriyosepsiyon	28
2.3.1. Propriyoseptif Yollar	30
3. BİREYLER VE YÖNTEM	43
3.1. Bireyler	43
3.2. Yöntem	45
3.2.1. Değerlendirmeler	46
3.2.2. Uygulamalar	52
3.3. İstatistiksel Değerlendirme	57
4. BULGULAR	59
5. TARTIŞMA	67

5.1. Sıcak – Soğuk	68
5.2. Basınç	70
5.3. Vibrasyon	71
5.4. Ağrı	74
5.5. Çalışmanın Limitasyonları	77
6. SONUÇLAR	79
7. KAYNAKLAR	82
8. EKLER	
EK 1: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	
EK 2: Olgu Rapor Formu	
EK 3: Orjinallik Raporu	
EK 4: Dijital Makbuz	
EK 5: Hacettepe Üniversitesi Etik Kurulu Karar Formu	
EK 6: Sağlık Bakanlığı Etik Kurul Belgesi	
EK 7: Kongre Katılım Belgeleri	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
Art.	: Articulatio
cm	: Santimetre
kg	: Kilogram
Lig.	: Ligament
M.	: Musculus
n	: Hasta Sayısı
N.	: Nervus
NAS	: Numerik Ağrı Skalası
°	: Derece
p	: İstatistiksel yanılma düzeyi
SİAİ	: Spina iliaca anterior infeior
SİAS	: Spina iliaca anterior superior
SS	: Standart Sapma
TENS	: <i>Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation</i>
VAS	: Visual Analog Scale
WOMAC	: The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa	
2.1.	Diz eklemi	9
2.2.	Diz eklemi ligamentleri	18
2.3.	Diz eklemi yüzeysel ligamentleri	20
2.4.	Diz eklemine etki ön bölge eden kasları	22
2.5.	Diz eklemine etki eden arka bölge kasları	24
2.6.	Tibiofemoral eklem hareketleri	26
2.7.	Patella'nın görevi	28
2.8.	Propriyosptif spinal yollar	41
3.1.	Semmes Weinstein Monofilaman Testi ile hafif dokunma duyusunun değerlendirilmesi.	48
3.2.	Eklem pozisyon hissini değerlendirilmesi.	49
3.3.	Açı ölçümü için MATLAB kullanıcı ara yüzü.	51
3.4.	Yıldız Denge Testi ile dengenin değerlendirilmesi.	52
3.5.	Hotpack ile sıcak uygulama.	53
3.6.	Coldpack ile soğuk uygulama.	54
3.7.	Diyapazon ile vibrasyon uygulama.	55
3.8.	Manşon ile basınç uygulama.	56
3.9.	TENS cihazı ile ağrı uygulama.	57

TABLolar

Tablo	Sayfa
3.1. Akış şeması	45
4.1. Gönüllülerin bazı demografik özelliklerinin dağılımı	59
4.2. Tüm gruplar için Semmes Weinstein Monofilaman Testi'nin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değerleri	60
4.3. Tüm gruplar için Yıldız Denge Testi'nin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değerleri	61
4.4. Tüm grupların diz eklem pozisyon hissinde uygulama öncesi ve sonrası olan eklem sapma açılarının karşılaştırılması	62
4.5. Tüm gruplar için Semmes Weinstein Test, Yıldız Denge Testi ve eklem pozisyon hissi ölçülerinin uygulama öncesi ve sonrası farklarının karşılaştırılması	63
4.6. Semmes Weinstein Testi ile ölçülen hafif dokunma hissinin uygulama öncesi ve sonrası verilerinin uygulama grupları arasındaki farklarının karşılaştırılması	64
4.7. Gruplara göre Yıldız Denge Testi'nin uygulama öncesi ve sonrası verileri arasındaki farkın (uygulama sonrası – uygulama öncesi) karşılaştırılması	65
4.8. Grupların uygulama öncesi ve sonrası eklem pozisyon hissi değerlerinin birbirleri ile karşılaştırılması	66

1. GİRİŞ

Propriyosepsiyon, eklem pozisyon ve hareket hissi parametrelerini kapsayan özelleşmiş bir duyu girdisi olarak da tanımlanmaktadır. Ancak son yıllardaki görüşe göre, propriyosepsiyonu sadece bu iki parametre ile değil, aynı zamanda rezistans, hareketin yönü, vibrasyon gibi alt parametreleri de temsil etmektedir (1).

Ekstremitte hareketi ve pozisyon değişiklikleri sırasında eklemin kendisi kadar, eklem çevresindeki cilt, kaslar, tendonlar, fasya, eklem kapsülü ve bağlar gibi dokular da deformasyona uğrar. Bu nedenle hareket ve pozisyon değişiklikleri sırasında bu dokular ve dokularda bulunan propriyoseptörler de etkilenir. Dolayısıyla eklem dışındaki bu dokuların her birinin propriyosepsiyon üzerinde bir etkisi vardır. Ancak, propriyosepsiyon için bu yapılar dışında propriyoseptif duyuyu besleyen vestibular organ ve vizüel reseptörlerden gelen veriler de önemlidir. Normal motor kontrol için bu 3 duyu birlikte hareket eder ve mekanizma içinde birbirlerini besler. Amaca yönelik ve koordine hareket için, bunların hepsinin düzgün ve işbirliği içerisinde çalışması beklenir (2, 3).

Propriyosepsiyonun değerlendirilmesi, fizyoterapide hem en uygun tedavi programının düzenlenmesinde, hem de yaralanma ve sakatlıkları önlemek üzere koruyucu yaklaşımların geliştirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Propriyoseptif duyunun değerlendirilme ihtiyacı ve propriyoseptif eğitimin önemi, son dönemde yapılan çalışmalarla daha da artmıştır. Özellikle sporcularda birçok eklemde propriyoseptif duyu değerlendirilmiş ve çeşitli tedavi yöntemlerinin etkinliği üzerine araştırmalar yapılmıştır (2, 3). Bunun yanı sıra, osteoartrit veya eklem dejenerasyonu gibi bazı patolojilerde ve cerrahi işlemler sonrasında (4, 5) propriyoseptif defisit varlığı ortaya konulmuş ve bu patolojilerin gelişmesinde propriyosepsiyonun rolü ve tedavideki etkinliği üzerinde de çalışılmıştır (6-8).

Yapılan çalışmalarda propriyoseptif duyu, eklemin pozisyon hissini ve/veya hareket hissini ölçerek değerlendirilmiştir (9, 10). Propriyosepsiyonda en çok değerlendirilen parametre olan eklem pozisyon hissini değerlendirilmesi konusunda da literatürde farklı görüşler yer almaktadır. Örneğin bazı çalışmalarda aktif hareket hissi (3, 11), bazı çalışmalarda pasif hareket hissi ölçülürken (11), az sayıdaki çalışmada ise her ikisi birden (9) değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak propriyosepsiyon için henüz altın standart olarak kabul edilebilecek bir değerlendirme yöntemi bulunmamaktadır. Temel olarak propriyosepsiyon, hareket hissi veya eklem pozisyon hissi ile ölçülerek belirlenmiştir. Son yıllarda üzerine durulan vibrasyon, hareketin yönü veya direnci gibi diğer parametreleri ölçebilecek yöntemler henüz geliştirilemediği için, literatürde henüz propriyosepsiyonun bu komponentlerini ölçen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Buna karşılık, literatürde propriyosepsiyonu olumsuz veya olumlu yönde etkileyen faktörleri içeren bazı çalışmalar yer almaktadır. Örneğin soğukun propriyosepsiyonu olumsuz, sıcakın ise olumlu yönde etkilediği gösterilmiştir. Aynı şekilde yaşlanma ile propriyoseptif duyunun azaldığı (12), dejeneratif eklem hastalıklarında (4, 6), ön çapraz bağ (13, 14), menisküs (15) ve endoprotez cerrahileri sonrasında da (5) propriyoseptif hassasiyetin bozulduğu ortaya konulmuştur.

Literatürdeki birçok çalışma ile, yaşlanma, dejeneratif eklem hastalıkları veya ortopedik ameliyatlar sonrasında propriyoseptif duyuda olan değişiklikler ortaya konulmuş olmasına rağmen, fizyoterapi uygulamaları gibi bazı tedavi yöntemlerinin propriyosepsiyon üzerine olan etkilerini gösteren çalışmaların sayısı oldukça azdır. Az sayıdaki bu çalışmalarda da genellikle sıcak veya soğuk ortamların ve yorgunluğun etkisi incelenmiştir (16, 17). Bir çalışmada, sıcak ve soğuk uygulamaların etkileri araştırılmış; sıcak uygulamanın propriyoseptif duyuyu arttırdığı, soğuk uygulamanın ise azalttığı ortaya konulmuştur (18). Bu konu ile ilgili olarak yapılan nadir çalışmalardan birinde de Chan ve Can (10), genel ısınma egzersizleri, aktif egzersizler, pasif egzersizler, stabilizasyon egzersizleri, pliyometrik egzersizler ve manuel tedavinin omuz propriyosepsiyonu üzerine olan etkilerini göstermişler ve bu etkileri birbirleri ile karşılaştırmışlardır.

Ancak, farklı duyu uyarılarının propriyosepsiyon üzerine etkisi henüz yeterince çalışılmamıştır. Örneğin ağrı, kompresyon veya vibrasyon gibi soğuk ve sıcakı temsil eden termal reseptörler dışındaki diğer duyu reseptörleri temsil eden uyarıların propriyoseptif duyu üzerine olan etkisine yönelik literatürde az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle farklı duyu reseptörlere yapılacak uyarıların toplam propriyosepsiyon duyusu üzerine olan etkisinin bilinmesinin klinik önemi

büyük olacak; fizyoterapistler için hem değerlendirmeye, hem de tedavinin içeriğinin planlanmasına ışık tutacaktır.

Ayrıca, toplumun büyük kısmında görülen dejeneratif eklem hastalıklarının propriyosepsiyon üzerine negatif etkileri olduğu bilinmektedir (19-21). Normal yaşlanma ile de propriyosepsiyon duyusu bozulmakta ve bu durum geriatrik popülasyon için büyük risk oluşturmaktadır (22-24). Propriyoseptif defistlere bağlı olarak görülen düşmeler, yaşlı bireyler için geri dönüşü olmayan yaralanmalara neden olabilmekte ve hatta mortalite riski oluşturabilmektedir (25-27). Bunlar doğrultusunda farklı duyuşal girdilerin propriyoseptif duyu üzerine olan etkilerinin bilinmesi, toplum sağlığı ve koruyucu sağlık uygulamaları için önem arz etmektedir. Bütün bu sorulara cevap bulabilmek, öncelikle farklı duyuşal uyarıların sağlıklı bireyler üzerindeki etkilerinin bilinmesini gerektirmektedir.

Bu nedenle bu çalışma literatüre katkı vermek üzere sağlıklı kişilerde diz eklemine ağrı, soğuk, sıcak, vibrasyon ve basınç uygulamasının, eklem pozisyon hissi, hafif dokunma duyu ve denge üzerine olan akut etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmamızın iki temel amacı şunlardır:

Amaç 1: Sağlıklı bireylerde farklı duyu uyarılarının eklem pozisyon hissi, denge ve hafif dokunma duyusu üzerine olan erken etkilerini incelemek.

Amaç 2: Sağlıklı bireylerde farklı d duyu uyarılarının eklem pozisyon hissi, denge ve hafif dokunma duyusu üzerine olan erken etkilerini birbirleri ile karşılaştırılmak.

Çalışmanın hipotezleri ise şunlardır:

H1: Sıcak uygulama, uygulandığı eklem eklem pozisyon hissini (propriyosepsiyon), hafif dokunma duyusunu ve dengeyi etkiler.

H2: Soğuk uygulama, uygulandığı eklem eklem pozisyon hissini (propriyosepsiyon), hafif dokunma duyusunu ve dengeyi etkiler.

H3: Vibrasyon uygulama, uygulandığı eklem eklem pozisyon hissini (propriyosepsiyon), hafif dokunma duyusunu ve dengeyi etkiler.

H4: Basınç uygulama, uygulandığı eklem eklem pozisyon hissini (propriyosepsiyon), hafif dokunma duyusunu ve dengeyi etkiler.

H5: Ağrı, uygulandığı eklem eklem pozisyon hissini (propriyosepsiyon), hafif dokunma duyusunu ve dengeyi etkiler.

H6: Sıcak, soğuk, basınç, ağrı ve vibrasyon uygulamalarının denge, eklem pozisyon hissi ve hafif dokunma duyusu üzerine olan erken etkileri birbirinden farklıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diz Eklemi Anatomisi

Diz eklem bölgesi; tibia, fibula, femur ve patella kemiklerinin oluşturduğu üç ayrı eklemden meydana gelmektedir. Bu eklemler tibia proksimal ucu ve fibula proksimal ucu arasında superior tibiofibular eklem, patella ve femur distal ucu arasında patellofemoreal eklem, tibia proksimal ucu ve femur distal ucu arasında tibiofemoral eklemdir. Bunlardan superior tibiofibular eklem, doğrudan diz eklemine katılmasa da eklem çevresindeki yapıları nedeniyle diz eklem bölgesi içerisinde incelenmektedir (28).

2.1.1. Kemikler

Femur'un Distal Ucu

Tibia'ya ağırlık aktarımı için bir taşıma yüzeyi olarak genişleyen femur distal ucu kısmen artiküler olan iki büyük kondil içerir. Kondiller; anteriorda kondiler şaft ile devamlı halde iken, posteriorda derin bir interkondiler fossa ile ayrılırlar. Patella ve tibia ile eklemleşen eklem yüzeyi ters U şeklinde geniş bir alandır. Patellar yüzey her iki kondil için de anteriora doğru uzanır. Bu uzanım lateral kondilde daha çok görülür. Patellar yüzey transvers olarak konkav, vertikal olarak konvektir. Tibial yüzey interkondiler fossa ile bölünür, ancak anteriorunda patellar yüzey ile devamlıdır. Tibial yüzey tüm yönlerde konvektir (29, 30).

Patellar yüzey

Patellar yüzey, lateralde daha proksimale uzanır. Proksimal yüzey; distale ve mediale ilerleyerek, tibial yüzeylerden kondilleri oblik şekilde çaprazlayan iki oluk ile ayrılır. Patellar yüzey, semilunar bir alan olarak medial kondilin lateral kısmına kadar uzanır. Bu alan, tam fleksiyonda patellanın medial vertikal eklem yüzeyi ile eklem yapar (28).

İnterkondiler yüzey

İnterkondiler yüzey iki kondili distalde ve posteriorda ayırır. Önde, patellar yüzeyin distal kenarı tarafından sınırlandırılır. İntrakapsüler ama büyük ölçüde ekstrasinoviyaldir. Lateral kondilin lateral duvarı, ön çapraz bağın proksimal bağlanması için posterosuperior bir iz bulundurur. Medial kondilin medial duvarı, arka çapraz bağın proksimal bağlantısı için, daha geniş bir alana sahiptir, fakat çok daha anteriordadır (28, 31).

Lateral kondil

Anteroposterior olarak, medial kondilden daha büyüktür. En belirgin noktası, fibular kollateral ligamentin yapıştığı lateral epikondildir. Ön taraftaki derin bir oluk, lateral epikondili inferiorda artiküler yüzeyden ayırır. Bu oluk, popliteus tendonunun fibular kollateral ligamentin derinlerine uzanmasına ve inferior ve anterior ligament insersiyonuna yapışmasına olanak sağlar. Popliteus yapışma yeri dışında intrakapsülerdir ve sinoviyal membran ile kaplıdır. Medial yüzeyi, interkondiler fossanın lateral duvarıdır (28, 32).

Medial kondil

Medial kondil, kolayca palpe edilebilen, şişkin, koveks bir medial yüzeye sahiptir. Proksimalde adduktor magnus'un tendonunun yapıştığı adduktor tüberkül bulunur. Kondilin medial prominensi olan medial epikondil, tüberkülün anteroinferiorundadır. Kondilin lateral yüzeyi interkondiler fossa'nın medial duvarıdır. Kondil distale projekte olur, shaftın eğikliğine rağmen distal ucun kenarı neredeyse yataydır. 1 cm genişliğinde, medial eklem kenarına bitişik kavisli bir şerit sinoviyal membran ile kaplıdır ve eklem kapsülünün içinde yer alır (28, 33).

Patella

Patella, vücuttaki en büyük sesamoid kemiktir ve distal femurun (femoral kondillerin) ön tarafında yer alan m. quadriceps femoris'in tendonuna yerleşmiştir. Distalde konik ve proksimalde kavislidir; ön ve artiküler yüzeylere, üç kenara ve kemiğin distal ucu olan bir apekse sahiptir. Çoğu yüzey ve sınır palpe edilebilir. Diz

ekstansiyonda iken, apeks diz ekleminin çizgisinin 1-2 cm proksimaline yerleşir (30, 31, 34).

Subkutan, dışbükey anterior yüzey çok sayıda nutrisyen damar tarafından delinir. Subkutan prepatellar bursa ile deriden ayrılan, distalde patellar ligamentin superfisyal lifleri ile karışan m. quadriceps femoris tendonunun genişlemesi ile kaplıdır. Posterior yüzey proksimalde pürüzsüz ve oval bir artiküler alana sahiptir. Bu alan dikey bir çıkıntı ile medial ve lateral fasetlere bölünür; lateral faset genellikle daha büyüktür. Her faset soluk yatay çizgilerle yaklaşık olarak eşit üçte parçaya bölünür. Yedinci “odd” faset ise patellanın medial sınırı boyunca dar bir şerit halinde bulunur. Bu yüzey, aşırı diz fleksiyonunda medial femoral kondile temas eder. Eklem yüzeyine uzak olan apeks üzerinde patellar ligamentin yapıştığı pürüzlü bir alan bulunur (28, 29, 33).

Kalın superior yüzey anteroinferior eğimlidir. Medial ve lateral kenarlar daha incedir ve distalde birleşirler (34-36).

Tibia'nın Proksimal Ucu

Genişlemiş proksimal uç, femurdan aktarılan yükü taşır. Lateral ve medial kondiller, interkondiler alan ve tibial tuberositeden oluşur (31, 34).

Kondiller

Tibial kondiller, tibia shaftının posterior yüzünün proksimal kısmı üzerindedir. Her iki kondilin de, düzensiz, nonartiküler interkondiler alanla ayrılan, superior yüzeyleri üzerinde eklem yüzeyleri vardır. Kondiller patellar ligamentin kenarlarında görünür ve palpe edilebilir, lateral kondil daha belirgindir. Pasif olarak fleksiyon yaptırılan dizde, kondillerin ön kenarları patellar ligamentin hemen yanında palpe edilebilir (28).

Lateral kondilin posteroinferior tarafında fibular eklem yüzeyi, distal ve posterolaterale bakar. Superomedial tarafta kondil, popliteus tendonunun posterolateral tarafında oluklanır; tendon ve kemik arasında bir sinoviyal girinti bulunur. Superomedial tarafta kondil, popliteus tendonunun posterolateral tarafında oluklanır; tendon ve kemik arasında bir sinoviyal girinti bulunur. Kondilin anterolateral tarafı, derin fasyanın tutunması için keskin bir kenar ile shaftın yan

yüzeyinden ayrılır. İliotibial traktusun distal yapışma yeri, ön yüzünde genellikle belirgin bir kabarmayı (Gerdy tüberkülü) yapar. Üçgen ve faset benzeri olan bu tüberkül, genellikle palpe edilebilir (28, 30).

Anterior kondiler yüzeyler, apeksi tibial tuberosite tarafından yapılan geniş üçgen bir alanla devamlıdır. Keskin lateral sınırı, lateral kondil ve şaftın lateral yüzeyi arasında uzanır (28-30).

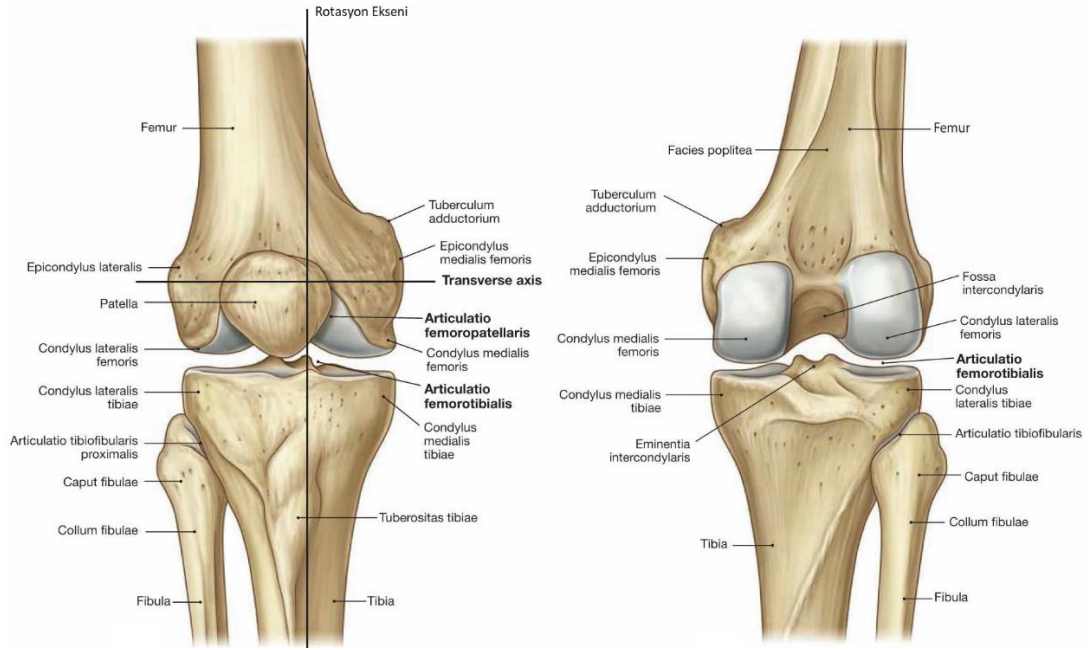
Tibial tuberosite

Tibial tuberosite anterior kondiler yüzeylerin birleştiği üçgen alanın tepesi kesik şekilli apeksidir. Distalde pürüzlü ve proksimalde pürüzsüz bölgelere ayrılır. Distal bölge palpe edilebilir. Tibial tuberosite boyunca bir çizgi proksimal tibial büyüme plağının distal sınırını belirler. Distalde patellar ligamentin lateral liflerinin medial liflere göre daha distalde yerleştiği alanda oblik bir sırt bulunabilir (31, 33, 37).

Fibula'nın Proksimal Ucu

Fibula, tibia'dan çok daha incedir ve görevi doğrudan ağırlık iletimi değildir. Proksimalde bir baş, dar bir boyundan oluşur (28, 34).

Fibula başı düzensizdir; anterior, posterior ve laterale çıkıntı yapar. Proksimomedial yönündeki yuvarlak eklem yüzü, lateral tibial kondilin inferolateral yüzeyindeki eklem yüzü ile eklem yapar. Proksimal ve anteromediale bakar ve bireyler arasında neredeyse yataydan 45°'ye kadar değişebilen bir eğimi vardır. Künt apeks başın posterolateral yönünden proksimale doğru çıkıntı yapar ve genellikle diz ekleminin yaklaşık 2 cm distalinde palpe edilir (Şekil 2.1.) (28, 34).



Şekil 2.1. Diz eklemi

2.1.2. Eklemler

Superior Tibiofibular Eklem

Superior (proksimal) tibiofibular eklem, lateral tibial kondil ile fibula başı arasında sinoviyal bir eklemdir (29, 31, 34).

Eklem yüzeyleri

Eklem yüzeyleri boyut, biçim ve eğim bakımından değişkendir. Eklem çizgisi transvers veya oblik olabilir (ikinci durumda, eklem yüzeyleri 20°'den daha büyük bir açıda eğimlidir). Fibular faset genellikle eliptik veya daireseldir. Neredeyse düzdür ve hiyalin kıkırdak ile kaplanmıştır (28, 33, 37).

Fibröz kapsül

Fibröz kapsül, tibia ve fibula üzerindeki eklem yüzeylerinin kenarlarına tutunur, anteriorda ve posteriorda daha kalındır (28).

Ligamentler

Superior tibiofibular eklemin ligamentleri kapsülden tamamen ayrı değildir. Anterior ligament, fibula başından lateral tibial kondilin anterioruna oblik şekilde geçen iki veya üç yassı banttandır oluşur ve biceps femoris tendonu ile yakından ilişkilidir. Posterior ligament, fibular başın posterior kenarı ile popliteal tendon tarafından kaplanan lateral tibial kondil arasından oblik şekilde geçen kalın bir banttandır (28).

Sinoviyal membran

Superior tibiofibular eklemin sinoviyal membranı, bazen subpopliteal resesus yoluyla, diz ekleminin sinoviyal membranı ile devamlılık gösterir (28).

Patellofemoral Eklem

Patellofemoral eklem, diz ekleminin bir bölümünü oluşturur ve sinoviyal bir eklemdir (34).

Eklem yüzeyleri

Patella'nın eklem yüzeyi, femur'daki eklem yüzeyi ile uyumludur. Femoral eklem yüzeyi, ters çevrilmiş bir U harfi gibi her iki femoral kondilin ön yüzeylerine uzanır. Tüm alan enine konkav ve sagittal düzlemde konveks olduğundan asimetric bir sellar yüzey oluşturur. Tam fleksiyonda, lateral patellar eklem yüzeyi, lateral femoral kondilin anterior parçasına temas ettiğinde, patella'nın eklem yüzeyi medial femoral kondilin anterolateral kenarına tam olarak temas eder. Diz ekstansiyona alındıkça; medial patellar eklem yüzeyi, femur yüzeyinin alt yarısına temas eder. Tam ekstansiyonda ise sadece inferior patellar eklem yüzeyleri femur ile temas halindedir. Özet olarak, fleksiyonda iken patellofemoral temas noktası proksimale hareket eder ve temas alanı, ilerleyici diz fleksiyonu ile birlikte artan stresle başa çıkmak için genişler (28, 34, 36).

Patellar ligament kılıfı ve patellar ligament

Patellar ligament, m. quadriceps femoris tendonunun bir devamıdır ve bu nedenle aslında yanlış adlandırılmıştır. Patella'dan tibial tuberositeye kadar devam eder. Güçlü, yassı ve 6-8 cm uzunluğundadır. Proksimalde, patella'nın tepesine ve bitişik kenarlarına, ön yüzeydeki pürüzlü alanlara ve posterior patellar yüzeyin distalindeki bir çöküntüye bağlanır. Distalde ise, tibial tuberositenin pürüzsüz bölgesine tutunur. Bu tutunma yerinin oblik bir uzanımı vardır ve distale ilerlerken laterale doğru bir seyir gösterir. Yüzeysel lifleri m. quadriceps femoris tendonu ile beraber patella üzerinde seyreder. Patella'nın yan sınırlarından geçerek tibial tuberositenin yanlarına inen medial ve lateral parçalar, medial ve lateral patellar retinakulum olarak fibröz kapsül ile birleşirler. Kendi kılıfı içerisinde seyreden patellar ligament, sinoviyal membrandan büyük bir infrapatellar yağ yastığı ile ve tibia'dan ise bir bursa ile ayrılır (29, 35).

Tibiofemoral Eklem

Tibiofemoral eklem, karmaşık bir sinoviyal eklemdir ve diz ekleminin bir parçasıdır (28).

Eklem yüzeyleri

Proksimal tibial yüzey (tibial plato olarak da adlandırılır), shaftın uzun eksenine göre posteriora ve inferiora doğru eğim yapar. Doğumda maksimum olan eğim yaşla ve çömelmelerle birlikte azalır. Tibial plato, karşılıklı olarak femoral kondil ile eklem yapan medial ve lateral eklem yüzeyleri bulundurur. Eklem boşluğuna uzak olan posterior yüzey, tibial kollateral ligamentin posterior parçasının ve kapsülün tutunduğu yatay, pürüzlü bir oluk bulundurur. Medial patellar retinakulum, vasküler foramenler bulduran anterior ve medial yüzeyler boyunca medial tibial kondile tutunur (28, 36, 37).

Eklem yüzeylerinden medial olanı oval şekillidir ve lateral olandan daha uzundur. Anterior, medial ve posterior kenarları medial menisküs ile ilişkilidir. Posteriorunda daha geniştir ve anteromediale doğru daralır, menisküs izi genellikle belirgindir. Yüzeyin posterior yarısı düz ve anterior yarısı yaklaşık 10° superior

yönde eğimlidir. Menisküs posterior yüzeyin çoğunu kaplar, böylece genel olarak medial femur kondili için konkav bir yüzey oluşturur. İnterkondiler bölgeye ulaştığında lateral kenarı yükselir (28, 36).

Lateral eklem yüzeyi daha daireseldir ve menisküs ile örtülüdür. Sagittal düzlemde eklem yüzeyi merkezde düz, anterior ve posterior kısımlarında ise aşağı doğru eğimlidir. Genel olarak, bu, konveks bir yüzey oluşturur. Posterolateral hariç eklem kenarları keskindir. Posterolateralde ise kenarı daha yuvarlak ve pürüzsüzdür. Burada popliteus tendonu kemikle temas halindedir (31, 35, 36).

Kondiler eklem yüzeyleri arasındaki pürüzlü bölge santralde en dardır ve artiküler yüzeyler birbirinden ayrılırken interkondiler alanın anterior ve posterioruna doğru genişler. İnterkondiler alan anteriorda en geniştir. Medial artiküler yüzeyin anteriorunda, medial menisküsün anterior boynuzunun bağlanma yeri olan bir çukur bulundurur. Bunun arkasında pürüzsüz bir alana ön çapraz bağ bağlanır.

Lateral menisküsün anterior boynuzu, ön çapraz bağın lateralinde, interkondiler alanın anterioruna bağlanır. İnterkondiler alan, medial ve lateral tüberküllerden ve merkezinde dar bir alandan oluşur. Yürüme başladıktan sonra alanın belirgin hale geldiği ve tibial kondillerin, vücut ağırlığını tibia'dan geçirdiği düşünülmektedir (28, 32).

Lateral menisküsün posterior boynuzu, interkondiler alanın posterior eğimine bağlanır. Medial interkondiler tüberkülün tabanının arkasında, medial menisküsün arka boynuzunun tutunması için çukur bir alan bulunur. Alanın geri kalan kısmı pürüzsüzdür ve arka çapraz bağ için yapışma yeri oluşturur (29, 31, 36).

Eklem kırırdağı taşıyan femoral kondiller neredeyse tamamen konvekstir. Sagittal profilden dış hatlarına dair görüşler değişkenlik gösterir. Bir görüş, arkaya doğru artan bir eğim ile spiral olduklarını ve lateral kondilin daha büyük olduğunu savunurken; alternatif bir görüş, medial femoral kondil üzerindeki tibia ile temas için olan eklem yüzeyinin iki dairenin arklarına benzediğini savunur. Bu görüşe göre, öndeki ark ekstansiyon sırasında tibia yakın temas eder ve fleksiyon sırasında temas eden arka arktan daha büyüktür (29, 31, 36).

Tibiofemoral uyum, menisküsler tarafından arttırılır; lateral tibiomeniskal yüzey daha derindir. Lateral femoral kondil, anteriorunda lateral menisküsün periferik kenarında uzanan sığ bir oluk barındırır. Medial femoral kondil üzerinde de

benzer bir oluk görülür ancak lateral kenara ulaşmaz. Bu oluklar femoral patellar ve kondiler yüzeyleri ayırır. Eklem yüzeylerinin şekilleri arasındaki fark, diz eklemine hareketleriyle ilişkilidir (30, 34, 35).

Menisküsler

Menisküsler (semilunar kıkırdak) kresentik, intrakapsüler, fibrokartilaginöz laminalardır. Femoral kondiller ile eklem yapan tibial eklem yüzeylerini genişletmeye, derinleştirmeye ve hazırlamaya yararlar. Periferal kenarları kalın ve konveks, santral kenarları ise ince ve konkavdır. Periferal bölgeleri, fibröz kapsül ve snovyal membrandan gelen kapillerler ile damarlanırken; santral bölgeleri daha az damarlanır (28, 30).

Menisküs boynuzları, menisküsün kalanıyla karşılaştırıldığında daha fazla innervasyona sahiptir. Santral üçte birlik kısmı, innervasyondan yoksundur. Proksimal yüzeyler pürüzsüz, konkavdır ve femoral kondiller üzerindeki kıkırdak ile temas durumundadır. Distal yüzeyler ise tibial eklem kıkırdağı ile temas halinde, düzgün ve pürüzsüzdür. Her biri, tibial eklem yüzeyinin yaklaşık üçte ikisini kaplar (29, 34, 35).

Menisküsün yapısal olarak iki farklı bölgesi tanımlanmıştır. Her menisküsün santral üçte ikisi, radyal olarak organize olan kollajen demetlerinden oluşur ve periferal üçte biri daha büyük çevresel olarak düzenlenmiş demetlerden oluşur. Dış kısım sinoviyum ile kaplanırken, iç kısım eklem yüzeylerini yüzey çizgisine paralel olan daha ince kollajen demetlerinden oluşur. Bu yapısal düzenleme, iki bölge için biyomekanik fonksiyonları farklılaştırır; menisküsün iç kısmı, basınç kuvvetlerine karşı dayanıklı iken, periferal kısım tensiyonel kuvvetlere dayanıklıdır (28, 29).

Menisküsün femoral kondiller ile dışa doğru yer değiştirmesi, periferal liflerin menisküs boynuzlarındaki interkondiler kemiğe sağlam bir şekilde tutunması ile önlenir (28).

Menisküsler eklemine uyumluluğunu artırarak yükün yayılmasını sağlar, fiziksel mevcudiyeti ve propriyoseptif geribildirimini ile stabilize sağlar ve altta kalan kemiği, diz fleksiyonu ve ekstansiyonu sırasında oluşan önemli kuvvetlerden koruyabilir (29, 34).

Medial menisküs posterior olarak daha geniştir ve neredeyse yarım daire şeklindedir. Anterior boynuzu ile ön çapraz bağın önündeki anterior tibial interkondiler alana bağlanır; ön boynuzun arka lifleri (varsa) dizin transvers ligamentiyle süreklidir. Posterior boynuz, lateral menisküs ile posterior çapraz bağın yapışma yerleri arasındaki posterior tibial interkondiler alana sabitlenir. Periferik kenarı fibröz kapsüle ve tibial kollateral ligamentin derin yüzeyine tutunur. Menisküsün tibial bağlanması, “koroner veya meniskotibial ligament” olarak bilinir. Toplu olarak, bu yapışma yerlerinin hepsi medial menisküsün nispeten sabit olmasını ve lateral menisküsten çok daha az hareket etmesini sağlar (29, 30, 33).

Lateral menisküs, bir dairenin yaklaşık beşte dördünü oluşturur ve medial menisküsten daha geniş bir alanı kapsar. Lateral menisküs ile fibular kollateral ligament arasında seyreden popliteus tendonu; menisküs üzerinde bir oluk oluşturur. Anterior boynuzu, kısmen karıştığı ön çapraz bağın posterolateralinde interkondiler eminensin anterioruna bağlanır. Posterior boynuzu, medial menisküsün posterior boynuzunun önünde, interkondiler eminensin posterioruna bağlanır. Posterior yapışma yerinin yakınında, posterior çapraz bağın arkasında, medial femoral kondile posterior meniskofemoral ligamenti gönderir. Bir anterior meniskofemoral ligament de posterior boynuzu arka çapraz bağın anteriorunda medial femur kondiline bağlayabilir. Meniskofemoral ligamentler sıklıkla lateral menisküsün arka boynuzunun tek yapışma yerleridir. Daha lateralde, popliteus tendonunun bir kısmı lateral meniskusa bağlanır ve bu nedenle posterior boynuzun mobilitesi meniskofemoral ligamentler ve popliteus tarafından kontrol edilebilir. Diz eklemlerinin çoğunda meniskofibular ligament görülür. Medial menisküs, koroner ligament denilen bağ ile tibia'ya bağlanabilir (28, 29, 31).

Transvers ligament

Dizin transvers ligamenti, lateral menisküsün anterior konveks kenarına ve medial menisküsün ön boynuzuna bağlanır. Kalınlığı değişir ve sıklıkla bulunmaz. Kesin rolü tahminidir, ancak bir çalışmada ligamentin diz ekstansiyonunda hafif gergin olduğu gösterilmiştir. Muhtemelen, diz yüklenmeye maruz kaldığında menisküsün longitudinal liflerinde oluşan gerilimi azaltmaya yardımcı olur (28, 29, 32).

Meniskofemoral ligament

İki meniskofemoral ligament lateral menisküsün arka boynuzunu, medial femur kondilinin iç kenarına bağlar. Anterior meniskofemoral ligament (Humphrey ligamenti) arka çapraz bağın önünden geçer. Posterior meniskofemoral ligament (Wrisberg ligamenti), arka çapraz bağın arkasından geçer ve arka çapraz bağın proksimaline yapışır (28).

Meniskofemoral ligamentlerin, tibia üzerinde posterior yönelimli kuvvetlerin neden olduğu yer değiştirmenin en aza indirilmesinde arka çapraz bağı destekleyen sekonder yapılar olduğuna inanılmaktadır. Bu bağlar aynı zamanda diz fleksiyonu sırasında lateral menisküsün hareketini popliteus tendonu ile birlikte kontrol etmede rol oynarlar (29, 31, 36).

Medial yumuşak dokular

Medial yumuşak dokular 3 katman halinde incelenmektedir.

Katman 1

Birinci katman en yüzeyselde yer alır ve esasen sartoriusu saran derin fasyadır. Safen sinir ve onun infrapatellar dalı bacağıın derin fasyasının yüzeyselinde yer alır. Sartorius, fasyaya belirgin bir tendon yerine bir genişleme olarak girer. Fasya, gracilis ve semitendinosus'un tendonlarına ve yapışma yerlerinin yüzeyselinde seyrederek aşağı ve öne doğru yayılır. Posteriorıda, sartorius fasyası (birinci katman), gastrocnemius tendonlarına ve popliteal fossa yapılarına uzanırken;anteriorıda birinci katman, ikinci katmanın ön sınırı ve medial patellar retinakulum ile karışır. Daha aşağıda, periosteum ile karışır (28, 34).

Katman 2

İkinci katman, tibial kollateral ligamentin yüzeysel parçasıdır; bu, gracilis ve semitendinosus tendonlarının 1. ve 2. katmanlar arasında uzandığı anlamına gelir. Posteriordaki oblik lifler, femur medial epikondilinden posteroinferiora uzanır ve üçüncü katman (kapsül) ile karışır. Bu alan semimembranosusun yerleştirilmesinin

bir kısmı ile takviye edilmiştir. 2. tabakada, tibial kollateral ligamentin yüzeysel kısmının önünde dikey bir bölünme vardır (28, 34).

Katman 3

Üçüncü katman, diz ekleminin kapsülüdür ve patella anterioru dışında her yerde ikinci katmandan ayrılabilir, burada daha yüzeysel katmanlarla karıştırılır. Tibial kollateral ligamentin yüzeysel kısmının derinliklerinde kalındır ve tibial kollateral ligamentin derin medial kısmını oluşturan liflere sahiptir. Medial menisküse lifler yollar. Anteriorda, tibial kollateral ligamentin yüzeysel ve derin kısımlarının ayrılması belirgindir. Posteriorunda, ikinci ve üçüncü katmanlar, bir posteromedial kapsül oluşturmak için harmanlanır (28, 34).

Lateral yumuşak dokular

Lateral yumuşak dokular, toplu olarak lateral kollateral ligamentoz kompleks olarak adlandırılan üç katman halinde düzenlenmiştir. En yüzeysel katman lateral patellar retinakulumdur. Orta katman fibular kollateral popliteofibular, fabellofibular ve arkuat ligamentlerden oluşur. Yakın zamanda tanımlanan diz anterolateral ligamenti bu tabakada bulunabilir. Derin katman, kapsülün lateral kısmıdır (29, 36).

Lateral patellar retinakulum yüzeysel oblik ve derininde transvers bölümlerden oluşur. Yüzeysel kısım, iliotibial traktustan patellaya kadar uzanır. Derin kısım, daha kalındır ve üç kısma bölünmüştür; lateral patellar sınırından femur lateral epikondiline kadar uzanan lateral patellofemoral ligament; iliotibial traktustan patellanın ortasına kadar uzanan transvers retinakulum; ve patelladan lateral tibial kondile doğru ilerleyen patellotibial bant (31, 35).

Fasya lata ve iliotibial traktus lateral retinakulumun arka kısmında uzanır. Proksimal tibia'nın anterolateralinde, tibia'daki Gerdy's tüberkülünde bir araya gelirler; bazı lifler tuberositas tibia üzerinde seyredir. Proksimalinde, fasya lata lateral intermusküler septum ile birleşir. Posteriorunda, biceps femoris üzerindeki fasya ile karışır. Burada, biceps femoris tendonunun arkasından çıktığı yerde fibularis communis siniri fasya tarafından sarılan ince bir yağ tabakası üzerinde uzanır (28, 31).

Fibular kollateral ligament femur lateral epikondilinden popliteus insersiyosuna kadar uzanır. Distalde, popliteus tendonunun yüzeyelinden ve lateral retinakulumun derininden geçen, fibular başa yapışan kordon benzeri bir yapıdır. Kapsülden ince bir yağ tabakası ve inferior lateral genikular damarlar ile ayrılır (28).

Posterolateralde dizin en önemli stabilizatörü popliteofibular ligamenttir. Popliteus tendonunun hemen altından, posterior, lateral ve inferiora doğru fibula başının apeksine geçer. Pasif bir ip gibi proksimalde popliteus tendonu ile birleştirildiğinden, tibianın lateral rotasyonuna karşı direnç gösterir. Popliteus tendonu ile bağlantısı aynı zamanda dinamik gerilimi sağlar (28, 34).

Fabellofibular ligament, ya fabelladan (bazen gastrocnemiusun lateral başının tendonunda bulunan bir sesamoid kemik) ya da fabella yoksa gastrocnemius lateral başından başlayan liflerin fibula başında yoğunlaşmasıyla oluşur.

Arkuat ligament, fibula başının apeksinden, tibial eklem yüzeyi seviyesinin altında ortaya çıkan popliteus tendonu üzerinde, posteromedial olarak uzanan liflerin yoğunlaşmasıdır. Lateral eklem kapsülü incedir ve posteriorde arkuat ligament ile karışır. Anterioda, menisküsün alt kenarını lateral tibiaya bağlayan zayıf, gevşek koroner veya meniskotibial ligamenti oluşturur (29, 36, 37).

Çapraz ligamentler

Birbilerini çaprazladıkları için çapraz bağlar olarak isimlendirilen bu ligamentler, çok güçlü, zengin innervasyona sahip ve intrakapsüler yapılardır. Çapraz noktası eklem merkezinin biraz gerisindedir. Tibial yapışma yerlerine göre ön ve arka olarak adlandırılırlar. Sinovyal membran ligamentleri çevreler fakat arka çapraz bağın posteriorunda kapsüle yapışır; bu nedenle fibröz kapsülün arka bölgesinin interkondiler kısmında sinovyal kaplama yoktur (29, 33, 36).

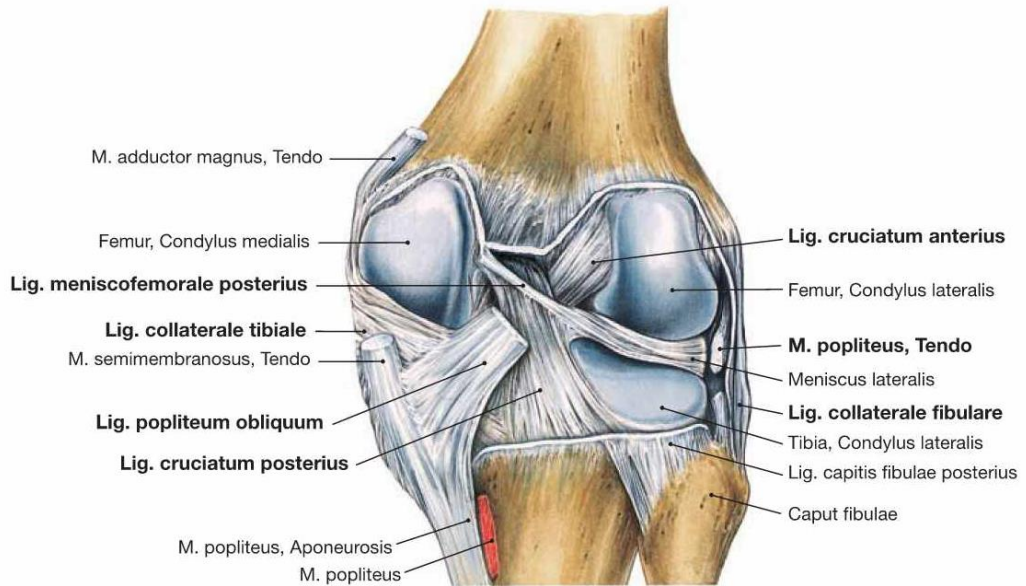
Ön çapraz bağ

Ön çapraz bağ, anterior ve hafifçe medial interkondiler tüberkülün biraz lateralinde, lateral menisküsün anter boynuzu ile karışarak tibia'nın anterior interkondiler bölgesine yapışır. Posterolateral olarak yükselir, kendi üzerine bükülür ve lateral femoral kondilin posteromedial kenarına tutunur. Yetişkin bir ön çapraz bağın ortalama uzunluğu ve genişliği sırasıyla 38 mm ve 11 mm'dir. Çıplak gözle

görülemeyen ancak mikrodisseksiyon teknikleriyle gösterilebilecek iki veya muhtemelen üç fonksiyonel demetten oluşur. Demetler tibial yapışma yerlerine göre anteromedial, orta ve posterolateral olarak adlandırılır (28, 35).

Arka çapraz bağ

Arka çapraz bağ, ön çapraz bağa göre daha kalın ve daha güçlü yapıdadır, yetişkin bir arka çapraz bağın ortalama uzunluğu ve genişliği sırasıyla 38 mm ve 13 mm'dir. Medial femoral kondilin lateral yüzeyine tutunur ve interkondiler fossa çatısının ön kısmına kadar uzanır. Lifleri eklem yüzeyine bitişiktir. Anterolateral ve posteromedial demetler; femoral yapışma yerlerine göre adlandırılırlar. Anterolateral demet fleksiyonda gerginken posteromedial demet ekstansiyonda gergindir. Ön çapraz bağın aksine, diz hareketi sırasında izometrik değildir, yani yapışma yerleri arasındaki mesafe diz konumuna göre değişir. Posterior çapraz bağ yaralanması, ön çapraz bağ yaralanmasından daha az yaygındır ve hastalar tarafından genellikle daha iyi tolere edilir (Şekil 2.2.) (28, 34).



Şekil 2.2. Diz eklemi ligamentleri

Sinovyal membran, plikalar ve yağ pedleri

Dizin sinovyal membranı vücutta en geniş ve karmaşık olanıdır. M. quadriceps femoris ile superior patellar kenar yakınında femoral şaft arasında büyük bir suprapatellar bursa oluşturur. Bursa, eklem boşluğunun bir uzantısıdır. Art. genus'un proksimal kenarına yapışması, bursanın eklem içine çökmesini önler. Patellanın distalinde, patellar ligamentten bir infrapatellar yağ yastığı ile ayrılır. Yağ yastığının altında uzanırken, eklem içine iki saçak ve villusu olan alar kıvrımlar gönderir. Kıvrımlar, tek bir infrapatellar kat veya plikayı oluşturmak üzere posteriora birleşirler (28, 29, 31).

Infrapatellar yağ yastığı, patella kenarlarında uzanan çevresel bir ekstrasinovyal yağ halkasının en büyük kısmıdır (28).

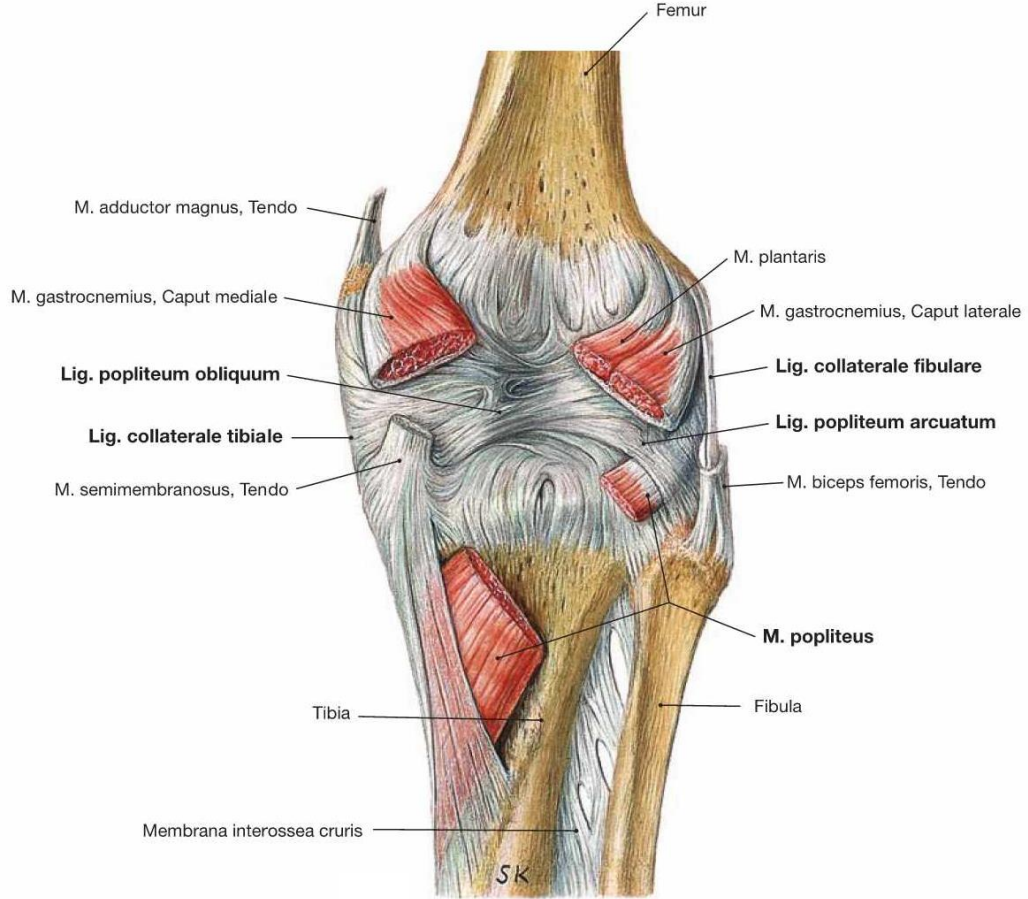
Eklem yanlarında, sinovyal membran femurdan iner ve yüzeyleri sinovyal kaplamaya sahip olmayan menisküslere kadar uzanır. Lateral menisküsün arka kısmında, membran, menisküs yüzeyindeki bir oluk ile superior tibiofibular eklem ile bağlantı kurabilen popliteus tendonu arasında bir subpopliteal resesus oluşturur (33, 34).

Bursalar

Diz eklemi ile ilişkili çok sayıda bursa vardır. Anteriorda, patellanın alt yarısı ile cilt arasında büyük bir subkutan prepatellar bursa vardır; tibia ve patellar ligament arasında küçük, derin bir infrapatellar bursa; tibial tüberositenin distal kısmı ile cilt arasında subkutan infrapatellar bursa; ve diz eklem boşluğunun superior uzantısı olan büyük bir suprapatellar bursa. Posterolateralde gastrocnemiusun lateral başı ile eklem kapsülü (bursa bazen eklem boşluğu ile sürekli) arasında (gastrocnemiusun lateral subtendinous bursası) ; fibular kollateral ligament ve biceps femoris tendonu arasında; fibular kollateral ligament ve popliteus tendonu arasında; ve genellikle eklem sinovyal boşluğunun bir uzantısı olan popliteus ve lateral femoral kondil tendonu arasında bursalar vardır (29, 31, 35).

Medial kısımda, bursa düzenlenmesi karmaşıktır. Gastrocnemiusun medial başı ile fibröz kapsül arasındaki bursa gastrocnemiusun medial tendonu ile semimembranosus tendonu (semimembranosus bursa) arasına doğru uzar ve genellikle eklem ile iletişim kurar. Anserin bursa, tibial kollateral ligament ile sartorius, gracilis ve semitendinosus tendonları arasında bulunur. Hem sayı hem de

pozisyonda değişiklik gösteren bu bursa, eklem kapsülü, femur, medial menisküs, tibia veya semimembranosusun tendonu arasındaki tibial kollateral ligamentin derinliklerinde yatmaktadır (Şekil 2.3.) (32, 36).



Şekil 2.3. Diz eklemi yüzeyel ligamentleri

2.1.3. Diz Eklemine Etki Eden Kaslar

M. sartorius: Vücuttaki en uzun kastır. SİAS ve SİAS'ın hemen altından başlar. Uyluğun ön yüzünü lateralden mediale doğru çaprazlayarak aşağıya uzanır. Ön tarafta m. semitendinosus ve m. gracilis ile birlikte pes anserinus'u oluşturur. Bu yapı ise tibia medial yüzünün yukarı kısmında sonlanır (28, 35).

İki eklem eksenini de çaprazlaması nedeniyle hem diz, hem kalça eklemine hareket yaptırır. Uyluk abduksiyon, fleksiyon, dış rotasyonu ve uyluğa fleksiyonda iken iç rotasyon yaptırır (31, 34, 35).

Bu kas n. femoralis tarafından inerve edilir (28).

M. quadriceps femoris: Femur'un anterior ve lateral yüzleri üzerine yerleşmiştir. M. vastus lateralis, m. vastus medialis, m. vastus intermedius ve m. rectus femoris isimlerinde 4 kasın birleşiminden oluşmaktadır. Bu kasların başlangıçları farklı noktalar, sonlanmaları ise aynı noktadır (33, 36).

4 parça kasın tendonları birleşerek kuvvetli bir tendon oluşturur ve bu tendon patella'nın bazisine yapışır. Patella'nın apeksinden, tuberositas tibiaya uzanan ligamente ise lig. patellae denir. M. quadriceps femoris tendonunun yan kısımları, patella ve lig. patellae'nin yanlarından geçer. Eklem kapsülüne yapışık olan bu bağlar tuberositas tibia'nın iki yanına yapışırlar. Patella altında m. quadriceps femoris tendonunun içinde bulunan bir kemiktir. Patella bu tendonu eklem ekseninden uzaklaştırarak tutunma açısını arttırır. Bu sayede kas kuvveti hareket için daha çok kullanılır (28, 29).

Bacağın en kuvvetli ekstansor kasıdır ve postural bir kastır (34, 35).

Bu kas n. femoralis tarafından inerve edilir (28).

M. rectus femoris: Femur önünde bulunan, bipennat türde bir kastır. 2 başı olan kasın caput rectum'u SİAİ'dan, caput reflexum'u ise acetabulum'dan başlar ve m. quadriceps femoris tendonuna katılarak patella'nın bazisinde sonlanır (28, 36).

4 parça kastan sadece m. rectus femoris iki eklem kateder. Kalça eklemine de katılması sebebiyle uyluk fleksiyonunda da görev alır (30, 33, 34).

M. vastus lateralis: En büyük m. quadriceps femoris parçasıdır. Geniş bir aponeuroz ile trochanter major'un anterior kısmı, linea intertrochanterica'nın superolateral kısmı, labrum laterale linea aspera ve septum intermusculare femoris laterale'den başlar. Distale ve mediale doğru uzanan kas, derinde bulunan bir aponeurozda sonlanır. Bu aponeuroz ise m. quadriceps femoris tendonuna katılarak patella'nın dış yarısında sonlanır (28, 34, 37).

M. vastus medialis: Femurun medialinde m. rectus femoris ve m. sartorius arasında seyreden kas, septum intermusculare femoris mediale, labium mediale linea aspera ve linea intertrochanterica'dan başlar. Distale ve laterale doğru uzanan kas, derinde bulunan bir aponeurozda sonlanır. Bu aponeuroz ise m. quadriceps tendonuna katılarak patella'nın iç kenarında sonlanır. Bazı lifleri ise eklem kapsülüne katılarak kapsülü güçlendirir (28, 33, 36).

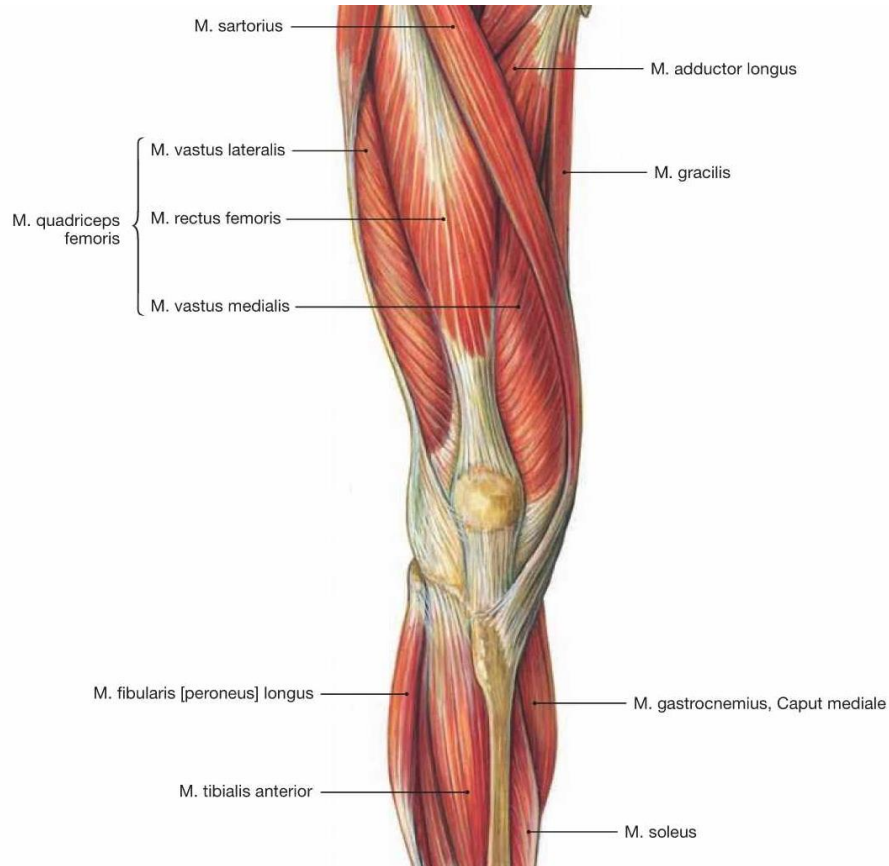
Kasın alt lifleri patella'nın laterale kaymasını engeller (30, 34, 35).

M. vastus intermedius: *M. rectus femoris*'in altında bulunan kas, femur gövdesinin anterolateral yüzünden başlar. Kas *m. quadriceps femoris* tendonuna katılarak patella'nın üst kısmında sonlanır (28).

M. articularis genus: Çoğu kez ayrı olarak bulunur. Bazen *m. vastus intermedius*'un devamı şeklinde görülür. Femurun anterior yüzünün distalinden başlayıp diz eklem kapsülünün üst kenarına yapışır (28).

Synovial kılıfı yukarıya çekerek eklem boşluğuna girmesini engeller (34, 36, 38).

M. gracilis: Adduktor kasların en yüzeyselidir. Distale ilerledikçe daralan bu kas, bir aponeuroz ile symphysis pubica ve iskionpubis kolundan başlar. Vertikal olarak distale ilerler ve pes anserinus'a katılarak tibia medialinde sonlanır. Uyluğa adduksiyon, bacağına fleksiyon ve ayrıca fleksiyon pozisyonundaki bacağına internal rotasyon yaptırır. Bu kas, *n. obturatorius* tarafından inerve edilir (Şekil 2.4.) (28, 31, 33).



Şekil 2.4. Diz eklemine etki ön bölge eden kasları

M. biceps femoris: Caput breve'si linea aspera'nın labium laterale'sinin alt yarısından ve septum intermusculare femoris laterale'den, caput longum'u ise tuber ischiadicum'dan başlar; tendonu caput fibula'da sonlanır. Dize fleksiyon ve fleksiyondaki dize eksternal rotasyon yaptırır. Bu kasın caput breve'si n. peroneus communis, caput longum'u ise n. tibialis, tarafından inerve edilir (29, 36, 38).

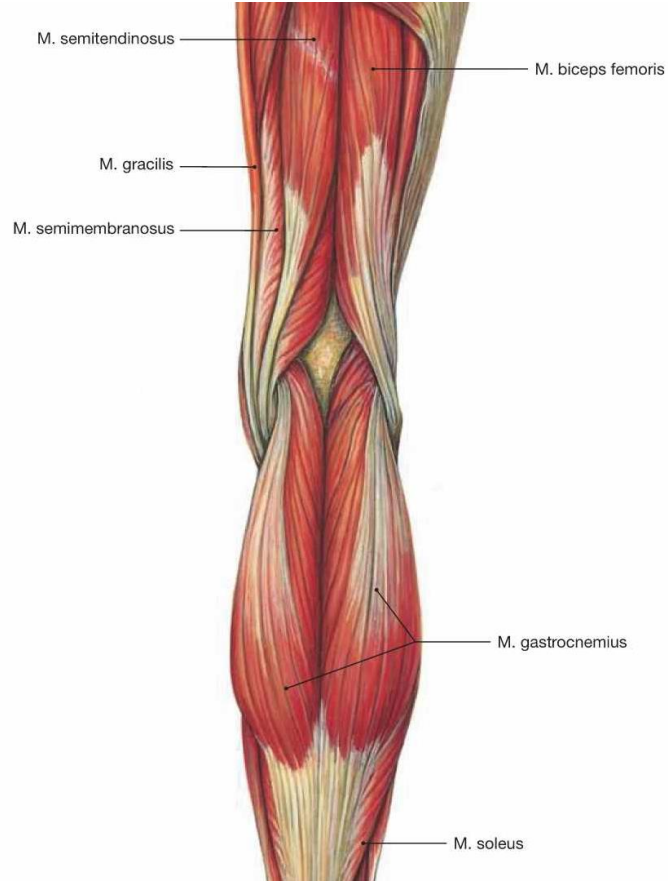
M. semitendinosus: Tuber ischiadicum'dan başlayıp pes anserinus'un yapısına katılarak tibia medialinde sonlanır. Uyluğa ekstansiyon, bacağına fleksiyon, fleksiyondaki bacağına ise az miktarda internal rotasyon yaptırır. Bu kas n. tibialis tarafından inerve edilir (28, 33, 37).

M. semimembranosus: Başlangıcı tuber ischiadicum, sonlanım noktası ise tibia'nın medial kondilidir. Tibia'daki tutunma yerinden superolaterale doğru uzanan lifleri lig. popliteum obliquum'u, laterale doğru uzanan lifleri ise lig. popliteum arcuatum'u oluşturur. Uyluğa ekstansiyon, bacağına fleksiyon ve fleksiyondaki bacağına internal rotasyon yaptırır. Bu kas n. tibialis tarafından inerve edilir (28, 31, 38).

M. biceps femoris, m. semitendinosus ve m. semimembranosus kaslarının üçüne birden hamstring kasları (ischio-crural kaslar) adı verilir (29, 36, 38).

M. popliteus: Femur'un condylus lateralis'i, meniscus lateralis ve caput fibula'dan başlayıp; tibia'da linea musculi solei'de sonlanır. Bacağına fleksiyon, fleksiyondaki bacağına internal rotasyon yaptırır. Tam ekstansiyondaki bir diz ekleminin fleksiyon yapması için öncelikli olarak ekleminde internal rotasyon hareketi yapılarak kilit açılmalıdır. Bu hareket m. popliteus tarafından gerçekleştirilir. Bir diğer görevi ise bacak fleksiyonu sırasında meniscus lateralis'in posterior boynuzunu geriye çekmektir. Bu kas n. tibialis tarafından inerve edilir (28, 35, 38).

M. gastrocnemius: Epicondylus lateralis ve epicondylus medialis'ten caput laterale ve caput mediale olarak iki baş halinde başlar. M. soleus'un tendonuyla birleşerek calcaneus'ta tuber calcanei üzerinde sonlanır. M. soleus ve m. gastrocnemius tendonlarının birleşimine tendo calcaneus adı verilir. Esas görevi ayak bileği eklemine plantar fleksiyon yaptırmaktır. Diz eklemine de katılması nedeniyle bacağın fleksiyonunda da görev alır. Bu kas n. tibialis tarafından inerve edilir (Şekil 2.5.) (28, 33, 36).



Şekil 2.5. Diz eklemine etki eden arka bölge kasları

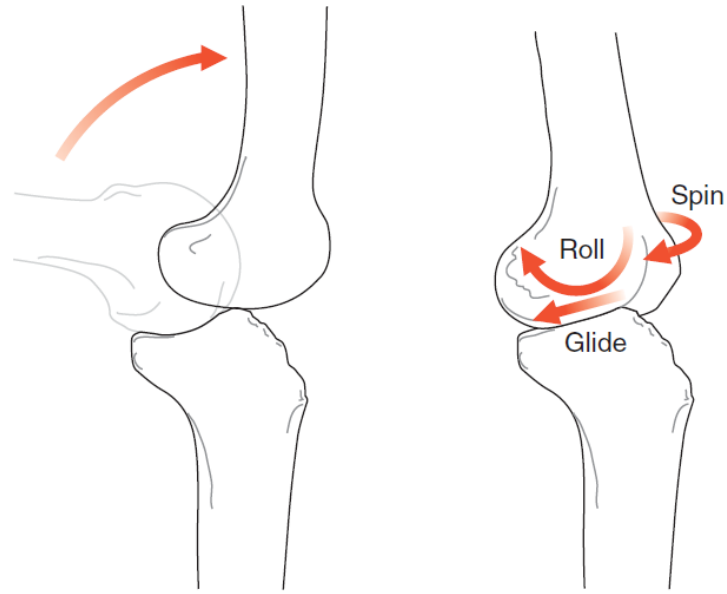
2.2. Diz Eklemi Biyomekanisi

Vücudun en büyük eklemi olan diz eklemi, sinovial eklem olarak sınıflandırılmaktadır. Diz eklemi yapısı gereği fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini yapabilme kabiliyetine sahiptir. 0 derece ekstansiyondan 120-135 derece fleksiyona kadar hareket açıklığı bulunmaktadır. Ligament laksitesine bağlı olarak 0-5 derece hiperekstansiyon görülebilmektedir. Diz eklemi rotasyonel bir komponente de sahiptir. Bu rotasyon bağımsız, izole bir hareket değildir; fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine bağlı olarak gelişen aksesuar bir harekettir (30, 34, 35).

2.2.1. Tibiofemoral Eklem Biyomekanisi

Artrokinematik hareketin 3 tipi olan roll, glide, spin hareketlerinin tamamı dizin fleksiyon ve ekstansiyon hareketi sırasında gerçekleşir. Konveks femoral

kondiller, açık veya kapalı zincir aktivitesi olmasına bağlı olarak, konkav tibial kondiller üzerinde hareket eder veya tersi olur. Femoral kondillerin eklem yüzeyi, tibial kondillerinkinden çok daha büyüktür. Eğer femur fleksiyondan ekstansiyona kadar tibia üzerinde sadece roll hareketi yapıyor olsaydı, daha hareket tamamlanmadan femur tibia üzerinden sıyrılırdı. Bu nedenle; femur, tibia üzerinde glide hareketi de yapmalıdır. Ayrıca; femoral medial kondilin, femoral lateral kondilden daha geniş eklem yüzeyine sahip olması nedeniyle diz ekstansiyonu sırasında medial kondilin eklem yüzeyinin tamamını kullanması için de bir glide hareketi meydana gelmektedir. Bu tek taraflı glide hareketi sonucunda (kapalı kinetik zincir bir hareket düşünüldüğünde) hareketin son açılarında femur'un tibia üzerinde mediale doğru spin hareketi gerçekleşir. Aynı spin hareketi açık kinetik zincir bir durum için incelendiğinde tibia'nın femur üzerinde laterale doğru rotasyonu olarak görülecektir. Ekstansiyonun son birkaç derecesinde oluşan, dizi ekstansiyonda kilitleyen bu mekanizmaya "screw-home mekanizması" adı da verilir. Bu mekanizma sayesinde diz tam ekstansiyonda iken, düşük kas aktivasyonu ile uzun süre ayakta durma sağlanır. Diz eklemine bu hareketleri sırasında menisküs, fatpad, bursa gibi yapılar hem eklem için koruma hem de harekete kolaylık sağlarlar. Aynı zamanda eklem kapsülü, ligament gibi yapılar da eklem stabilizasyonunun sağlanmasında görev alırlar. Tüm bu yapılar propriyoseptif komponentler barındırmaktadırlar ve koordine olarak propriyosepsiyon hissini beslemektedirler (Şekil 2.6.) (30, 33-35).



Şekil 2.6. Tibiofemoral eklem hareketleri

2.2.2. Patellofemoral Eklem Biyomekanisi

Femur ve patella arasında bulunan eklem patellofemoral eklem olarak adlandırılır. Patella pürüzsüz posterior yüzeyi sayesinde femur'un patellar yüzeyinde kayar. Diz ekstansiyondan, fleksiyona giderken tüm hareket boyunca patella trochlea üzerinde toplamda 5-7 cm hareket eder (39, 40). Diz hareketleri sırasında patellanın arka yüzü femur'un patellar yüzeyi ile tam temas halinde değildir. Farklı eklem açılarında patella arka yüzünün farklı kısımlar femura temas eder. Tam ekstansiyon pozisyonunda ise patella femur'a temas etmez ve kompresif bir kuvvet oluşturmaz. 20° diz fleksiyonu sırasında patellanın arka yüzü ve femur teması başlar. Fleksiyon açısı arttıkça temas alanı proksimale doğru ilerler ve 90°'lik diz fleksiyonunda patella arka yüzünün superior kısmı femur ile temas halindedir (41). Patella 90° fleksiyon sonrasında, interkondiler çentiğe doğru ilerler ve m. quadriceps femoris'in tendonu femurun patellar yüzeyine temas eder (39, 42). 135°'lik fleksiyon sonrasında ise patella arka yüzünün inferomedialindeki eklem yüzü medial femoral kondil ile temas halindedir (39, 41, 43).

M. quadriceps femoris dinlenme durumundan kontraksiyona geçerken patella 8-10 mm proksimale ve laterale doğru mobilize olur (42). Dizin fleksiyon hareketi sırasında patella medial ve lateral tiltler ile dalgalı bir patern oluşturur. Heegaard ve ark. ilk 20°'lik diz fleksiyonunda patellanın medial yönde, 20°- 100°'lik fleksiyon sırasında lateral yönde ve 100° üzeri fleksiyonda yine medial yönde tilt yaptığını gözlemlemişlerdir (44).

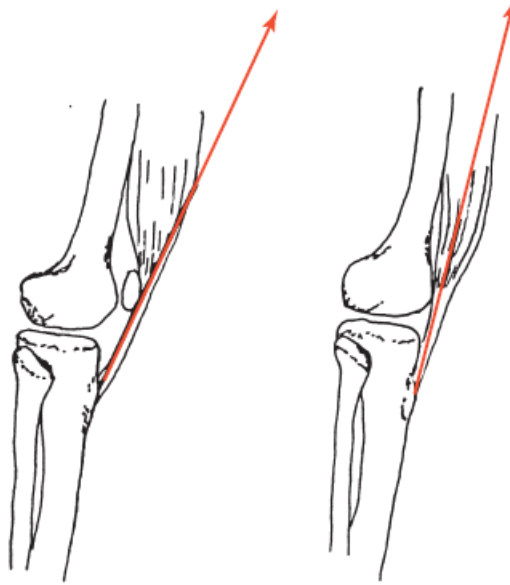
2.2.3. Patellofemoral Reaksiyon Kuvveti

Patellofemoral reaksiyon kuvveti m. quadriceps femoris tendonunun ve patellar tendonun geriliminin birlikte meydana getirdiği bileşke kuvvet ile eşit ve ters yöndedir. Patellofemoral eklem yüzeyine dik etki eden bu kuvvet, diz fleksiyon açısı ile birlikte artar. Bu durumun iki nedenden kaynaklanır. Birincisi m. quadriceps femoris tendonu ve patellar tendon arasındaki açı daralması ile oluşturdukları bileşke kuvvet artar. İkinci neden ise kapalı kinetik bir fleksiyon hareketi sırasında femur'un, tibia'nın ve patellofemoral eklem ağrılık merkezini anteriorunda pozisyonlanmasından dolayı yük kolu uzar ve vücut ağırlığının oluşturduğu fleksiyon moment etkisi eklem üzerinde artış gösterir. Bu moment artışına cevap olarak m. quadriceps femoris stabilizasyon için daha fazla kuvvet oluşturur. Dolayısıyla m. quadriceps tendon gerilimi de artacağından patellofemoral eklem reaksiyon kuvvetinde de artış gözlenir. Kapalı kinetik fleksiyon açısı arttıkça reaksiyon kuvvetindeki artış da devam eder. Patellar eklem kıkırdağı, kalın ve güçlü bir yapıda olmasından dolayı kompresif kuvvetlere karşı dayanıklıdır. Ancak tekrarlı ve uzun süreli diz fleksiyonu gerektiren aktiviteler sonucu, aşırı kullanım sebebiyle kondromalazi gibi patolojiler oluşabilmektedir (35, 45).

2.2.4. Patellanın Görevleri

Patella'nın asıl görevleri m. quadriceps femoris'e mekanik kolaylık sağlamak ve diz eklemine korumaktır. Patella sayesinde uzayan m. quadriceps femoris moment kolu ve m. quadriceps femoris tendonu/patellar tendon ile femur arasında konumlanan patella ile m. quadriceps femoris'in hareket çizgisi daha ileri taşınmıştır. Böylelikle m. quadriceps femoris ile tibia arasındaki açı artarak, moment kolu daha yüksek bir açısal kuvvete sahip olmaktadır. Patella olmasaydı; daha kısa bir moment

kolu, daha düşük açısal kuvvet ve bunun sonucunda stabilizasyon problemlerine, m. quadriceps femoris'te yaralanmalara neden olabilecek daha düşük bir kas kuvveti aktarımı olacaktı (Şekil 2.7.) (30, 31, 34).



Şekil 2.7. Patella'nın görevi

Q açısı ya da patellofemoral açı; quadriceps kası (birincil olarak rectus femoris kası) ve patellar tendon arasındaki açıdır. Spina iliaca anterior superior'dan patella orta noktasına çizilecek bir çizgi ve tuberositas tibia'dan patella orta noktasına çizilecek bir çizgi arasındaki açının ölçümü ile Q açısı tespiti yapılabilir. Diz ekstansiyonda normal Q açısı değeri 13-19 derecedir. Kadınlarda pelvis genişliğinin yüksek olmasından dolayı, kadınlar erkeklere göre genellikle daha yüksek Q açısına sahiptir. Osteoartrit, patellofemoral ağrı gibi birçok diz problemi Q açısının gereğinden yüksek ya da düşük olması sebebiyle kaynaklanabilir (30, 34, 35, 37).

2.3. Propriyosepsiyon

Propriyosepsiyon kelimesi, Latince'de "kişiye ait, bireysel" anlamlarına gelen "proprius" ve "kavramak" anlamına gelen "capio" kelimelerinden meydana gelmiştir (46). İlk kez 1906 yılında, Sherrington tarafından tanımlanmış ve "proprioception" terimini içeren bir eser yayınlanmıştır.

Literatürde propriyosepsiyonun görevi 3 şekilde tanımlanmıştır. İlk görevi, refleks mekanizma yoluyla eklemin aşırı ve zararlı hareketlerden korunmasına yardımcı olmaktır. İkinci görevi, statik postür sırasında eklem stabilizasyonu hakkında bilgi vermektir. Üçüncü görevi de, kompleks hareketin performans ve koordinasyonuna yardımcı olmaktır (47).

Tüm bu duyuların oluşumunda görev alan reseptörler çevresindeki değişikliklere cevap verebilme özelliğine sahip yapılardır. Duyusal reseptörler konumlarına göre sınıflandırıldığında 3 grup halinde incelenir:

- Eksteroseptörler: Vücut yüzeyinde bulunan reseptörlerdir. Derideki dokunma, ağrı, basınç, ısı hissinde ve görme, tat alma, koklama gibi özel duyularda görev alırlar.
- İnteroseptörler: Bir diğer adı viseroseptör olan bu reseptörler iç organlarımızdaki ve dolaşım sistemimizdeki duyularda görev alırlar.
- Propriyoseptörler: İnteroseptörler gibi internal stimuluslara duyarlıdırlar fakat konum olarak interoseptörlerden farklıdırlar. Propriyoseptörler çoğunlukla iskelet kaslarında, tendonlarda, ligamentlerde, eklemlerde ve kas ve kemikleri kaplayan konektif dokularda bulunurlar. Bazı otoriteler iç kulakta bulunan denge reseptörlerini de bu gruba dahil etmektedirler. Propriyoseptörler, bu reseptörleri içeren organların ne kadar gerildiğini izleyerek vücudumuzun hareketleri ile ilgili sürekli olarak bilgi sağlarlar.

Propriyosepsiyon çoğunlukla propriyoseptörler ile beslenen komplike bir duyudur. Her ne kadar reseptör sınıflandırmasında propriyoseptörler ayrı bir grup olarak incelense de propriyoseptif duyu oluşurken hem eksteroseptörler hem de propriyoseptörler ortak bir çalışma yürütürler (48, 49).

Ekstremitte hareketi sırasında eklem ve çevresindeki tüm yapılarda deformasyon meydana gelmesi sebebiyle hareket sırasında bu yapılarda bulunan propriyoseptörler ve eksteroseptörler etkilenir (48, 49).

Propriyosepsiyon terimi duyuşal girdi sonrasında gerçekleşen motor kontrolü, dengeyi, odyovizüel koordinasyonu ve artiküler stabilizasyonu belirtmek için de kullanılmaktadır (50). Terim literatüre girişi sonrası geçen zamanda birçok farklı sensoriyal durumu tanımlamak için kullanılmıştır. Propriyosepsiyon ve nöromüsküler sistem alanında çalışan uzmanlar 1977 yılında “sensörimotor

fonksiyon” terimini tanımlamışlardır. Ortaya atıldığından bu yana “eklem stabilitesi ile ilgili santral, duyuşsal ve motor süreçlerin entegrasyonu” anlamında kullanılan bu terim hem bilinçli hem de bilinçsiz duyuları içerisinde barındırır. Bu nedenle hem ölçülebilen hem de ölçülemeyen yönleri bulunmaktadır (51, 52). Sensoriyal algı bilinçli ve bilinçsiz olarak gerçekleşebilir. Uzaydaki pozisyonumuzun tahlili sırasında fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus ile bilinçli, spinoserebellar yollar ile ise bilinçsiz propriyoseptif algı oluşturulur.

Propriyoseptif hissin oluşumunda temel olarak üç kaynak vardır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Vestibular kaynaklar
2. Mekanik kaynaklar
3. Vizüel kaynaklar

Bu kaynaklardan gelen bilgiler merkezi sinir sisteminin kontrol kademeleri olan korteks, beyin sapı ve spinal kordda işlendikten sonra gerekli motor sistem kontrolünü oluşturmal üzere efferent yollar ile geri dönerler. Bu sistemin tamamı nöromüsküler kontrol mekanizması olarak da adlandırılabilir (48, 49).

2.3.1. Propriyoseptif Yollar

Duyu reseptörleri duyarlı oldukları uyarılara göre sınıflandırıldığında temel olarak 5 grup halinde incelenirler:

- Mekanoreseptörler: Reseptör çevresindeki mekanik uyarılara duyarlıdır.
- Termoreseptörler: Bir kısmı sıcaklığa, bir kısmı soğığa duyarlıdır. Sıcaklıkta meydana gelen değişiklikleri algırlar.
- Nosiseptörler: Ağrı reseptörleri olarak da bilinirler. Dokuda meydana gelen kimyasal ya da fiziksel hasarları algırlar.
- Elektromanyetik reseptörler: Retinaya düşen ışığa karşı duyarlıdır.
- Kemoreseptörler: Arteriyel kanda oksijen düzeyinin, karbondioksit konsantrasyonunun algılanmasında, tat almada, koku almada ve vücut kimyasına etki eden diğer tüm durumların algılanmasında görev alırlar.

Reseptörlerin farklı tipte duyuşsal uyarıları algılamalarını sağlayan reseptörler arasındaki duyarlılık farklılıklarıdır. Örneğin dokunma ve basınç

karşısında ağrı reseptörleri tepkisizdir. Ancak basınç ya da dokunma dokuya zarar verecek seviyedeysse ağrı reseptörler aktif hale gelirler.

Reseptörler farklı duyarlılıklara sahip olmasına rağmen duyuşal sinir lifleri bu uyarımları sadece impulslar şeklinde iletirler. Bu impulsların farklı duyular olarak algılanmasının sebebi ‐işaretlenmiş yol‐ ilkesidir. Her sinirsel yol merkezi sinir sisteminde kendine özgü bir sonlanıma sahiptir. Örneğın bir ağrı reseptörü elektrik, basınç, ısı gibi birçok farklı yol ile uyarılabilir. Ama tüm bu farklılıkların sonucunda her zaman kişi ağrı duyusu hissedecektir. Uyarının ısı, basınç gibi diğere özellikleri ise diğere reseptörler ile merkezi sinir sistemine iletilir ve sonuç olarak kişi tüm bu uyarımları aynı anda hisseder. Propriyosepsiyon gibi komplike duyular da bu yolla bir çok reseptör tarafından beslenerek oluşur.

Reseptörler

İnsan vücudunda bulunan reseptörler şu şekilde sıralanabilir:

- Mekanoreseptörler

- Derinin dokunma duyarlılığı (epidermis ve dermis)
 - Serbest sinir uçları
 - Geniş uçlu sinir uçları
 - Merkel diskleri
 - Artı diğere bazı tipleri
 - Dağınık uçlar
 - Ruffini uçları
 - Kapsüllü uçlar
 - Meissner cisimcikleri
 - Krause cisimcikleri
 - Kıl dibi organları
- Derin doku duyarlılıkları
 - Serbest sinir uçları
 - Genişlemiş sinir uçları
 - Püskül sonlanmalar
 - Ruffini uçları

- Kapsüllü sonlanmalar
 - Pacini cisimcikleri
 - Artı birkaç diğer tip
 - Kas sonlanmaları
 - Kas içcikleri
 - Golgi tendon reseptörleri
 - İşitme
 - Kohleanın ses reseptörleri
 - Denge
 - Vestibüler reseptörler
 - Arteriyel basınç
 - Karotis sinüslerinin ve aortun baroreseptörleri
- **Termoreseptörler**
 - Soğuk
 - Soğuk reseptörleri
 - Sıcaklık
 - Sıcaklık reseptörleri
- **Nosiseptörler**
 - Ağrı
 - Serbest sinir uçları
- **Elektromanyetik reseptörler**
 - Görme
 - Koniler
 - Basiller
- **Kemoreseptörler**
 - Tat
 - Tat tomurcuğu reseptörleri
 - Koku
 - Olfaktör epitelin reseptörleri
 - Arteriyel oksijen
 - Karotid ve aortik cisimciklerinin reseptörleri
 - Ozmolalite

- Supraoptik çekirdeklerdeki ya da çevresindeki nöronlar
- Kan CO₂'i
 - Medullanın yüzeyinde ya da içindeki reseptörler ile aort ve karotis cisimciklerindeki reseptörler
- Kan glikozu, amino asit ve yağ asitleri
 - Hipotalamustaki reseptörler

Propriyosepsiyon oluşumunda görev alan reseptörler ise şu şekilde sıralanabilir:

Ruffini Reseptörleri

Lokasyon olarak eksteroseptör ve propriyoseptör, stimulus tipi olarak mekanoreseptördürler. Eklem kapsüllerinde, dermis derininde, menisküslerde ve bağlarda bulunmaktadır. Eklem pozisyon hissine, derin basınca ve gerilime duyarlıdır. Basınç girdisinin sürekliliğinin bildiriminde görev alırlar yavaş uyarılırlar (28, 53).

Meissner Cisimcikleri

Lokasyon olarak eksteroseptör ve stimulus tipi olarak mekanoreseptördürler. Tüysüz deride bulunurlar. Düşük frekans vibrasyona, düşük basınca ve deri üzerindeki çok hafif hareketliliğe duyarlıdır. Hızlı uyarılırlar (28, 53).

Pacinian Cisimcikleri

Lokasyon olarak eksteroseptör, interoseptör ve bazıları propriyoseptördür. Stimulus tipi olarak mekanoreseptördürler. Kapsüloligamentöz yapılarda, tendonlarda, ligamentlerde, deride ve deri altında bulunmaktadır. Eklem hareketinin hızına, derin basınca, gerilime ve yüksek frekanslı vibrasyona duyarlıdır. Hızlı uyarılırlar (28, 53).

Muskulotendinöz Propriyoseptörler

o *Kas İğciği*

Kastaki primer propriyoseptif reseptörlerdir. Stimulus tipine göre mekanoreseptördürler. Bu reseptörler, kasın boyundaki değişimi ve değişim hızını algılamaya yardımcı olurlar. İskelet kaslarında, özellikle de ekstremitelerde bulunurlar.

Kas iğcikleri, konnektif doku kapsülü ile çevrili 4 - 8 arasında intrafusul kas lifinden oluşur. İntrafusul lifler afferent duysal dendritler tarafından sarılıdır. Kas uzadığında ve gerildiğinde, duysal dendritlerde mekanik olarak iyon kanalları açılır ve aksiyon potansiyelini de tetikleyebilecek bir reseptör potansiyeline yol açar (1, 54).

o *Golgi Tendon Organı*

Golgi tendon organı, tendonlardaki düşük eşikli veya çabuk uyarılabilen mekanoreseptörlerdir. Kas iğcikleri, merkezi sinir sistemine kas uzunluğundaki değişiklikleri bildirmek için özelleşirken, golgi tendon organı tendon gerilimindeki değişiklikleri bildirirler. Bu propriyoseptörler, Ib afferentleri tarafından innerve edilirler ve tendonları oluşturan kollajen lifler arasına dağılırlar. Lifler arasına dağılmış olan bu afferent yollar, gerilimin mekanik etkisiyle bazı impulslar oluşturur. Oluşan impulsun şiddetine bağlı olarak da propriyoseptif girdi sağlanır (54).

Eklem Reseptörleri

Eklem ve eklem kapsüllerinde bulunan ve hızlı adapte olan bu mekanoreseptörler, ekstremitte pozisyonu ve eklem hareketi hakkında dinamik bilgi toplamaktadırlar. Nosiseptör olarak da görev almaktadırlar. Kapsül içindeki doku gerilmesini sinyalize eden bu propriyoseptörler, ruffini benzeri sonlanmalardır. Pacini benzeri sonlanmalar da lokal kompresyonu veya basıncı bildirirler. Eklem hareketi sırasında, bir taraftaki dokular (eklem kapsülü ve deri gibi) gevşerken, diğer taraftaki dokular gerilir. Gerilmeye bağlı olarak eklem reseptörleri uyarılır ve eklem pozisyonu, basıncı ve hareket hissi bildirilmiş olur (1, 53-55).

Merkel Diskleri

Dermis ve epidermisin birleştiği seviyede bulunurlar. Hafif dokunma hissine, yüzey yapısı algılama, uzun süreli temasa ve basınca duyarlıdırlar (28, 53).

Kıl Dibi Reseptörleri

Kıl kökleri etrafını saran yapıdadırlar. Kıl hareketine sebep olan hafif dokunmalara duyarlıdırlar (28, 53).

Serbest Sinir Uçları

Vücutta hemen her yerde bulunabilirler. Özellikle epitelde ve konektif dokuda bulunurlar. Bu sinir sonlanmaları çoğunlukla miyelinsizdir. Dokunma, ısı değişiklikleri, basınca sebep olan doku değişiklikleri ve ağrıya duyarlıdırlar (28, 53).

Bu yapılardan gelen uyarıların merkezi sinir sistemine iletimini sağlayan sinir lifleri de gruplara ayrılmaktadır. Bazı sinyallerin hızlı iletilmesi gerekmektedir, aksi takdirde bu bilgi yararsız olacaktır. Ancak bazı sinyallerin ise acileyeti yoktur ve yavaş iletilebilirler. Bu çeşitlilik farklı tipte sinir lifleri sayesinde sağlanır. Bu lifler genel sınıflandırmada A ve C olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Bunlardan A lifleri geniş ve orta kalınlıkta miyelinli liflerdir. C lifleri ise ince, miyelinsiz, daha düşük iletim hızına sahip liflerdir. Sinir lifleri duyu fizyologları tarafından ise temel olarak şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

Grup Ia

Kas içciklerindeki anülospiral sonlanmaları kapsar (ortalama çapları 17 mikrometre olan bu lifler genel sınıflandırmada A lifi tipindedir).

Grup Ib

Golgi tendon organından başlayan liflerdir (ortalama çapları 16 mikrometre kadar olan bu lifler de A lifi tipindedir).

Grup II

Birçok deri dokunma reseptöründen ve kas içciklerindeki çiçek püskülü sonlanmalardan kaynaklanırlar (ortalama çapları yaklaşık 8 mikrometre olan bu lifler genel sınıflandırmadaki A lifi tipindedir).

Grup III

Sıcaklık, kaba dokunma ve batıcı ağrıların duyularını ileten liflerdir (ortalama 3 mikrometre çapında olan bu lifler genel sınıflandırmada A lifleri grubuna girerler).

Grup IV

Ağrı, kaşınma, sıcaklık ve kaba dokunma duyularını ileten miyelinsiz liflerdir (0,5-2 mikrometre çapındaki bu lifler genel sınıflandırmada C grubu liflerdir)

Bu reseptörler ve lifler yolu ile elde edilen bilgiler afferent yollar aracılığıyla merkezi sinir sistemine ulaştırılır. afferent yollardan bazıları şu şekilde sıralanabilir:

- Fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus
- Tractus spinothalamicus lateralis
- Tractus spinothalamicus anterior
- Tractus spinocerebellaris posterior
- Tractus spinocerebellaris anterior
- Tractus cuneocerebellaris
- Tractus spinotectalis
- Tractus spinoreticularis
- Tractus spinoolivaris anterior ve posterior (28, 56, 57)

Fasciculus Gracilis ve Fasciculus Cuneatus

Bu iki yol bilinçli propriyosepsiyon ile ayırt edici dokunma ve ayırt edici basınç duyularının iletiminde görevlidir. Vibrasyon ve iki nokta diskriminasyonu gibi duyular bu yol aracılığıyla taşınır. Golgi tendon organı ile periferik sinir lifleri, hem kas içiği ve eklem kapsüllerinden gelen propriyoseptif girdileri hem de pacinian ve meissner karpüküllerinden gelen ayırt edici dokunma-basınç duyu girdilerini ganglion spinale'ye taşınır (57, 58).

Birinci nöronları ganglion spinale'de bulunan kalın myelinli aksonların santral uzantıları, medulla spinalis içerisinde ipsilateral şekilde funiculus posterior'da yerleşim gösterir. Funiculus posterior içerisindeki fasciculus gracilis sakral, alt torakal, koksigeal ve lumbal seviyelerden gelen afferent aksonlardan; fasciculus cuneatus ise servikal ve üst torakal seviyelerden gelen afferent aksonlardan oluşur. Bundan dolayı medulla spinalis'in alt segmentlerinde sadece fasciculus gracilis bulunurken, T6 ve üzerindeki segmentlerinde fasciculus cuneatus ve fasciculus

gracilis birlikte bulunur. Fasciculus gracilis medial, fasciculus cuneatus lateral yerleşimlidir (56-58).

Fasciculus cuneatus servikal bölgeden, gövdenin üst kısmından ve üst ekstremiteden; fasciculus gracilis ise gövdenin alt kısmından ve alt ekstremiteden gelen propriyosepsiyon, vibrasyon, ayırt edici dokunma ve basınç duyularını taşır (56-58).

Fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus yolu ile alınan impulslar önce thalamus'a iletilir. Ardından cerebral cortex'te bulunan Brodmann'ın 3-1-2 numaralı alanında sonlanırlar (57).

Tractus Spinothalamicus Lateralis

Periferik aksonları, serbest sinir uçlarını oluşturan birinci nöronların hücre gövdeleri ganglion spinale'dedir. Nöronların santral uzantıları propriyoseptif liflerin lateraline ilerleyerek medulla spinalis'e girerler. Ağrı ve ısı duyuları taşıyan bu yolun ikinci nöronlarını medulla spinalis'in lamina I, IV ve V alanları oluşturur. İkinci nöronlar commissura alba anterior'da kontralateral tarafa geçer. Ardından bu lifler funiculus lateralis içinde seyreden tractus spinothalamicus lateralis'i oluştururlar. Commissura alba anterior, sinaps ile aynı seviyede olabileceği gibi bir alt ya da bir üst segment seviyesinde de olabilir (28, 57, 58).

Tractus spinothalamicus lateralis, medulla spinalis ve truncus cerebri içerisinde thalamus'a ulaşır. Ardından cerebral cortex'te Brodmann'ın 3-1-2 numaralı primer duyu alanında sonlanır (56, 58).

Tractus Spinothalamicus Anterior

Birinci nöronun periferik uzantıları ile hassas mekanoreseptörlerden alınan hafif dokunma duyusu, ganglion spinale'deki hücre gövdelerine taşınır. Santral uzantıları ise medulla spinalis'e girerek substantia grisea'daki ikinci nöronlar ile sinaps yaparlar. İkinci nöronların uzantıları, commissura alba anterior'da kontralateral tarafa geçerek, medulla spinalis'te funiculus anterior'da tractus spinothalamicus anterior'u oluşturur (56-58).

Tractus spinothalamicus anterior'u oluşturan aksonlar önce thalamus'a ulaşırlar. Ardından cerebral cortex'te Brodmann'ın 3-1-2 numaralı primer duyu alanında sonlanırlar (56-58).

Tractus Spinocerebellaris Posterior

Birinci nöronun periferik uzantıları ile propriyoseptörlerden alınan bilgi, ganglion spinale'deki hüce gövdelerine taşınır. Bilinçsiz propriyosepsiyon taşıyan bu yolun ikinci nöronlarını ise medulla spinalis'te lamina VII içerisinde bulunan nucleus thoracicus posterior oluşturur. İkinci nöronların aksonları ipsilateral olarak funiculus lateralis içerisinde tractus spinocerebellaris posterior'u oluşturur (56-58).

Bilinçaltı propriyosepsiyon duyusunun taşındığı tractus spinocerebellaris posterior, cerebral cortex'e ulaşmadan cerebellum'da sonlanır (57).

Tractus spinocerebellaris posterior, daha çok gövde ve alt ekstremitenin propriyosepsiyonu ile ilgilidir. Genel olarak ekstremitte hareketleri ve postüral kontrolün sağlanması için gerekli impulsları taşır (56, 57).

Tractus Spinocerebellaris Anterior

Birinci nöronun periferik uzantıları ile alınan propriyoseptif duyu, ganglion spinale'deki hücre gövdelerine taşınır. Bilinçsiz propriyosepsiyon taşıyan bu yolun ikinci nöronlarını ise medulla spinalis'te yalnızca lumbal, sakral ve koksigeal segmentlerde bulunan laminae V, VI, VII içerisindeki nucleuslar oluşturur. İkinci nöronların uzantıları commissura alba anterior'da kontralateral tarafa geçer. Ardından funiculus lateralis'te tractus spinocerebellaris posterior'un ön tarafında tractus spinocerebellaris anterior'u oluşturur.

Bilinçaltı propriyosepsiyon duyusunun taşındığı tractus spinocerebellaris posterior, tractus spinocerebellaris anterior gibi cerebral cortex'e ulaşmadan cerebellum'da sonlanır (57).

Tractus spinocerebellaris anterior bulunduğu segmentler sebebiyle alt ekstremitenin propriyosepsiyonuyla ilgilidir (56, 57).

Bilinçaltı propriyosepsiyon ile ilgili yollardan tractus spinocerebellaris posterior, bir kastan veya sinerjistik bir kas grubundan alınan bilgileri taşırken; tractus spinocerebellaris anterior alt ekstremiteden alınan bilgileri taşır. Ayrıca tractus

spinocerebellaris posterior hareket koordinasyonu ile ilgili iken, tractus spinocerebellaris anterior eklem pozisyonu ve postural bilgiler ile ilgilidir (28, 56, 57).

Tractus Cuneocerebellaris

Hücre gövdeleri ganglion spinale'de bulunan birinci nöronların santral uzantıları, medulla spinalis'in C8 segmenti üzerinde ipsilateral seyreden fasciculus cuneatus'a katılarak ilerler. Sonrasında cerebellar cortex'te sonlanır.

İşlevsel olarak tractus spinocerebellaris posterior'a benzeyen tractus cuneocerebellaris, üst ekstremitenin bilinçsiz propriyosepsiyon duyusuyla ilgilidir (28, 56, 57).

Tractus Spinotectalis

Birinci nöronun periferik uzantıları ile nosiseptörlerden alınan bilgi, ganglion spinale'de bulunan hücre gövdelerine iletilir. Aşırı sıcak-soğuk ve mekanik stimuluslar sebebiyle oluşan nosiseptif impulsların taşındığı bu yolun ikinci nöronlarını medulla spinalis'te substantia grisea'da bulunan nucleuslar oluşturur (56-58). İkinci nöronların uzantıları commissura alba anterior'da kontralateral tarafa geçerek medulla spinalis'in anterolateral kısmında seyreden tractus spinoretalis'i oluştururlar (57).

Tractus Spinoreticularis

Birinci nöronları ganh-glion spinale'de bulunan tractus spinoreticularis'in ikinci nöronlarını merkezi sinir sisteminde formatio reticularis'i meydana getiren reticuler nucleuslar oluşturmaktadır. İkinci nöronların uzantılarının büyük bölümü ipsilateral olarak seyrederken, küçük bir kısmı commissura alba anterior'da kontralateral tarafa geçerek yükselir. Bu yol kognisyon, uyanıklık ve kortikal aktiviteler ile ilgili olduğu bilinen retiküler sistemin bir parçası olarak kabul edilmektedir (56-58).

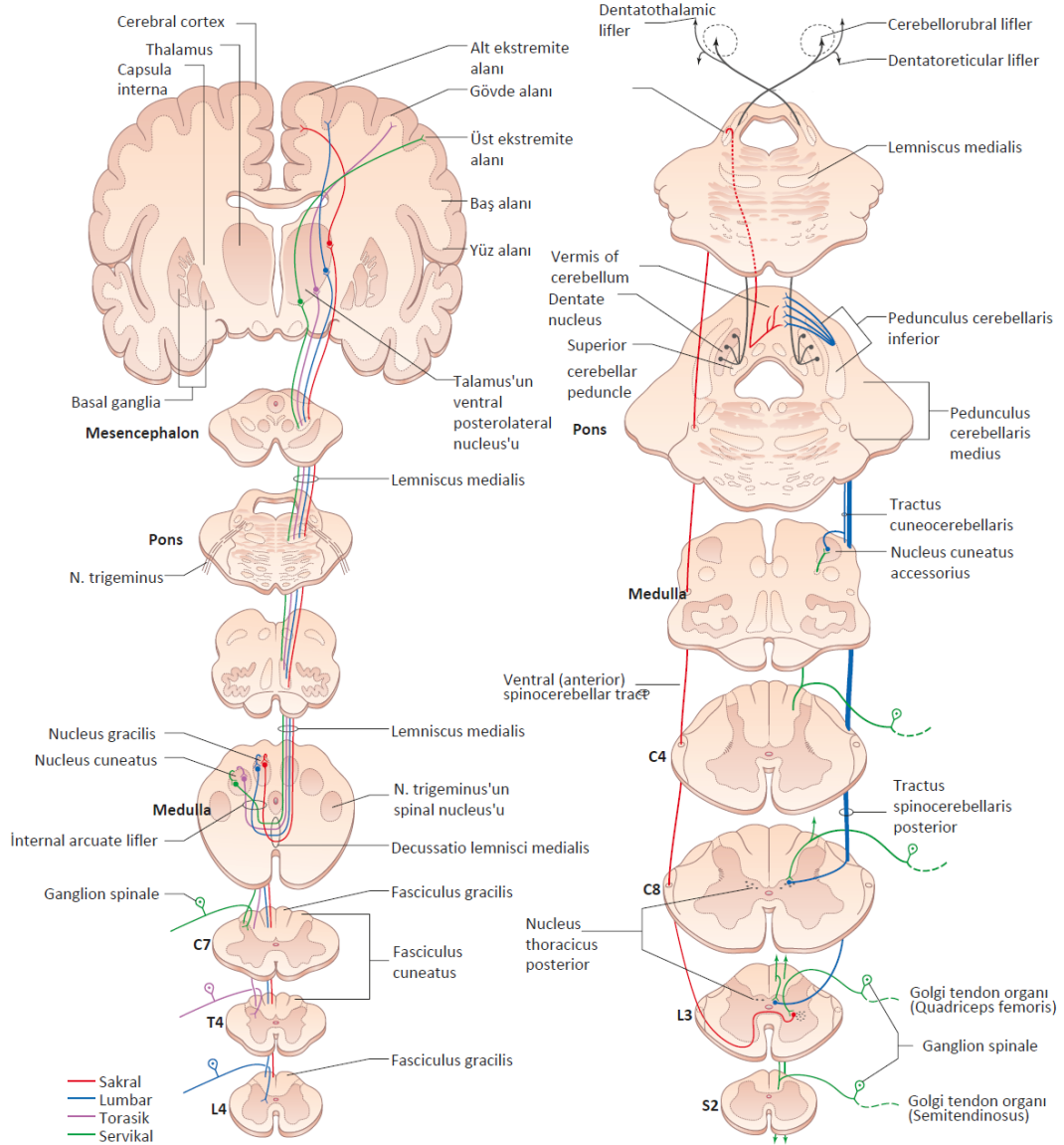
Ağrı duyusunun taşınmasından sorumlu olan tractus spinothalamicus lateralis, tractus spinotectalis ve tractus spinoreticularis "anterolateral sistem" olarak tanımlanır (56, 57).

Tractus Spinoolivaris Anterior Ve Posterior

Birinci nöronları ganglion spinale'de bulunan tractus spinoolivaris anterior'un ikinci nöronlarını medulla spinalis'te lamina IV, V, VII ve VIII'deki nöronlar oluşturmaktadır. İkinci nöronların uzantıları commissura alba anterior'da kontralateral tarafa geçer. Ardından medulla spinalis'in anterolateral kısmında seyreden tractus spinoolivaris anterior'u oluşturur. Birinci nöronlarının uzantıları ipsilateral olarak funiculus posterior içerisinde seyreden tractus spinoolivaris posterior'un ikinci nöronlarını medulla oblongata'da bulunan nucleus gracilis ve nucleus cuneatus'taki nöronlar oluşturmaktadır. İkinci nöronların uzantıları kontralateral tarafa geçerek nucleus olivaris accessorius posterior ve medialis'te sonlanır (56, 57).

Tractus spinoolivaris anterior ve posterior, propriyoseptörlerden ve eksteroseptörlerden gelen impulsları taşınmasında görev alır ve spinocerebellar sistemin önemli bir bölümünü oluşturur (56, 57).

Afferent yolların uzanımından, yaptıkları sinapslardan ve sonlanmalarından anlaşılacağı üzere somatosensöriyel sistem genel olarak komplike ve ayrılmaz bir yapıdadır. Propriyoseptif duyu, oluşumu sırasında temel olarak reseptörlerden gelen impulsları taşıyan afferent yolların neredeyse tamamından beslenmektedir (Şekil 2.8.) (49, 56, 58).



Şekil 2.8. Propriyosptif spinal yollar

Ancak, propriyosepsiyon için bu girdiler dışında propriyoseptif duyuyu besleyen vestibular organ ve vizüel reseptörlerden gelen veriler de önemlidir (48, 49).

Bu nedenle, motor kontrol mekanizmasında temel olarak 3 duyunun görevi esas kabul edilir. Bunlar:

1. görme
2. denge
3. propriyoseptif girdiler.

Normal motor kontrol için bu 3 duyu birlikte hareket eder ve mekanizma içinde birbirlerini beslerler. Amaca yönelik ve koordine hareket için, bunların hepsinin düzgün ve işbirliği içerisinde çalışması beklenir (55, 59).

Bu mekanizma sonucunda oluşan propriyoseptif duyunun komponentleri şu şekilde sıralanabilir:

- Eklem pozisyon hissi
- Eklem hareket hissi
- Hareket yönü hissi
- Hareketin hızı
- Kuvvet duyusu
- Uzaysal oryantasyon
- Denge
- Kompresyon hissi
- Vibrasyon hissi

Propriyosepsiyonun bu şekilde alt komponentlere ayrılması hem anatomik, hem nörofizyolojik, hem de fonksiyonel farklılıkları içeren temellere dayanmaktadır. Her bir komponent derin duyu mekanizmasında farklı göreve sahip olmakla birlikte, birbirinden ayrı olarak da düşünülemez. Yapılan araştırmalar doğrultusunda bu komponentlerin çalışma mekanizmalarına ve farklarına hakim oldukça tedavi de bu doğrultuda özelleşip daha etkili hale gelmektedir (48, 49, 53).

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Vücuttaki farklı duyu reseptörlerinin uyarılmasının propriyoseptif duyu üzerine olan etkilerini incelemek ve ortaya çıkan bu etkiler birbirleri ile karşılaştırmak amacıyla yaptığımız bu prospektif randomize kontrollü çalışma, 31.07.2019 – 15.11.2019 tarihleri arasında Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Ortopedik Rehabilitasyon Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya dahil edilme kriterlerine uygun 125 sağlıklı birey alınmış ve elde edilen sonuçlar grup içi ve gruplar arası karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın yapılabilmesi için Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan gerekli izin ve onay alınmıştır (31.07.2019 tarihli onam , Karar no: 2019/13-39). Çalışma, Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na ön görülen "Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu"nu kabul edip imzalayan gönüllü bireylerle yapılmıştır.

3.1. Bireyler

Çalışmaya alınması gereken minimum birey sayısının belirlenmesi amacıyla, güç analizi yapılmış ve propriyosepsiyon değerlendirmede en önemli test eklem pozisyon hissi değerlendirmesi olduğu için temel ölçek olarak eklem hareket hissi kabul edilmiştir. her bir grup için $\alpha:0.05$ $\beta:0.20$ (power %93) için her bir grup için birey sayısı 20 kişi olarak (n=20) bulunmuştur. Bu nedenle güç analizi ile elde edilen minimum sayının üstüne çıkmak için çalışmamızdaki her bir gruba 25 birey alınmış ve çalışma toplam 125 birey ile tamamlanmıştır. 2 birey, çalışma gruplarına ayrılmadan önceki ilk değerlendirmede eklem pozisyon hissini etkileyebilecek sporları yaptıkları için çalışma dışı bırakılmış ve çalışma 127 birey yerine 125 birey ile sonlandırılmıştır.

Çalışmaya, önceden belirlenen kriterlere uyan ve yaşları 20-23 arasında değişen (20,48±0,84 yıl) 63 kadın, 62 erkek gönüllü katılmıştır.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri;

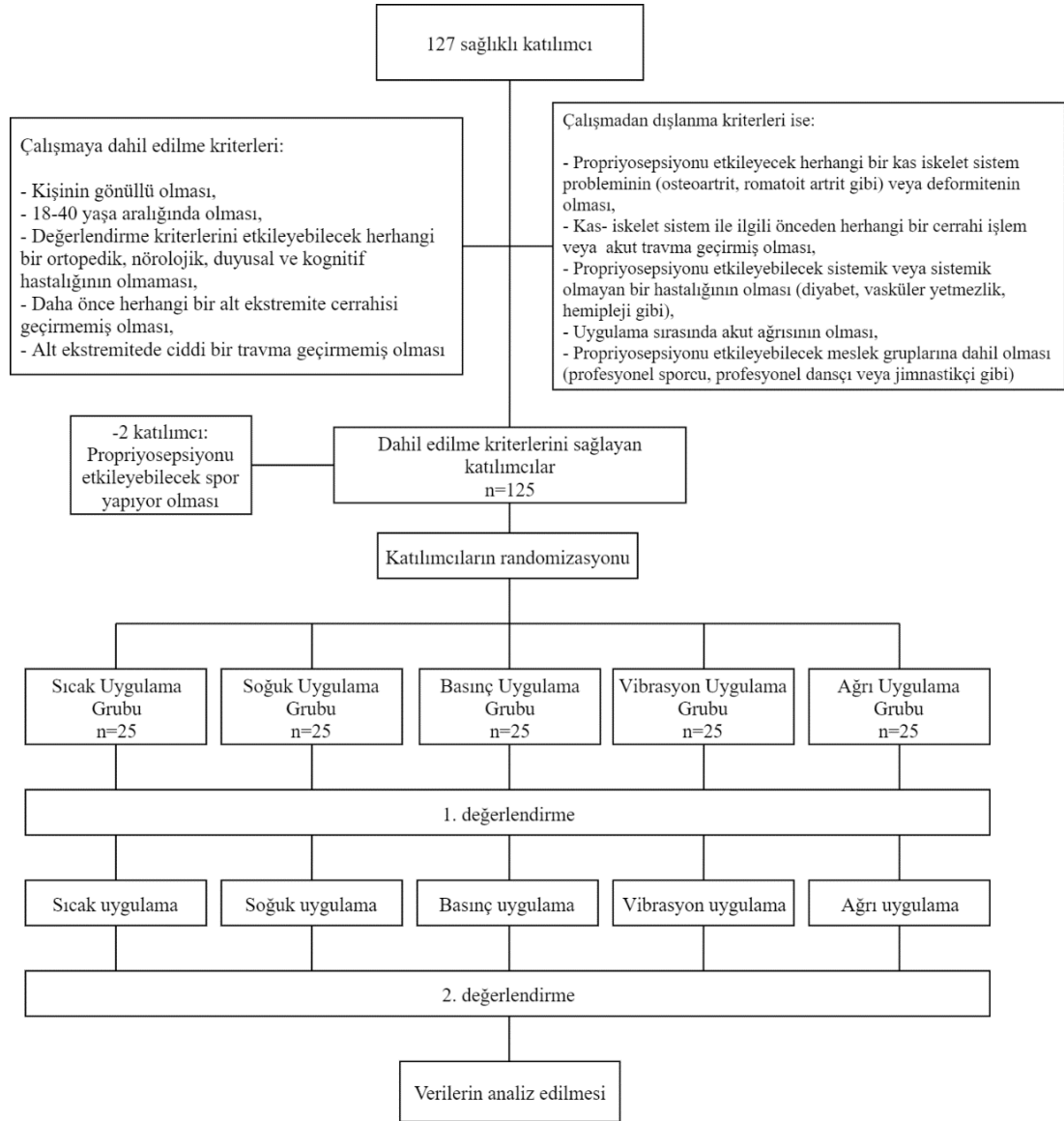
- Kişinin gönüllü olması,
- 18-40 yaşa aralığında olması,
- Değerlendirme kriterlerini etkileyebilecek herhangi bir ortopedik, nörolojik, duyuusal ve kognitif hastalığının olmaması,

- Daha önce herhangi bir alt ekstremite cerrahisi geçirmemiş olması,
- Alt ekstremitede ciddi bir travma geçirmemiş olması.

Çalışmadan dışlanma kriterleri ise;

- Propriyosepsiyonu etkileyecek herhangi bir kas iskelet sistem probleminin (osteoartrit, romatoid artrit gibi) veya deformitenin olması,
- Kas- iskelet sistem ile ilgili önceden herhangi bir cerrahi işlem veya akut travma geçirmiş olması,
- Propriyosepsiyonu etkileyebilecek sistemik veya sistemik olmayan bir hastalığının olması (diyabet, vasküler yetmezlik, hemipleji gibi),
- Uygulama sırasında akut ağrısının olması,
- Propriyosepsiyonu etkileyebilecek meslek gruplarına dahil olması (profesyonel sporcu, profesyonel dansçı veya jimnastikçi gibi).

Çalışmanın akış şeması Tablo 3.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Akış şeması

3.2. Yöntem

Çalışmaya katılacak gönüllülere kura yoluyla randomizasyon yapılmış ve gönüllüler uygulama çeşidine göre 5 gruba ayrılmıştır. Her bir gruptaki bireylerin diz eklemine yapılan uygulama öncesi ve sonrası değerlendirmelerden elde edilen veriler uygun istatistiksel yöntemler kullanılarak önce grup içi, sonra gruplar arası karşılaştırılmıştır.

Çalışmadaki gruplar şu şekildedir:

1. Sıcak uygulama grubu
2. Soğuk uygulama grubu
3. Vibrasyon uygulama grubu
4. Basınç uygulama grubu
5. Ağrı uygulama grubu

Çalışmaya alınan tüm bireylere aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır:

1. Demografik bilgilerin kaydedilmesi
2. Klinik geçmişin değerlendirilmesi
3. Diz eklemının hafif dokunma duyusunun değerlendirilmesi
4. Diz eklemının propriyosepsiyon duyusunun (eklem pozisyon hissi) değerlendirilmesi
5. Denge değerlendirilmesi

3.2.1. Değerlendirmeler

Çalışmamıza dahi edilen 5 uygulama grubundaki bireylere aynı fizyoterapist tarafından uygulama öncesi ve sonrası olmak üzere aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır. Tüm değerlendirmeler ve uygulamalar dominant bacağa yapılmıştır. Dominant alt ekstremitte için Topa Vurma ve Arkadan İtme Testleri kullanılmıştır.

Demografik Bilgilerin Alınması:

Yaş, cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, dominant bacak, meslek, sigara kullanımı, alkol kullanımı, özgeçmiş sorgulanmıştır. Dominant bacak topa vurma ve itirme testleri ile belirlenmiştir.

Klinik Geçmiş Değerlendirilmesi

Katılan tüm bireylerin alt ekstremitelerine ait herhangi bir travma geçmişi bulunup bulunmadığı, cerrahi ya da konservatif bir tedavi alıp almadığı, herhangi bir sistemik hastalığının ya da ilaç kullanımının olup olmadığı ve değerlendirmeleri etkileyebilecek herhangi bir mesleğe veya spor alışkanlığına sahip olup olmadığı

sorgulanmıştır. Eğer varsa, bu bireyler bu durumların çalışma dışı bırakılma kriterleri olması nedeniyle dışlanmıştır.

Diz Eklemının Hafif Dokunma Duyusunun Değerlendirilmesi

Hafif dokunma, kutanöz reseptörlerce algılanır ve hassas ayırım için gerekli bir komponenttir. Semmes-Weinstein Monofilaman Testi, hafif dokunma duyusunun değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan testlerden birisidir. Semmes Weinstein Testi çoğunluklu palmar bölgede kullanılıyor olsa da meissner cisimciklerinin yoğunluğu farklı olmak üzere tüm ciltte bulunması nedeniyle gerektiğinde alt ekstremitede de hafif dokunma duyusunu test etmek üzere kullanılmaktadır (60, 61). Bu nedenle katılımcıların hafif dokunma duyusu Semmes-Weinstein Monofilaman Testi ile değerlendirilmiştir. Semmes-Weinstein Monofilaman Testi yaklaşık olarak aynı uzunluğa sahip farklı çaplardaki filamentler aracılığı ile yapılmaktadır. Filamentlerin kalınlıkları 2.83, 3.22, 3.61, 3.84, 4.31 mm'dir. Filament çapı kalınlaştıkça verilen basınç ve buna bağlı olarak verilen duyuşal girdi de artmaktadır (57, 62).

Çalışmamızda diz eklemінде patella orta noktasına, patellar tendon orta noktasına ve patella medialine bu filamentler inceden kalına doğru uygulanmış ve katılımcının hissettiği ilk monofilamentin numarası kaydedilmiştir. Değerlendirmede bireye önce 2.83 kalınlığındaki filament kıvrılana kadar basınç verilmiş ve kişinin bu basıncı hissedip hissetmediği sorulmuştur. Eğer hissetmediyse sırasına göre filament kalınlığı artırılarak aynı uygulama tekrarlanmıştır (Şekil 3.1.) (61, 63, 64).



Şekil 3.1. Semmes Weinstein Monofilaman Testi ile hafif dokunma duyusunun değerlendirilmesi.

Diz Eklem Pozisyon Hissinin Değerlendirilmesi

Değerlendirmede diz ekleminin eklem pozisyon hissini ölçmek amacıyla bir fotoğraf makinesi, özel olarak tasarlanmış MATLAB programı dahilinde çalışan bir bilgisayar yazılımı, su terazili bir tripot, bir laser pointer, renkli bantlar ve standart sırt destekli bir sandalye kullanılmıştır.

Katılımcıların diz ekleminin referans noktaları, daha önceki çalışmalarda belirlenmiş olan noktalara uygun olarak seçilmiş ve lateral malleol, fibula boynu, patella üst sınırı seviyesinde tractus ilitibialis üzeri ve trochanter major ile diz ekleminin lateral tarafının distali noktaları referans noktaları olarak kullanılmak üzere renkli bantlar ile işaretlenmiştir (65, 66).

Fotoğraf çekiminde Nikon Coolpix P1000 model fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Değerlendirmeler sırasında Fotoğraf makinesinin katılımcıya olan mesafesi standart tutulmuştur. Fotoğraf makinesinin katılımcıya mesafesi değerlendirilmeler sırasında standart tutulmuştur. Tripod yüksekliği ve doğrultusu laser pointer yardımı ile diz eklemi ile aynı seviyede olacak şekilde ayarlanmıştır. Tripod üzerinde bulunan su terazisi yardımı ile de denge ayarı yapılmıştır.

Değerlendirme için sandalyeye oturtulan katılımcıların gözleri değerlendirmeyi yapan fizyoterapist tarafından kapatılmıştır. Daha sonra sandalyede

90° diz fleksiyonu ile oturan katılımcıdan dominant taraftaki dizini aktif olarak ekstansiyona getirmesi istenmiş ve fizyoterapistin uyarısı ile fotoğraf kamerasının kılavuz çizgileri ile belirlenmiş olan 45° lik diz fleksiyon açısında durdurulmuştur. Katılımcıdan bu fleksiyon açısına veya pozisyona konsantre olması ve 4 saniye süre ile bu pozisyonu koruması istenmiştir. Bu pozisyon fotoğraflandıktan sonra başlangıç pozisyonuna tekrar geri dönmüştür. Daha sonra katılımcıdan, fotoğraflanmış olan diz eklem açısını hatırladığı kadar tekrarlaması istenmiş ve tekrarlanan açı yeniden fotoğraflanmıştır (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Eklem pozisyon hissini değerlendirilmesi.

Çekilen fotoğraflar, MATLAB programında çalışan özel yazılım programı ile değerlendirilmiş; eklem pozisyon açısının tekrarlanması sonucunda görülen farklar, eklem pozisyon hissinde olan hata değeri olarak kaydedilmiştir (66).

MATLAB Yazılımının Kullanımı

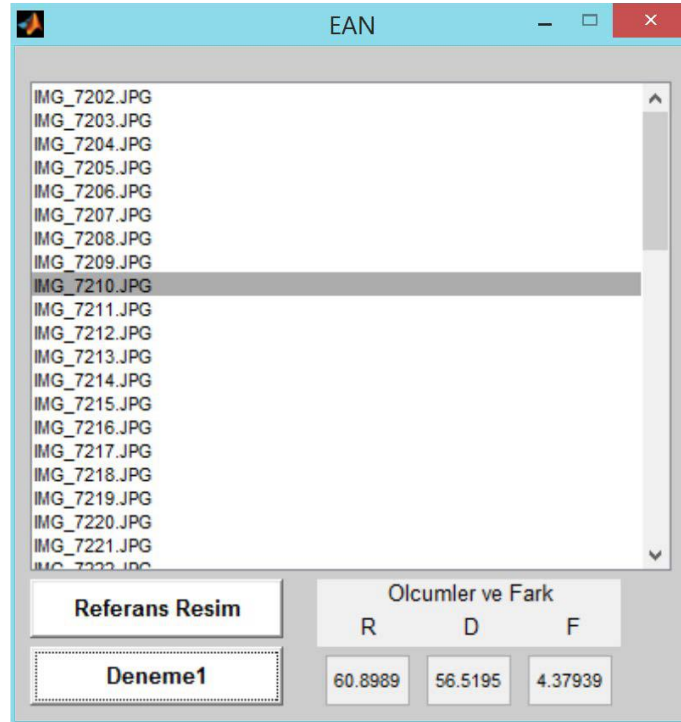
MATLAB, MathWorks firması tarafından geliştirilen bir sayısal hesaplama yazılımı ve aynı zamanda bir programlama dilidir. MATLAB kullanıcılarına fonksiyon ve veri çizme, matris işleme, kullanıcı arayüzü oluşturma, algoritma uygulama ve tüm bunları diğer programlama dilleri ile arabağlama imkanı sağlamaktadır. MATLAB içerdığı ek paketleri, özelleştirilebilmesi ve sağladığı çok yönlülük ile yaygın olarak akademik araştırmalarda kullanılmaktadır.

Değerlendirme sırasında MATLAB yazılımının kullanım amacı şudur:

- Görsel değerlendirme ve görüntü işleme temelli çalışma için elverişli olması
- Toplanan verilerin işlenmesi açısından kolaylık sağlanması
- Değerlendirmeye özel olarak arayüz hazırlanabilmesi
- Diğer programlara dillerine göre daha basit bir yapısı olması
- Elde edilen sonuçları bilimsel uygunlukta gösterebilmesi
- Öğrenciler için sağlanan deneme lisansı sayesinde araştırma amacıyla kullanımının yaygın olması

MATLAB ortamında çalışmaya özel geliştirilen yazılım ile fotoğraflar üzerinde açısal ölçüm yapıldı. Açı ölçümü için katılımcılar üzerine yerleştirilen renkli bantlar üzerinden geçen doğruların arasındaki açı kullanıldı.

Geliştirilen MATLAB ara yüzü sayesinde fotoğraflar ikişerli gruplar halinde değerlendirildi. Her ikili grubun ilk fotoğrafı fizyoterapist tarafından belirlenen pozisyon, ikinci fotoğrafı ise katılımcının kendi propriyoseptif duyusuna dayanarak tekrarladığı pozisyondu. Bu iki fotoğraf arasındaki açısal farklılık, eklem pozisyon hissi ile ilgili hata açısı olarak ele alınmış ve istatistiksel analiz için kullanılmıştır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Açık ölçümü için MATLAB kullanıcı ara yüzü.

Denge Değerlendirmesi

Denge değerlendirme için “Yıldız Denge Testi” (Star Excursion Balance Test) kullanılmıştır. Testin yapılacağı düzenek için düz zemine orta noktaları kesişen ve aralarında 45° açı olan 150 cm’lik 8 mezura yapıştırılmıştır. Birey uygulama yapılmış olan taraftaki ayağını, parmak uçları düzeneğin anterior yönüne bakacak şekilde düzenek merkezine yerleştirmiştir. Merkez noktasına ve katılımcının merkezdeki ayağına göre yönler anterior (A), anteriolateral (AL), anteriomedial (AM), posterior (P), posteriolateral (PL), posteriomedial (PM), lateral (L) ve medial (M) olarak adlandırılmıştır. Katılımcıya kontralateral ekstremitesi ile birer defa her bir yöne uzanma denemesi için izin verildi ve katılımcı teste alıştırılmıştır. Test sırasında elleri belinde duran kişi merkez noktada uygulama yapılmış olan ekstremitesi ile tek ayak üzerinde dururken, kontralateral ekstremitesinin ucu ile mezura boyunca uzanması ve yük aktarmadan dokunuş yapıp başlangıç pozisyonuna dönmesi istenmiştir. Katılımcının uzandığı noktaların merkeze olan mesafeleri cm cinsinden

kaydedilmiştir. Test 3 kere tekrarlanıp 3 ölçümün ortalaması hesaplanarak kaydedilmiştir (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Yıldız Denge Testi ile dengenin değerlendirilmesi.

3.2.2. Uygulamalar

Çalışmamızın ilk değerlendirme sonrasında 5 farklı gruba ayrılan bireylere son değerlendirmeden önce gruplara göre aşağıdaki farklı fizyoterapi uygulamaları yapılmıştır.

Sıcak Uygulama Grubu (Sıcak Uygulama)

Çalışmamızda Sıcak Uygulama Grubundaki bireylere sıcak uygulama olarak sıcak yastıklar (hotpack) ile yapılmıştır. 69°-90° sıcaklıklardaki kazanlarda bekletilen sıcak yastıklar havlu ile sarılarak ısı 40-45° seviyelerine çekilmiştir. Sıcak uygulaması, yeterli duyu girdisi elde edebilmek amacıyla 20 dakika süre ile yapılmıştır (Şekil 3.5.) (67, 68).



Şekil 3.5. Hotpack ile sıcak uygulama.

Soğuk Uygulama Grubu (Soğuk Uygulama)

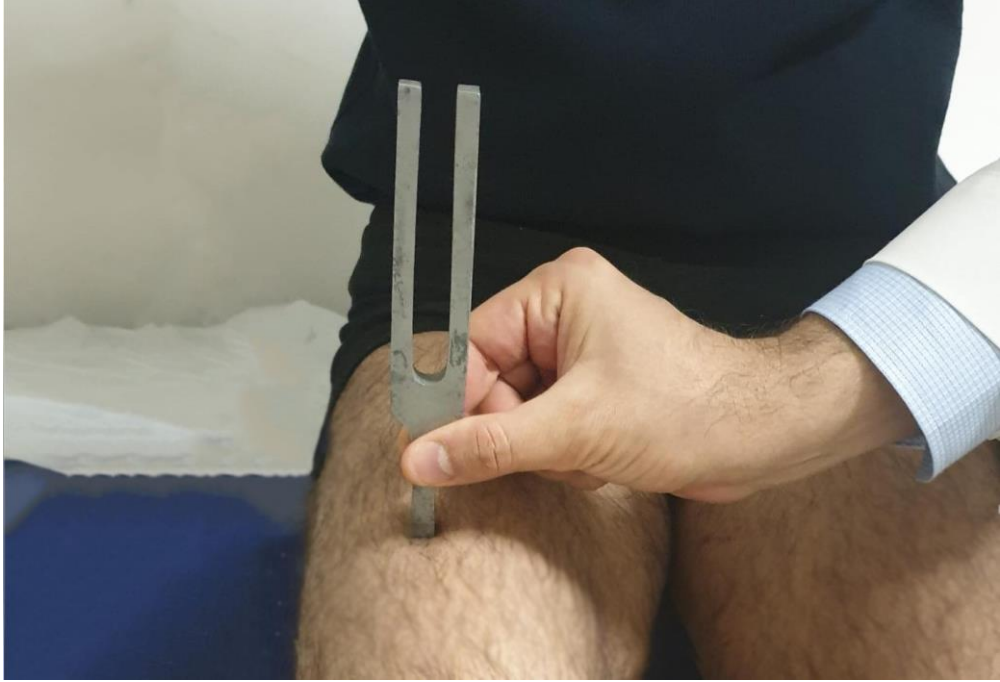
Soğuk Uygulama Grubuna, dokunun 3 cm derinine kadar penetre olabildiği için soğuk yastık (coldpack) uygulanmıştır. Soğuk etkinin hem yüzeysel fasyaya, hem de hemodinamik yollar ile kaslara, tendonlara ve ligamentlere erişebilmesi nedeniyle (69), çalışmamızda soğuk uygulama için soğuk yastıklar tercih edilmiştir. 4°'ye kadar olan soğuk uygulamanın etkili olması için soğuk yastık diz eklemine tam olarak sarılıp uygulanmıştır. Soğuk uygulamanın ilk 2-7 dakikasında yanma ve keskin ağrı hissi oluşurken, 5-12 dakika arasında analjezik etki oluşur; 12-15 dakikada ise derin dokularda vazodilatasyon açığa çıkar. Bu nedenle bu grupta yer alan bireylere dokularda vazodilatasyon ve yeterli duyuşal girdinin elde edilebilmesi amacıyla 15 dakikalık soğuk yastık uygulaması yapılmıştır (Şekil 3.6.) (67, 68).



Şekil 3.6. Coldpack ile soğuk uygulama.

Vibrasyon Uygulaması Grubu (Vibrasyon Uygulama)

Yapılan araştırmalarda kasa uygulanan 100 Hz frekansta vibrasyonun kas iğciğini uyararak pozisyon değişikliğine yol açacak kadar hareket illüzyonu yarattığı ve propriyoseptif girdiye etki edebildiğı kanıtlanmıştır (1). Diyapazon ile diz eklemini çevreleyebilecek bir vibrasyon uygulaması yapılamayacağından duyu uyarısını en etkili şekilde verebilmek için çalışmamızdaki Vibrasyon Uygulama Grubunda yer alan bireylerin m. quadriceps femoris kas gövdesinin en şişkin yerine fizyoterapist tarafından diyapazon ile 5 dakika boyunca 100 Hz'lik frekansta vibrasyon uygulaması yapılmıştır. Diyapazonun sönümlenmesini önlemek için uygulamayı yapan fizyoterapist aralıklı olarak diyapazona vurmuştur (70-72).



Şekil 3.7. Diyapazon ile vibrasyon uygulama.

Basınç Uygulaması Grubu (Basınç Uygulama)

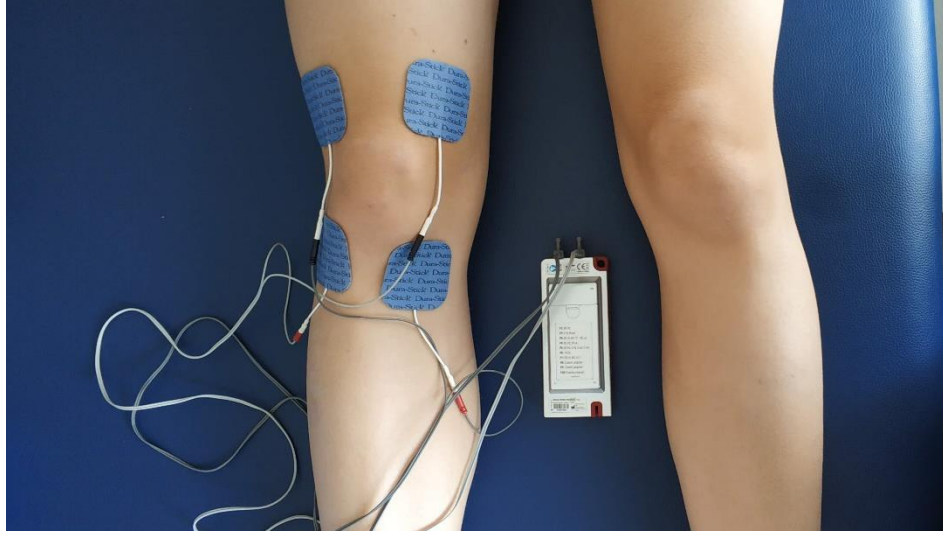
Çalışmamızdaki Basınç Uygulama Grubundaki bireylerin diz eklemine basınç uygulaması (kompresyon) yapılmıştır. Bunun için başka araştırmalarda da basınç uygulamak amacıyla kullanılmış olan ve tansiyon aletinin parçalarından olan manşon (73) ile katılımcıların diz eklemi tam olarak sarılarak basınç uygulanmıştır. Hastanın tüm diz bölgesinde basıncı hissettiği ilk nokta manşona bağlı manometre üzerinden basınç eşiği olarak dikkate alınmış ve bu noktada manşonu şişirme işlemi durdurularak 5 dakika boyunca basınç verilmiştir (Şekil 3.7.).



Şekil 3.8. Manşon ile basınç uygulama.

Ağrı Uygulaması Grubu (Ağrı Uygulama)

Burst TENS yeterli düzeyde uygulandığında parestezi etkisi yaratabilmektedir (74). Bu nedenle ağrıyı tetiklemek için katılımcıların diz eklemlerine Burst TENS uygulanmıştır. Yeterli ağrı tespiti, Numerik Ağrı Skalası (NAS) kullanılarak kişiye özel yapılmıştır. 10 cm'lik bir çizgi üzerine yerleştirilmiş olan 0 – 10 arası sayıların anlamları katılımcılara açıklanmıştır. Puanlamanın hiç ağrı olmaması durumunda 0, orta şiddette ağrı olması durumunda 5 ve hayatta hissedilen en şiddetli ağrı olması durumunda 10 şeklinde olduğu açıklanmıştır (75). Bu açıklamalara göre kişiden hissettiği ağrı 5 seviyesine ulaştığında fizyoterapisti uarması istendi ve TENS akımının artışı durdurulmuştur. Ulaşılan yükseklikteki akımda 60 saniye süre ile uygulama yapılmıştır. TENS uygulaması sırasında ağrı hissinde akumadasyona bağlı olarak beklenen azalmalar, her 15 saniyede bir katılımcıya sorularak teyit edilmiştir. Ağrı hissinde azalma gerçekleştiyse katılımcının da yönlendirmesiyle akım arttırılarak NAS'a göre akımın seviyesi 5 değerine yükseltilmiştir. Akımın fazla yükselmemesi için toplam uygulama süresi 60 saniye ile kısıtlı tutulmuştur (Şekil 3.8.).



Şekil 3.9. TENS cihazı ile ağrı uygulama.

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel değerlendirme Statistical Package for Social Sciences (SPSS) (IBM SPSS Inc., Chicago, IL) yazılımının 23.0 numaralı sürümü kullanılarak yapılmıştır. Hastalara ait demografik ve klinik özellikler için tanımlayıcı istatistik kullanılmıştır. Ortalama \pm standart sapmaya ($X \pm SS$) ilişkin değerler tablolarda verilmiştir.

Çalışmaya alınması gereken minimum birey sayısının belirlenmesi amacıyla, GPower 3.1 programından yararlanılarak güç analizi yapılmıştır. Güç analizi için Ingersoll ve arkadaşlarının yaptıkları çalışma benzer çalışma olarak alınmış (76) ve eklem hareket hissi, parametresi referans parametre olarak seçilmiştir. Güç analizi sonucunda $\alpha:0.05$ $\beta:0.20$ ve %93 güç ile her bir grup için birey sayısı 20 kişi ($n=20$) olarak belirlenmiştir. Güç analizi ile elde edilen minimum sayının üstüne çıkmak istediğimiz için çalışmamızdaki her bir uygulama grubuna 25 birey alınmış ve çalışmaya toplam 125 sağlıklı birey dahil edilmiştir.

Çalışmanın veri analizinden önce grupların demografik değişkenlerine (yaş, boy, kilo) ilişkin dağılımlar incelenmiş, dağılımların normalliği “Shapiro Wilk” testi ile test edilmiştir. Normal dağılım gösteren bağımlı değişkenlerin (tekrarlı ölçümler) analizi için “Paired-Samples T Test” normal dağılım göstermeyen bağımlı değişkenlerin analizi için ise “Wilcoxon Signed Ranks Test” kullanılmıştır. Gruplar

arası verilerin karşılaştırmasında ise uygulama sonrası değerlendirme verileri ile uygulama öncesi değerlendirme verilerinin farkları Kruskal Wallis Testi ile analiz edilmiştir. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde anlamlılık düzeyi $p=0,05$ olarak alınmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmamızda 63 kadın, 62 erkek olmak üzere 125 gönüllü değerlendirilmiştir. Gönüllülerin yaş aralığı 20 – 23 olarak bulunmuştur. Çalışmamızda değerlendirilen sıcak, soğuk, basınç, ağrı ve vibrasyon gruplarına ait cinsiyet dağılımı, yaş boy ve kütle ortalamaları Tablo 4.1.'deki gibidir.

Tablo 4.1. Gönüllülerin bazı demografik özelliklerinin dağılımı

N=125	Sıcak Grubu n=25	Soğuk Grubu n=25	Basınç Grubu n=25	Ağrı Grubu n=25	Vibrasyon Grubu n=25
Cinsiyet, n(%)*					
Kadın	13(%52)	12(%48)	13(%52)	13(%52)	12(%48)
Erkek	12(%48)	13(%52)	12(%48)	12(%48)	13(%52)
Yaş (yıl)					
$\bar{X} \pm SS$	20,6 \pm 0,9	20,0 \pm 0,7	20,4 \pm 0,7	20,5 \pm 0,9	20,4 \pm 0,8
Ortanca	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
(min-maks)	(20,0-23,0)	(20,0-23,0)	(20,0-23,0)	(20,0-23,0)	(20,0-23,0)
Boy (cm)					
$\bar{X} \pm SS$	171,3 \pm 5,2	172,3 \pm 5,14	171,9 \pm 4,6	171,6 \pm 4,7	172,1 \pm 5,2
Ortanca	170,0	175,0	172,0	170,0	171,0
(min-maks)	(162,0-180,0)	(165,0- 180,0)	(165,0-180,0)	(165,0- 180,0)	(165,0-180,0)
Vücut ağırlığı (kg)					
$\bar{X} \pm SS$	69,9 \pm 9,7	70,4 \pm 9,2	71,1 \pm 9,2	71,2 \pm 9,44	70,2 \pm 8,4
Ortanca	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0
(min-maks)	(50,0-90,0)	(55,0-90,0)	(60,0-92,0)	(55,0-90,0)	(60,0-90,0)

Tablo 4.2. Tüm gruplar için Semmes Weinstein Monofilaman Testi'nin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değerleri

N=125		Sıcak Grubu n=25	Soğuk Grubu n=25	Basınç Grubu n=25	Ağrı Grubu n=25	Vibrasyon Grubu n=25
SWT 1. Nokta (g/mm ²)	Öncesi $\bar{X}\pm SS$	3,46±0,29	3,53±0,31	3,56±0,30	3,53±0,25	3,52±0,27
	Sonrası $\bar{X}\pm SS$	3,31±0,23	3,68±0,31	3,41±0,28	3,55±0,27	3,53±0,23
	p	0,20	0,01	0,02	0,82	0,77
SWT 2. nokta (g/mm ²)	Öncesi $\bar{X}\pm SS$	3,49±0,22	3,54±0,22	3,51±0,26	3,59±0,25	3,49±0,23
	Sonrası $\bar{X}\pm SS$	3,31±0,20	3,73±0,40	3,31±0,28	3,53±0,25	3,59±0,24
	p	0,00	0,02	0,01	0,43	0,20
SWT 3. nokta (g/mm ²)	Öncesi $\bar{X}\pm SS$	3,57±0,22	3,49±0,22	3,49±0,26	3,54±0,26	3,54±0,26
	Sonrası $\bar{X}\pm SS$	3,39±0,19	3,83±0,23	3,33±0,30	3,58±0,25	3,58±0,25
	p	0,01	0,01	0,01	0,53	0,52

Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi (Wilcoxon Signed Ranks Test), p<0,05
(SWT: Semmes Weinstein Test)

Çalışmamız sonucunda sıcak grubu ve soğuk grubu için her 3 noktada, basınç grubu için ise birinci ve üçüncü noktalarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0.05). Sıcak grubunda uygulama sonrası değerlerin uygulama öncesi değerlerden daha düşük olduğu, soğuk grubunda uygulama sonrası değerlerin uygulama öncesi değerlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Basınç grubunda ise birinci ve üçüncü noktalarda uygulama sonrası değerlerin uygulama öncesi değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Ağrı ve vibrasyon gruplarının uygulama öncesi ve sonrası değerleri arasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 4.3. Tüm gruplar için Yıldız Denge Testi'nin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değerleri

N=125		Sıcak Grubu n=25	Soğuk Grubu n=25	Basınç Grubu n=25	Ağrı Grubu n=25	Vibrasyon Grubu n=25
Anterior (cm)	Öncesi $\bar{X} \pm SS$	79,3 ± 2,5	79,4 ± 4,2	79,2 ± 5,7	80,5 ± 3,2	79,1 ± 3,5
	Sonrası $\bar{X} \pm SS$	81,0 ± 3,6	78,2 ± 4,3	81,2 ± 4,2	80,4 ± 3,7	77,3 ± 4,4
	p	0,01	0,00	0,03	0,85	0,14
Anterolateral (cm)	Öncesi $\bar{X} \pm SS$	81,2 ± 4,2	77,8 ± 7,1	75,0 ± 7,5	83,6 ± 3,6	77,1 ± 7,1
	Sonrası $\bar{X} \pm SS$	82,5 ± 4,1	77,6 ± 6,5	77,7 ± 5,8	83,7 ± 4,5	78,6 ± 6,5
	p	0,03	0,25	0,01	0,93	0,29
Anteromedial (cm)	Öncesi $\bar{X} \pm SS$	78,9 ± 4,0	80,6 ± 3,9	79,8 ± 4,7	79,4 ± 4,5	79,2 ± 4,8
	Sonrası $\bar{X} \pm SS$	81,0 ± 4,1	79,3 ± 4,5	82,0 ± 3,4	80,2 ± 5,5	78,7 ± 4,6
	p	0,01	0,00	0,02	0,25	0,92
Posterior (cm)	Öncesi $\bar{X} \pm SS$	79,9 ± 5,1	80,5 ± 6,3	82,6 ± 4,8	81,6 ± 5,8	80,2 ± 7,0
	Sonrası $\bar{X} \pm SS$	81,4 ± 6,1	79,2 ± 6,1	85,2 ± 7,3	81,4 ± 7,1	79,2 ± 6,5
	p	0,02	0,04	0,03	0,68	0,28
Posterolateral (cm)	Öncesi $\bar{X} \pm SS$	77,4 ± 5,0	77,5 ± 4,1	77,4 ± 4,4	79,3 ± 6,8	78,3 ± 6,6
	Sonrası $\bar{X} \pm SS$	79,4 ± 5,6	75,9 ± 4,4	79,1 ± 4,4	79,3 ± 7,6	77,3 ± 5,5
	p	0,03	0,00	0,02	0,90	0,36
Posteromedial (cm)	Öncesi $\bar{X} \pm SS$	77,6 ± 6,4	77,3 ± 6,3	82,0 ± 5,7	78,8 ± 7,6	77,9 ± 6,2
	Sonrası $\bar{X} \pm SS$	80,7 ± 6,9	75,8 ± 7,2	84,1 ± 6,7	78,9 ± 7,1	76,6 ± 6,9
	p	0,00	0,00	0,03	0,89	0,45
Lateral (cm)	Öncesi $\bar{X} \pm SS$	64,6 ± 7,6	61,1 ± 8,3	59,8 ± 10,4	64,8 ± 7,5	58,7 ± 8,1
	Sonrası $\bar{X} \pm SS$	66,7 ± 7,9	59,8 ± 8,4	63,5 ± 9,1	65,4 ± 8,8	58,5 ± 8,4
	p	0,02	0,00	0,01	0,35	0,89
Medial (cm)	Öncesi $\bar{X} \pm SS$	76,4 ± 5,4	76,3 ± 5,1	80,8 ± 5,3	77,6 ± 6,0	76,5 ± 5,7
	Sonrası $\bar{X} \pm SS$	79,2 ± 5,8	74,7 ± 5,6	84,0 ± 4,2	77,8 ± 6,9	77,7 ± 5,6
	p	0,00	0,00	0,01	0,71	0,45

İki Eş Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi (Paired-Samples T Test), p<0,05

Sıcak ve basınç grupları için Yıldız Denge Testi'nin tüm yönlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Soğuk grubu için ise anterolateral yön dışında tüm yönler için istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Sıcak grubunda uygulama sonrası değerlerin uygulama öncesi değerlerden daha yüksek olduğu, soğuk grubunda uygulama sonrası değerlerin uygulama öncesi değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Basınç grubunda ise anterior, anteromedial, posterolateral yönlerinde uygulama sonrası değerlerin uygulama öncesi değerlerden daha düşük olduğu, diğer tüm yönlerde ise daha yüksek olduğu görülmüştür. Ağrı ve vibrasyon gruplarının uygulama öncesi ve sonrası değerleri arasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.4. Tüm grupların diz eklem pozisyon hissinde uygulama öncesi ve sonrası olan eklem sapma açılarının karşılaştırılması

Eklem Açısında Sapma (derece)	Sıcak Grubu n=25	Soğuk Grubu n=25	Basınç Grubu n=25	Ağrı Grubu n=25	Vibrasyon Grubu n=25
Uygulama öncesi (derece)					
$\bar{X}\pm SS$	2,85±1,40	3,32±1,67	3,50±1,61	3,12±1,84	3,41±2,06
Uygulama sonrası (derece)					
$\bar{X}\pm SS$	1,91±0,73	4,91±1,56	2,83±1,74	3,17±1,54	3,14±1,60
p	0,00	0,00	0,03	0,89	0,63
İki Eş Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi (Paired-Samples T Test), $p<0,05$					

Sıcak, soğuk ve basınç gruplarında pozisyon hissi değerlendirme sonuçları istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Sıcak ve basınç gruplarında uygulama sonrası değerlerin uygulama öncesi değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Soğuk grubunda ise uygulama sonrası değerlerin uygulama öncesi değerlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Ağrı ve vibrasyon gruplarının uygulama öncesi ve sonrası değerleri arasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.5. Tüm gruplar için Semmes Weinstein Test, Yıldız Denge Testi ve eklem pozisyon hissi ölçülerinin uygulama öncesi ve sonrası farklarının karşılaştırılması

N=125		Sıcak	Soğuk	Basınç	Ağrı	Vibrasyon
		Grubu	Grubu	Grubu	Grubu	Grubu
		n=25	n=25	n=25	n=25	n=25
SWT* (g/mm ²)	1. nokta	0,03	0,00	0,00	0,82	0,77
	2. nokta	0,00	0,00	0,05	0,43	0,20
	3. nokta	0,02	0,00	0,01	0,53	0,52
YDT** (cm)	Anterior	0,00	0,00	0,00	0,85	0,14
	Antrolateral	0,01	0,08	0,00	0,93	0,29
	Anteromedial	0,00	0,01	0,00	0,25	0,92
	Posterior	0,00	0,02	0,00	0,68	0,28
	Posterolateral	0,00	0,00	0,00	0,90	0,36
	Posteromedial	0,00	0,02	0,00	0,89	0,45
	Medial	0,00	0,01	0,00	0,35	0,89
EPHD** (derece)		0,00	0,00	0,03	0,89	0,63

*Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi (Wilcoxon Signed Ranks Test), p<0,05

** İki Eş Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi (Paired-Samples T Test), p<0,05

SWT: Semmes Weinstein Test

YDT: Yıldız Denge Testi

EPHD: Eklem Pozisyon Hissi Değerlendirmesi

Tablo 4.6. Semmes Weinstein Testi ile ölçülen hafif dokunma hissinin uygulama öncesi ve sonrası verilerinin uygulama grupları arasındaki farklarının karşılaştırılması

Değerlendirme	Grup	Ortanca (min-maks)	t	p
SWT 1. nokta	Sıcak	0 (-0,7 - 0,3) a	20,807	0,00*
	Soğuk	0,2 (-1,47 - 0,6) ab		
	Basınç	-0,2 (-0,6 - 1,01) b		
	Ağrı	0 (-0,6 - 0,6) c		
	Vibrasyon	0 (-0,6 - 0,6) d		
SWT 2. nokta	Sıcak	-0,4 (-0,4 - 0,4) a	20,952	0,00*
	Soğuk	0,2 (-0,4 - 0,7) ab		
	Basınç	-0,2 (-0,8 - 0,4) bd		
	Ağrı	0 (-0,6 - 0,6) c		
	Vibrasyon	0 (-0,6 - 0,6) d		
SWT 3. nokta	Sıcak	-0,2 (-0,6 - 0,4) a	21,746	0,00*
	Soğuk	0,2 (-0,6 - 0,7) ab		
	Basınç	-0,2 (-0,4 - 0,4) b		
	Ağrı	0 (-0,6 - 0,6) c		
	Vibrasyon	0 (-0,6 - 0,6) d		

Kruskal Wallis Test, $p < 0,05$

a, b, c, d: Aynı harfe sahip gruplar arasında fark vardır.

SWT: Semmes Weinstein Test

Uygulama gruplarına göre Semmes Weinstein Testi'nin uygulama öncesi ve sonrası verileri arasındaki farklar (uygulama sonrası – uygulama öncesi) 3 nokta için de farklılık göstermektedir ($p=0,00$). Soğuk uygulama grubunda ortanca değerler 0,2, 0,2, 0,2 iken sıcak uygulama grubunda 0, -0,4, -0,2 basınç uygulama grubunda -0,2, -0,2, -0,2 olarak elde edilmiştir. Soğuk uygulama grubunun değerleri diğer gruplardan daha yüksek, sıcak ve basınç grubunun değerleri ise diğer gruplardan daha düşüktür.

Tablo 4.7. Gruplara göre Yıldız Denge Testi'nin uygulama öncesi ve sonrası verileri arasındaki farkın (uygulama sonrası – uygulama öncesi) karşılaştırılması

Değerlendirme	Grup	Ortanca (min-maks)	t	p
Anterior	Sıcak	2 (-6 - 7) a	19,732	0,00
	Soğuk	-1 (-4 - 1) ab		
	Basınç	2 (-9 - 9) bd		
	Ağrı	0 (-5 - 5) c		
	Vibrasyon	-1 (-13 - 8) d		
Anterolateral	Sıcak	2 (-6 - 7) a	13,002	0,01
	Soğuk	-1 (-3 - 6) b		
	Basınç	4 (-10 - 9) b		
	Ağrı	0 (-5 - 5) c		
	Vibrasyon	2 (-20 - 15) d		
Anteromedial	Sıcak	3 (-5 - 10) a	12,044	0,01
	Soğuk	-1 (-5 - 4) ab		
	Basınç	2 (-6 - 9) b		
	Ağrı	1 (-5 - 5) c		
	Vibrasyon	1 (-16 - 11) d		
Posterior	Sıcak	2 (-7 - 7) a	21,533	0,00
	Soğuk	-2 (-5 - 10) ab		
	Basınç	4 (-20 - 8) bcd		
	Ağrı	-1 (-5 - 6) c		
	Vibrasyon	-2 (-27 - 26) d		
Posterolateral	Sıcak	3 (-10 - 9) a	16,736	0,00
	Soğuk	-2 (-5 - 4) ab		
	Basınç	2 (-9 - 6) b		
	Ağrı	0 (-5 - 5) c		
	Vibrasyon	-3 (-14 - 19) d		
Posteromedial	Sıcak	4 (-7 - 9) a	19,834	0,00
	Soğuk	-2 (-5 - 4) ab		
	Basınç	3 (-15 - 8) b		
	Ağrı	0 (-5 - 5) c		
	Vibrasyon	0 (-20 - 17) d		
Lateral	Sıcak	2 (-6 - 10) a	22,852	0,00
	Soğuk	-2 (-10 - 3) ab		
	Basınç	6 (-18 - 11) b		
	Ağrı	1 (-5 - 5) c		
	Vibrasyon	0 (-21 - 16) d		
Medial	Sıcak	3 (-4 - 10) a	18,812	0,00
	Soğuk	-2 (-5 - 4) ab		
	Basınç	6 (-9 - 9) b		
	Ağrı	0 (-5 - 5) c		
	Vibrasyon	1 (-14 - 18) d		

Kruskal Wallis Test, $p < 0,05$

a, b, c, d: Aynı harfe sahip gruplar arasında fark vardır.

Uygulama gruplarına göre Yıldız Denge Testi'nin uygulama öncesi ve sonrası verileri arasındaki farklar (uygulama sonrası – uygulama öncesi) testin tüm yönleri için farklılık göstermektedir ($p<0,05$). Sıcak ve basınç uygulama gruplarının ortanca değerleri tüm yönler için diğer gruplardan yüksek, soğuk uygulama grubunun ortanca değeri ise diğer tüm gruplardan daha düşüktür.

Tablo 4.8. Grupların uygulama öncesi ve sonrası eklem pozisyon hissi değerlerinin birbirleri ile karşılaştırılması

Değerlendirme	Grup	Ortanca (min-mak)	t	p
Eklem Pozisyon Hissi	Sıcak	-1,2 (-3,3 - 2) a	28,341	0,00
	Soğuk	1,7 (-2,5 - 3,4) abd		
	Basınç	-0,6 (-3,2 - 3,8) b		
	Ağrı	0,6 (-4,1 - 4) c		
	Vibrasyon	0,2 (-4,2 - 6,2) d		

Kruskal Wallis Test, $p<0,05$
a, b, c, d: Aynı harfe sahip gruplar arasında fark vardır.

Uygulama gruplarına göre eklem pozisyon hissi değerlendirmesinin uygulama öncesi ve sonrası verileri arasındaki farklar (uygulama sonrası – uygulama öncesi) farklılık göstermektedir ($p=0,00$). Sıcak uygulama grubunun ortanca değeri diğer tüm gruplardan düşük, soğuk uygulama grubunun ortanca değeri ise diğer tüm gruplardan daha yüksektir.

5. TARTIŞMA

Sağlıklı bireylerde farklı duyu uyarılarının eklem pozisyon hissi, denge ve hafif dokunma duyusu üzerine olan erken etkilerini incelemek ve birbirleri ile karşılaştırmak amacı ile yaptığımız bu çalışmanın sonucunda, soğuk uygulama ile dengenin bozulduğu, eklem pozisyon hissi ve hafif dokunma duyusunun azaldığı; buna karşılık, sıcak ve basınç uygulaması ile dengenin düzeldiği, eklem pozisyon hissi ve hafif dokunma duyusunun arttığı görülmüştür. Vibrasyon ve ağrı uygulamasının ise bu parametreler üzerinde anlamlı bir farklılık yaratmadığı bulunmuştur. Uygulama grupları birbirleri ile karşılaştırıldığında her parametre için gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu ve soğuk, sıcak ve basınç uygulamalarının, bu farklılığı yaratan uygulamalar olduğu sonucuna varılmıştır.

Günümüzde propriyosepsiyonun eklem pozisyon hissi eklem, hareket hissi, hareket yönü hissi, kuvvet duyusu, uzaysal oryantasyon, kompresyon hissi, vibrasyon hissi gibi birçok farklı parametreden oluştuğu bilinmektedir. Bu doğrultuda propriyosepsiyon birçok farklı duysal reseptörden beslenmektedir. Dolayısıyla bu duyular üzerine etki edecek girişimler propriyosepsiyonda da değişikliğe sebep olabilmektedir.

Literatürde doğrudan ya da dolaylı olarak farklı duysal uyarıların propriyosepsiyon, eklem pozisyon hissi ve denge üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (3, 70-73, 77). Fakat bu çalışmalar çoğu zaman özel olarak propriyosepsiyonu incelemediklerinden propriyosepsiyon değerlendirmesi açısından da eksik kalabilmektedirler. Bununla birlikte literatürde, tüm sensorimotor mekanizmamızın temel taşlarından biri olan propriyosepsiyonun önemini vurgulayan birçok makale bulunmaktadır (71, 72, 76, 78-80).

Çalışmamız, farklı duysal uyarıların hem propriyosepsiyon üzerine olan etkileri incelemek, hem de bu etkileri birbirleri ile karşılaştırmak amacıyla yapılmış ve bu amaçla 5 farklı duyuya yönelik uygulamalar sağlıklı bireylerden oluşan 5 farklı gruba uygulanarak bu uygulamaların propriyosepsiyon üzerine olan etkileri incelenmiştir. Propriyosepsiyon farklı parametreler üzerinden ele alınıp, eklem pozisyon hissi dışında bu duyuya etki edebilecek denge ve hafif dokunma hissi gibi diğer duyular da değerlendirilmiştir.

Çalışmamıza dahil olan 125 sağlıklı bireyin tamamının genç erişkin bireylerden olması ve propriyosepsiyonu olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilecek herhangi bir meslek veya uğraşıya sahip olmaması, değerlendirmelerin güvenilirliğine ve tutarlığına katkı sağlamıştır.

Literatürde farklı propriyosepsiyon değerlendirme teknikleri bulunmaktadır. Fakat bu tekniklerin neredeyse hiçbiri propriyosepsiyonu bütünsel olarak ele almamaktadır. Literatürün çoğunda olduğu gibi sadece eklem pozisyon hissine ya da sadece denge testlerine odaklanmış bir propriyosepsiyon değerlendirmesinin eksik olacağı düşünülerek, çalışmamızda yapılan değerlendirmelere propriyosepsiyonu besleyen dokunma duyusu için Semmes Weinstein Monofilaman Testi de eklenmiştir. Literatürde propriyosepsiyon ile ilgili çalışmaların hiçbirinde bizim çalışmamızdaki gibi dokunma duyusu değerlendirilmediği için, ölçüm sonuçlarımızı literatür sonuçları ile karşılaştırmak mümkün olmamıştır.

5.1. Sıcak – Soğuk

Soğuk yastık yolu ile soğuk uygulama 8 dakika uygulama sonrasında ciltte ve 1 cm derinlikteki dokuda önemli ısı düşüşüne sebep olabilmektedir. Bu ısı düşüşü soğuk uygulama 20 dakika kadar sürdürüldüğünde dahi 2 cm, 3 cm derinlikteki dokuya penetre edememektedir. Ancak Enwemeka ve ark. tarafından yapılan çalışmada gösterilmiştir ki, soğuk uygulamanın sonlandırılmasından itibaren yüzeysel dokuda ısı artışıyla birlikte 2 ve 3 cm derinlikteki dokuda ısı düşüşü gerçekleşmektedir. Uygulama sonrasında gerçekleşen bu etkinin sebebinin hemodinamik etki olduğu düşünülmektedir. Hemodinamik etki sayesinde soğuk yastık uygulaması derin dokulara penetre olabilmektedir (69). Benzer modalitelerden olan soğuk sprey ile karşılaştırıldığında, soğuk yastıkların uzun süreli uygulama yapmaya imkan vermesi soğuk sprey uygulamasına göre bir avantaj kabul edilir. Ayrıca Shadgan ve ark. tarafından yapılan çalışmada (81) da gösterildiği gibi, sprey ile yapılan soğuk uygulamanın hemodinamik etki oluşturmaması ve soğuk yastıklar kadar derin dokulara etki etmemesi nedeniyle, soğuk uygulama grubumuz için seçilen soğuk yastık (coldpack) uygulaması, çalışmamız için bu anlamda daha uygun bir modalite olmuştur.

1992 yılında Ingersoll ve ark. tarafından yapılan araştırmada ayak ve ayak bileği bölgesine yapılan sıcak ve soğuk terapatik uygulamanın propriyosepsiyon üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırma dahilinde sağlıklı katılımcılar sıcak uygulama grubu, soğuk uygulama grubu ve kontrol grubu olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Uygulamalar sonrasında katılımcılara, iki nokta ayırımı testi (iki nokta diskriminasyon testi), topognosis değerlendirmesi ve tek ayak üzerinde denge testi yapılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda araştırmacılar, sıcak uygulamanın tüm değerlendirme parametrelerine pozitif yönde etki ettiğini, soğuk uygulamanın ise negatif yönde etki ettiğini tespit edip; bu sonuçları propriyosepsiyon ile ilişkilendirmişlerdir (76). Bizim çalışmamızın sonuçları da Ingersoll ve ark. tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile uyuşmaktadır. Ancak Ingersoll ve arkadaşlarının çalışmasında, bizim çalışmamızda kullandığımız ve propriyosepsiyonun en önemli parametrelerinden biri olan eklem pozisyon hissini değerlendirilmemiş olması; denge değerlendirmesinin de bizim çalışmamızda olduğu gibi dinamik olarak değil statik olarak yapılmış olması, propriyosepsiyonun tek boyutlu yorumlamasına neden olmuştur. Bu da bize göre, çok boyutlu olan propriyosepsiyonun tam olarak değerlendirilmesini; günlük yaşama ve klinik tedavi ortamına tam olarak aktarımını engellemiştir.

Benzer şekilde; 2016 yılında Racinais ve ark. tarafından 22 profesyonel dağ kayakçısı ve 14 kişilik sporcu olmayan kontrol grubu üzerinde yapılan bir araştırmada, her iki grup da önce nötral, daha sonra ise 8°C'lık soğuk bir ortama maruz bırakılıp; maruz bırakma öncesi ve sonrası grupların propriyosepsiyonları ve algıları değerlendirilmiştir. Diskriminasyon Aparatı (Active Movement Extent Discrimination Apparatus - AMEDA) ile ölçülen propriyosepsiyon değerlendirmesi sonucunda, grupların uygulama öncesi ve sonrası propriyoseptif duyularında herhangi bir değişiklik görülmemiştir (3). Bizim çalışmamızda ise, bu çalışmacılardan farklı olarak soğuk uygulanan grupta uygulama sonrası aktif eklem pozisyon hissinde anlamlı düzeyde azalma veya aktif pozisyon hissinde negatif yönde etkilenme olmuştur. Çalışmamızın sonuçları bu yönü ile, Racinais ve ark.nın sonuçlarından farklı, ancak literatürdeki genel görüş ve diğer çalışma sonuçları ile benzer bulunmuştur.

Costello ve ark. tarafından sağlıklı gönüllüler üzerinde yapılan çalışmada 14 katılımcıya su ile soğuk uygulama yapılmıştır. Uygulama için katılımcılar önce umblikus seviyelerine kadar soğuk su ile dolu olan havuza sokulmuş ve 30 dakika uygulamaya devam edilmiştir. Uygulama sonrası katılımcıların dizlerinin eklem pozisyon hisleri değerlendirilmiştir. Bir hafta sonra aynı grup yine umblikus seviyelerine kadar bu defa ılık su ile dolu olan havuza sokulmuş ve 30 dakika uygulama sonrası değerlendirmeler tekrarlanmıştır. Çalışmanın sonucunda gruplar arasında eklem pozisyon hissi yönünden herhangi bir farka rastlanmamıştır (82). Bizim çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak, soğuk uygulama genel klinik uygulama ile benzer şekilde soğuk yastıklar aracılığıyla lokal olarak yapılmıştır. Ayrıca Costello ve ark. tarafından yapılan çalışmada uygulama sonrası katılımcılara havuzdan çıktıklarında kurulanmaları ve üstlerini değiştirmeleri için değerlendirme öncesinde yaklaşık 5 dakikalık bir süre tanınmıştır. Bizim çalışmamızda ise uygulamadan hemen sonra en erken akut etkiyi incelenmek üzere değerlendirmelere başlanmış ve uygulama sonrası sönümlenmeye olanak verilmemiştir. Belki de bu nedenle ve diğer nedenlerle çalışmamızda Costello ve ark. tarafından yapılan çalışmadan farklı olarak soğuk uygulama sonrası eklem pozisyon hissi negatif olarak etkilenmiştir.

5.2. Basınç

Literatürde hem tansiyon aleti manşonu (sfigmomanometre manşonu) ile hem de bandajlama gibi yöntemlerle basınç uygulaması yapan çalışmalar bulunmaktadır (73, 83). Bu yollar ile uygulanan basıncın etkileri uygulama sırasında ya da uygulama sonrasında farklı popülasyonlarda değerlendirilmiştir. Örneğin; Batavia ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada bizim çalışmamızda da kullandığımız tansiyon aleti manşonu ile basınç uygulaması sırasında yaşlı ve genç katılımcılarda el bileği pozisyon hissi incelenmiştir. Çalışma sonucunda düşük duyuşal performansı olan katılımcıların performanslarının basınç ile arttığı, ancak yeterli duyuşal performansa sahip olanların basınç ile performanslarının pozitif ya da negatif yönde etkilenmediği görülmüştür (83). Yeterli duyuşal girdiye sahip bireyler basınç uygulamasından duyuşal bir yarar sağlayamamasına rağmen, düşük duyuşal girdiye sahip bireyler bu artırılmış duyuşal beslenmeden faydalanabilmektedirler. Çevresel basınç

uygulamasının, mekanoreseptörün performansını fasilite ettiği öne sürülmektedir; ancak bu konuda yeterli kanıt bulunmamaktadır (83-85).

Benzer şekilde; 2004 yılında You ve ark. tarafından 10 sağlıklı birey üzerinde yapılan bir çalışmada, bireylerin ayak bileği eklemlerine eklem tamamını çevreleyecek şekilde bizim kullandığımız gibi manşon ile basınç uygulanmıştır. Uygulama öncesinde ve sonrasında propriyosepsiyon 5 farklı açıdaki eklem pozisyon hissi ile değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonunda basınç uygulamasının, propriyosepsiyon üzerine pozitif yönde etkisi olduğu gösterilmiştir (73). Basınç uygulamasının eklem pozisyon hissi üzerine olan olumlu etkileri yönünden bizim çalışmamız, You ve ark. tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile uyum göstermektedir. Çalışmamızda You ve ark. tarafından yapılan çalışmaya ek olarak, basınç uygulaması sonrası eklem pozisyon hissini yanı sıra, denge ve dokunma duyusunun da pozitif olarak etkilendiği görülmüştür.

Barrett ve ark. tarafından 45 diz osteoartritli hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, diz eklemine bandaj uygulaması ile verilen basıncın, eklem pozisyon hissi üzerine olan etkisi ölçülmüştür. Osteoartritli hastalarda bandajlı test sonuçlarının, bandajsız test sonuçlara göre %40 daha iyi olduğu gösterilmiş ve sonuç olarak basınç uygulamasının, bizim sonuçlarımızda olduğu gibi eklem pozisyon hissini olumlu yönde etkilediği kararlaştırılmıştır.

Bu sonuçlara göre, klinikte propriyosepsiyon değerlendirilirken basıncın da değerlendirilmesi gerektiği; sağlıklı bireyler veya hastalarda eklem pozisyon hissi, denge ve dokunma duyusunu artırmak için belirli düzeyde basınç uygulamasının, fizyoterapide klinik yararının büyük olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar, fizyoterapistlerin sağlıklı veya hasta bireyler üzerinde propriyosepsiyonu değerlendirmede veya tedavi programını planlamada, basınç uygulamasının yararlı etkilerini göz önünde bulundurmaları gerektiğini ortaya koymaktadır.

5.3. Vibrasyon

Vibrasyon uygulaması sırasında iskelet kasları uzunluğunda küçük değişiklikler meydana gelmektedir. Vibrasyon, kas içciklerinin aktivasyonu, Ia afferentlerinin nöral aktivitesi ve kas liflerinin aktivasyonu yoluyla “tonik vibrasyon refleksi” adı verilen bir tepki ortaya çıkarmaktadır. Tonik vibrasyon refleksi, kas

iğciklerinin ve polisinaptik yolların aktivasyonu yoluyla motor ünite aktivasyonunda bir artışa neden olabilmektedir. Ayrıca vibrasyon uygulandığı sırada, uygulandığı bölgede propriyoseptif yanılıya da sebep olabilmektedir (86). Ancak klinikte her geçen gün kullanımı artan terapötik vibrasyon uygulamalarının uygulama sonrası etkileri ile ilgili literatürde yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmamızda vibrasyon uygulamasının uygulama sırasında değil, sonrasında devam eden erken etkileri incelenmiştir.

Örneğin, Ceyte ve ark. tarafından 2006 yılında 13 gönüllü sağlıklı birey üzerinde yapılan bir araştırmada boyun kaslarına uygulanan vibrasyonun, baş ve gövde için orta hat pozisyon algısı üzerine etkisi incelenmiştir. Boyun kaslarına uygulanan vibrasyonun, uygulama sırasında vücut orta hattı ile ilgili duyuda değişikliğe sebep olduğu görülmüştür (71). Ancak bizim çalışmamızda Ceyte ve ark. tarafından yapılan çalışmadan farklı olarak vibrasyon uygulaması sonrası propriyosepsiyonun alt komponentlerinden bazıları değerlendirilmiştir ve uygulama öncesi ile sonrası ölçümler arasında herhangi fark bulunmamıştır.

Çalışmamıza benzer şekilde vibrasyonun uygulama sırasındaki değil uygulama sonrasındaki etkisinin incelendiği, 2008 yılında Trans ve ark. tarafından 52 diz osteoartritli kadın üzerinde yapılan bir çalışmada, hastalar 3 gruba ayrılmıştır. Birinci gruba 8 hafta boyunca sabit bir platformda tüm vücuda vibrasyon uygulanmış; ikinci gruba 8 hafta boyunca hareketli egzersiz platformunda denge egzersizi ile birlikte tüm vücuda vibrasyon uygulanmış ve son grup ise kontrol grubu olarak kabul edilmiştir. Çalışmanın sonunda, sabit platform üzerinde sadece vibrasyon uygulanan grupta herhangi bir değişiklik olmadığı; ancak hareketli egzersiz platformunda denge egzersizi ile birlikte tüm vücuda vibrasyon uygulanan grubun propriyoseptif duyusunda anlamlı değişiklikler olduğu görülmüştür (72). Trans ve ark. tarafından yapılan bu çalışmanın sonucu, denge egzersizi ile birlikte uygulanan vibrasyonun, propriyosepsiyon üzerine olumlu yönde etki ettiğini; fakat yalnızca vibrasyon uygulamasının propriyoseptif duyuya herhangi bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Bizim çalışmamızda onların çalışmasından farklı olarak vibrasyon uygulaması sabit platformda uzun oturuş pozisyonunda uygulanmış; herhangi bir egzersiz ile kombine edilmemiştir. Çalışmamızın sonucunda da, onların sadece vibrasyon uygulanan grubunda olduğu gibi, propriyosepsiyonda herhangi bir

değişiklik olmamıştır. Onlardan farklı olarak eklem pozisyon hissi dışında hafif dokunma duyusu ve dengenin de değerlendirildiği çalışmamızda propriyosepsiyonun hiçbir alt parametresinde herhangi bir değişikliğin olmaması da, sonuçlarımızı doğruluğunu pekiştirmekte ve propriyosepsiyonun alt parametrelerinin birbiri ile tutarlı parametreler olduğunu ortaya koymaktadır. Vibrasyon uygulaması yönünden bizim çalışmamızın sonuçları, bu çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

2007 yılında Weerakkody ve ark. tarafından 12 sağlıklı kişi üzerinde yapılan çalışmada, ele uygulanan yüksek ve düşük frekanslı kutanöz titreşimin propriyosepsiyon üzerine olan etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda yüksek frekanslı vibrasyon uygulaması sırasında propriyoseptif duyuda azalma görülmüş; ancak düşük frekanslı vibrasyon uygulamasında ise bizim sonuçlarımıza benzer şekilde propriyoseptif duyuda herhangi bir değişiklik görülmemiştir (87). Bizim çalışmamızda bu çalışmacılardan farklı olarak sadece düşük frekanslı vibrasyon kullanılmış ve ölçümler vibrasyon uygulaması sırasında değil; uygulama sonrasında erken etkiyi incelemek üzere yapılmıştır. Sonucunda da düşük frekanslı vibrasyon uygulaması sonrası propriyosepsiyonun hiçbir alt parametresinde bir değişikliğe raslanmamıştır. Bütün bu çalışmalar göstermektedir ki, vibrasyon uygulaması sırasında belki bir propriyoseptif hata oluşmakta; ancak uygulamadan sonra propriyosepsiyon üzerinde devam eden olumlu veya olumsuz herhangi bir etki görülmemektedir.

Uyguladığımız düşük frekanslı vibrasyon sonrasında gönüllülerimizin denge, pozisyon hissi ve dokunma duyularında önemli bir değişiklik görülmemiştir. Bu durum, sanıldığı aksine, vibrasyonun propriyoseptif duyunun eklem pozisyon hissi, denge ve dokunma duyusu gibi alt parametreleri üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı; belki Weerakkody ve ark.nın gösterdiği gibi (87) sadece yüksek frekanslı vibrasyon uygulaması sırasında ve uygulama sonrası sönümlenen negatif yönde bir etki ortaya çıkarabileceği sonucunu vermektedir. Literatürde vibrasyon uygulaması sırasında reseptörlerin bir kısmı üzerinde majör etkiler göstererek hareket illüzyonuna kadar giden sonuçlara sebep olabileceği bildirilmiş olsa da, çalışmamızda vibrasyonun uygulama sonrası reseptörler üzerinde süregelen bir etkisi olmadığı kararına varılmıştır.

5.4. Ağrı

Literatürde birçok farklı patolojinin, propriyosepsiyonun farklı komponentleri üzerine negatif etkilerini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (78, 79, 88). Ancak bu çalışmalarda propriyosepsiyonu negatif etkileyen faktörün patolojiye eşlik eden ağrı mı yoksa doğrudan patolojinin kendisi mi olduğu çoğu zaman incelenmemiştir. Ağrıyı inceleyen çalışmalar ise hasta kişiler üzerinde yapılmış ve bu çalışmalarda var olan ağrı kesilerek propriyosepsiyon duyusu incelenmiştir (88). Bizim çalışmamızda ise literatürden farklı olarak sağlıklı bireylere bir süre ağrı uygulanarak bu ağrının propriyosepsiyonun bazı komponentleri üzerine erken etkisi incelenmiştir. Değerlendirdiğimiz kişilerde propriyosepsiyonu etkileyebilecek bozuklukların bulunmuyor olması ağrının etkinliğini farklı açıdan ele almamıza neden olmuştur.

Örneğin; Bennell ve ark. tarafından 2003 yılında 220 diz osteoartritli hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, ağrının diz eklemi propriyosepsiyonu üzerine olan etkisi incelenmiştir. Farklı açılarda yapılan pozisyon hissi değerlendirmeleri ve ağrıya yönelik olarak yapılan Western Ontario ve McMaster Üniversiteleri Osteoartrit İndeksi (WOMAC) ve Vizüel Analog Skala (VAS) değerlendirmeleri sonucunda, bizim çalışmamıza benzer şekilde ağrı ve propriyosepsiyon arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır (79).

2002 yılında Hassan ve ark. tarafından 68 ağrılı diz osteoartriti hastası üzerinde yapılan bir çalışmada hastalara farklı zamanlarda diz içi lokal anestezi ve plasebo enjeksiyon yapılmıştır. Yapılan her iki enjeksiyon sonrası hastalar ağrılarında azalma olduğunu bildirdikleri halde; hiçbir enjeksiyon sonrasında bizim çalışmamızın sonuçlarıyla da benzer şekilde propriyoseptif duyuda değişiklik görülmemiştir (88). Bu da, ağrının tek başına propriyosepsiyonu etkilemediğini; ancak ağrıya eşlik eden bazı durumlarda veya bazı patolojilerde bu durumun değişebileceğini ortaya koymaktadır. Bizim çalışmamızda Hassan ve ark. tarafından yapılan çalışmadan farklı olarak hasta kişilerde ağrıyı kesmek yerine, sağlıklı kişilere ağrı verilmiştir.

Barrett ve ark. tarafından 85 sağlıklı birey ve 45 diz osteoartritli hastanın eklem pozisyon hissini karşılaştırdıkları bir çalışmada, diz ağrılı osteoartritli hastaların eklem pozisyon hissini sağlıklı bireylere göre daha kötü olduğu görülmüştür (78).

Bu çalışmalar göstermektedir ki beklenin aksine, ağrının tek başına propriyosepsiyon üzerine herhangi bir etkisi bulunmamaktadır. Çalışmamızda ağrı ile propriyosepsiyon arasındaki ilişki, literatürdeki örneklerden farklı olarak sağlıklı bireylere ağrı vererek değerlendirilmiştir: Buna karşılık diğer çalışmalarda ağrı ile propriyosepsiyon arasındaki ilişkiye sağlıklı bireyler üzerinde değil, hastalar üzerinde bakılmış; hastalarda başlangıçta olan ağrı, herhangi bir analjezik modalite veya tedavi yöntemi ile azaltıldıktan sonra propriyosepsiyon ile ağrı arasındaki ilişki değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda literatür ile uyumlu olarak ağrının tek başına propriyosepsiyon üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Ancak, Erdem ve Can'ın (89), Hassan ve ark.nın (88) ve Barrett ve ark.nın (78) çalışmalarında gösterildiği gibi propriyosepsiyonun özellikle osteoartrit gibi dejeneratif eklem hastalıklarında negatif yönde etkilendiği; ancak tek başına ağrının özellikle sağlıklı bireyler üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar ayrıca, özellikle sağlıklı bireyler üzerinde yapılan uygulamalarda veya klinik uygulamalar sırasında fizyoterapistler tarafından hastalara verilen salt ağrılı uyaranların propriyosepsiyonu bozmadığı; ancak literatürde gösterildiği gibi ağrının ancak dejenerasyona bağlı durumlarda propriyosepsiyonu olumsuz yönde etkilediğini göstermesi açısından önemlidir. Bu nedenle, tek başına ağrının herhangi bir etkisinin olmadığı; ancak eklemlerdeki dejeneratif durumlarda veya eklem dejenerasyona bağlı ağrılı durumlarda propriyosepsiyonun negatif yönde etkilenebileceği yorumuna varılabilir.

Çalışmamızdaki uygulamaların etkileri, tüm gruplar arasında da karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda tüm parametreler yönünden sıcak ile soğuk uygulamalar arasında ve soğuk ile basınç uygulamaları arasında anlamlı farklar bulunmuştur. Daha önce bu alanda yapılan çalışmalarda genellikle tek bir uygulamanın etkisini değerlendirmiştir. Farklı uygulamaların etkilerini inceleyen ve bunları birbirleri ile karşılaştıran az sayıda çalışma bulunmaktadır. Örneğin; Ingersoll ve ark. tarafından yapılan çalışmada ayak bileği bölgesinde sıcak ve soğuk uygulamanın sensoriyal etkileri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda sıcak uygulamanın pozitif, soğuk uygulamanın ise negatif etki ettiği tespit edilmiş olsa da gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (76). Bizim çalışmamızda ise onların çalışmasından farklı olarak sıcak uygulama ve soğuk uygulama grupları arasında tüm

parametreler yönünden anlamlı farklar tespit edilmiştir. Çalışmamızda grup içi analizde görülen farkların, gruplar arası analizde de benzer nitelikte olması, çalışmamızın sonuçlarının kontrolünü sağlamış ve doğruluğunu güçlendirmiştir. Benzer şekilde gruplar arası karşılaştırma yapan bir diğer çalışma da Erdem ve Can tarafından sağlıklı bireyler üzerinde el bileği eklemi propriyosepsiyonu üzerine yapılan çalışmadır. Vibrasyon uygulaması, geleneksel egzersiz ve propriyoseptif egzersizin propriyosepsiyon üzerine olan etkilerinin incelendiği çalışmada propriyoseptif egzersiz grubu ile diğer gruplar arasında fark bulunmuştur (89).

Ancak bulgularımız doğrultusunda şu söylenebilir ki, terapatik sıcak ve basınç uygulamaları reseptör uyarımı üzerinde süregelen arttırıcı bir etki bırakmakta, soğuk uygulama ise sıcak ve basıncın tam tersine reseptör uyarımını azaltmaktadır. Ancak çalışmamız dahilinde uyguladığımız kısa süreli ağırlı uyaran sonrasında devam eden herhangi bir etki gözlemlenmemiştir. Bu sonuçlara göre patolojik olmayan akut ağırlı uyarının tek başına propriyoseptif duyu üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı; ancak ağrıya eşlik eden dejeneratif bozukluklar, yaralanmalar gibi faktörlerin eklemler ve eklem çevresindeki yapılarda yer alan reseptör yapısına da zarar vermesinden kaynaklı propriyoseptif duyuyu etkileyebileceği düşünülmüştür.

Sonuç olarak çalışmamızda sağlıklı bireylere verilen sıcak uygulama ve basıncın propriyosepsiyonun alt parametreleri olan eklem pozisyon hissi, dinamik denge ve hafif dokunma duyusu üzerine pozitif yönde; soğuk uygulamanın ise negatif yönde etki ettiği gösterilmiştir. Buna karşılık düşük frekanslı vibrasyon ve ağrı uygulamalarının ise hiçbir parametrede değişiklik yapmadığı görülmüştür. Bu nedenle klinik uygulamada eklem pozisyon hissi, hafif dokunma ve dengeyi geliştirmek için sıcak ve basıncın yararlı etkilere sahip olduğu, ancak soğuk uygulamanın bu parametreler üzerinde negatif etkilere yol açtığı göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca soğuk uygulamadan hemen sonra dengenin ve eklem pozisyon hissini bozulacağı düşünülerek fizyoterapistlerin klinikte egzersiz veya diğer uygulamalar sırasında buna dikkat etmelidirler.

Tüm değerlendirmelerimizde her bireyin uygulama öncesi ve sonrası sonuçlarının karşılaştırılmış olması, propriyosepsiyonun bireysel hafıza ve entelektüel düzey faktörlerinin elemine edilmesi açısından da çalışmamızı güçlü

kılmaktadır. Ayrıca propriyosepsiyonun, literatürde daha önce çok değerlendirilmemiş olan alt parametrelerini de değerlendirmesi ve yine fizyoterapide kullanılan farklı modalite veya uygulamalarının sonuçlarını vermesi açısından da oldukça önemli ve öncü bir çalışmadır. Bu nedenle çalışmamızdan elde edilen bu veriler, fizyoterapistler için propriyosepsiyonun sadece bir parametre ile değil, birkaç parametre ile birlikte değerlendirilmesinin önemini ortaya koyması ve fizyoterapi ve rehabilitasyonda sık kullanılan bazı ajanların veya uygulamaların propriyosepsiyon üzerindeki akut etkilerini göstermesi açısından yol göstericidir.

Ancak bu sonuçlar uygulama sırasında değil; uygulamadan hemen sonra yapılan ölçümler ile elde edilmiş olan sonuçlardır ve bu uygulamaların akut etkileri olarak değerlendirilmelidir. Bu sonuçların uzun süreli etkileri veya kronik dönemdeki terapatik etkileri de, ileri çalışmalarla gösterilebilir. Ayrıca bu çalışma verilerinin sağlıklı bireylerden alınmış olması nedeniyle, hastalık durumlarında veya klinik bulgulara göre bazı patolojilerde bu sonuçların değişebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Çalışmamızda propriyosepsiyonu ölçen parametrelerin detaylandırılıp ve birçok alt parametre göz önüne alınarak olabildiğince objektif bir sonuca ulaşmaya çalışılmış olursa da, henüz bu karmaşık ve mekanizması tam olarak çözülememiş duyu için altın standart bir değerlendirme tekniği yoktur. Üstelik kortekse ulaşmadan sonlanan bilinçaltı propriyosepsiyon duyusunun değerlendirilmesi ve yorumlaması da yapılamamaktadır.

Çalışmamızın hipotezlerine bakıldığında H1 (sıcak uygulama), H2 (soğuk uygulama), H4 (basınç uygulaması), H6 kabul edilmiş; ancak H3 (vibrasyon uygulaması) ve H5 (ağrı uygulaması) reddedilmiştir.

5.5. Çalışmanın Limitasyonları

- 1) Her ne kadar çalışmamızda propriyoseptif değerlendirmeyi detaylandırıp, birçok alt parametresini göz önüne alıp olabildiğince objektif bir sonuca ulaşmaya çalışmış olsak da, henüz bu karmaşık ve mekanizması tam olarak çözülememiş duyu için altın standart bir değerlendirme tekniği olmadığı için literatürdeki diğer çalışmalarda da olduğu gibi verilerin tamamını kesin bir şekilde yorumlamak mümkün olmamıştır.

- 2) Propriyosepsiyonun önemli komponentlerinden olan bilinçaltı propriyosepsiyonun değerlendirilmesi henüz mümkün olmadığından sonuçların yorumlanmasında bir limitasyon olarak görülebilir.
- 3) Eklem pozisyon hissi ölçümünde çoğunlukla kullanılan hareket tekrarına dayalı değerlendirme yönteminin güvenilirlik ve geçerliliği konusunda çelişkiler bulunmaktadır. Bazı çalışmalarda tek tekrar bazılarında ise 5 ve üzeri tekrarlar ile eklem pozisyon hissi ölçülmüştür. Literatürde ölçüm tekniğinin hafıza, entelektüel düzey, öğrenme etkisi, dikkat dağılması gibi faktörlerden etkilenebilecek olması ile ilgili de eleştiriler bulunmaktadır. Her ne kadar öğrenmenin etkisini azaltmak üzere çalışmamızda 3 ölçüm yapılarak ortalaması alınmış olsa da, literatürdeki 5 veya 6 tekrar ile yapılarak elde edilmiş araştırma sonuçları ile karşılaştırmak yorumlarımızı güçleştirmiştir.
- 4) Propriyosepsiyonun ölçümünde bireyin dikkatini toplaması ve diğer duyu organlarından gelebilecek etkileri en aza indirmesi için, genellikle sessiz ve aynı ısı ortamında değerlendirme yapılmasına dikkat edildiği halde, bazen bu şartlar fiziksel koşulların yetersizliği nedeniyle sağlanamamıştır.
- 5) Sıcak ve soğuk uygulamalar sırasında kullanılan hotpack ve coldpack vücut ile doğrudan temas ile uygulanan ısı ajanlarıdır. Kutanöz duyuyu da değerlendirdiğimiz bu çalışmada vücut ile doğrudan teması olmayan ısı ajanlarının kullanılması, belki sonuçları etkilemiş olabilir.
- 6) Vibrasyon uygulamalarında kullandığımız diyapazon tek seferde küçük bir alana etki edebilen bir cihaz olduğu için, tek seferde daha geniş bir alana uygulama yapılamamıştır.

6. SONUÇLAR

- 1) Literatürdeki çalışmalarla uyumlu olarak kendi çalışmamızda da gözlemlediğimiz üzere propriyosepsiyon hissi ortak duyuşal reseptörler yoluyla beslenen sıcak, soğuk, basınç, vibrasyon hisleri ile ilişki halindedir. Çalışmamız sonucuna göre; sıcak, soğuk ve basınç uygulamaları sonrası propriyoseptif performansta pozitif bir etkilenim gözlemlenmiştir. Ancak vibrasyon uygulaması, uygulama sonrası propriyosepsiyonda herhangi bir değişikliğe sebep olmamıştır. Aynı şekilde ağrı hissinin de tek başına propriyosepsiyon üzerine bir etkisi bulunmamaktadır.
- 2) Değerlendirme parametlerimiz olan Semmes Weinstein Monofilaman Testi, Yıldız Denge Testi ve eklem pozisyon hissi değerlendirmesi sonuçlarını uygulama gruplarına göre incelediğimizde tüm değerlendirmeler birbirleriyle uyumlu şekilde etkilenim göstermişlerdir. Sıcak ve basınç uygulama gruplarında tüm değerlendirme parametreleri pozitif yönde, soğuk grubunda negatif yönde etkilenmiş; vibrasyon ve ağrı uygulama gruplarında ise hiçbir parametrede değişiklik görülmemiştir.
- 3) Uygulama grupları arasında değerlendirme parametrelerimiz olan Semmes Weinstein Monofilaman Testi, Yıldız Denge Testi ve eklem pozisyon hissi değerlendirmesi sonuçları karşılaştırılmıştır. Semmes Weinstein Testi için her üç nokta için de sıcak – soğuk grupları ve soğuk – basınç grupları arasında fark bulunmaktadır. Soğuk uygulama grubunun değerleri diğer tüm uygulama gruplarından daha yüksek, sıcak ve basınç grubunun değerleri ise diğer tüm uygulama gruplarından daha düşük olarak bulunmuştur. Yıldız Denge Testi için ise testin tüm yönlerinde soğuk – basınç grupları arasında fark bulunmaktadır. Anterolateral yön hariç diğer tüm yönler için ise sıcak – soğuk grupları arasında fark tespit edilmiştir. Yıldız Denge Testi için sıcak ve basınç gruplarının değerleri diğer gruplardan daha yüksek, soğuk grubunun değerleri ise diğer gruplardan daha düşük olarak bulunmuştur. Eklem pozisyon hissi değerlendirmesi için ise sıcak – soğuk grupları, soğuk – basınç grupları, soğuk – vibrasyon grupları arasında fark bulunmuştur. Eklem pozisyon hissi değerlendirmesi için sıcak uygulama grubunun değerleri diğer

gruplardan düşük, soğuk uygulama grubunun diğer gruplardan daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

- 4) Birçok alt parametre içeren propriyosepsiyonu tam olarak değerlendirmek için çalışmamızda kullandığımız bu farklı ölçümlerin bile yeterli olmadığı düşünülmüş olsa da, çalışmamızda kullandığımız bu ölçümler ile propriyosepsiyonun çok boyutlu olduğu; sadece hareket hissi veya eklem pozisyon hissi ile değerlendirme sonuçlarının yeterli olmadığı ile ilgili diğer araştırmacılara bir görüş sunulmuştur. Ayrıca, fizyoterapi sırasında verilen sıcak, soğuk, ağrı, vibrasyon ve basınç gibi uyaranların veya uygulamaların propriyosepsiyon ile ilgili reseptörler üzerindeki etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Böylelikle bunların şimdiye kadar üzerinde hiç durulmamış olan klinik önemi ortaya konulmuştur. Bu yönü ile elde ettiğimiz bu sonuçların, literatüre bu konuda temel teşkil edecek önemli veriler sağladığı; ileride yapılacak çalışmalar için yol gösterici olduğu düşünülmüştür.
- 5) Son yıllarda propriyosepsiyon üzerinde artan çalışmalara rağmen, günümüzde hala tam olarak açıklığa kavuşturulamamış bir mekanizmaya sahip olması nedeniyle, çalışmamız fizyoterapistler için hem propriyoseptif duyunun işleyişini anlamada, hem de propriyoseptif değerlendirmenin altın standardına ulaşma yolunda literatüre katkı sağlayacaktır. Ayrıca, çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, hem duyu mekanizmasının daha etkili olarak anlaşılabilmesinde, hem de hastaların motor ve duyu eğitim süreci için fizyoterapi ve rehabilitasyon planının oluşturulmasında fizyoterapistlere yardımcı olacaktır.

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar tedavi sürecinde kullanılacak fizyoterapi yaklaşımı ya da ajanlarının fizyolojik özelliklerinin daha detaylı olarak bilinmesine, bu doğrultuda fizyoterapistler tarafından en etkili tedavi programının planmasına, tedavi sürecinin etkili yönetilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca fizyoterapi değerlendirmesi sırasında da bu sonuçların göz önünde bulundurulması değerlendirmenin güvenilirliğini arttıracaktır.

Öneriler

- 1) Sonuçlarımızın altında yatan fizyolojik mekanizmanın çözülebilmesi ve yorumlanabilmesi için daha birçok çalışmaya ihtiyaç vardır.
- 2) Propriyoseptif değerlendirmenin daha iyi yapılabilmesi için propriyosepsiyonun tüm alt parametrelerinin objektif olarak ölçülebilmesine olanak sağlayan, güvenilirliği ve geçerliliği gösterilmiş yeni ölçüm aletleri geliştirilebilir.
- 3) Yeni ölçüm cihaz ve yöntemlerini ortaya koyan ileri çalışmalar yapılabilir.
- 4) Çalışmamızda kullandığımız bu farklı fizyoterapi uygulamalarının, sağlıklı bireyler dışında, farklı durum, hastalık ve patolojilerde propriyoseptif duyu üzerine olan etkilerini gösteren çalışmalara ihtiyaç vardır.
- 5) Sağlıklı bireyler dışında yapılacak bu uygulamaların etkilerini tam olarak ölçmek için, sadece eklem pozisyon hissi değil, bizim çalışmamızda yaptığımız gibi propriyosepsiyonun diğer alt parametrelerini de değerlendiren çalışmalar yapılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

1. Proske U, Gandevia SC. The Proprioceptive Senses: Their Roles in Signaling Body Shape, Body Position and Movement, and Muscle Force. *Physiological Reviews*. 2012;92(4):1651-97.
2. de Vries AJ, van den Akker-Scheek I, Diercks RL, Zwerver J, van der Worp H. The effect of a patellar strap on knee joint proprioception in healthy participants and athletes with patellar tendinopathy. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2016;19(4):278-82.
3. Racinais S, Gaoua N, Mtibaa K, Whiteley R, Hautier C, Alhammoud M. Effect of Cold on Proprioception and Cognitive Function in Elite Alpine Skiers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2017;12(1):69-74.
4. F. C, G. C. Kronik bel ağrısının rehabilitasyonunda propriyoseptif egzersizlerin kas kuvveti ve fonksiyonel düzey üzerine olan etkisi: Hacettepe University; 2008.
5. S. O, Z. E. Total diz protezi uygulanan hastalarda rehabilitasyonun fonksiyonel aktivite ve proprioseptif duyu üzerine etkileri: Hacettepe Üniversitesi; 2002.
6. F. C, U. EE. Servikal spondilozda eklem pozisyon hissi, kas kuvveti ve fonksiyonel düzey arasındaki ilişki: Hacettepe Üniversitesi; 2007.
7. Hatton A, Dixon J, Rome K, Brauer S, Williams K, Kerr G. Do textured insoles alter gait, foot sensation & proprioception in people with Multiple Sclerosis? *Foot and Ankle Surgery*. 2016;22(2):106.
8. Stanton TR, Leake HB, Chalmers KJ, Moseley GL. Evidence of Impaired Proprioception in Chronic, Idiopathic Neck Pain: Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy*. 2015;96(6):876-87.
9. F. C, D. C. The effects of plyometric versus strength training exercise program on shoulder proprioception: Hacettepe Üniversitesi; 2009.
10. F. C, D. C. The acute facilitation effects of general and local, muscular-articular interventions in physical therapy on shoulder proprioception: Hacettepe Üniversitesi; 2015.
11. Mahajan A. Effect of drains on dynamic proprioception after arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. *International Journal of Research in Orthopaedics*. 2016;2(4):404.
12. Yang N, Waddington G, Adams R, Han J. Age-related Changes in Ankle Proprioception. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2017;49:524-5.
13. Harter RA, Osternig LR, Singer KM. Knee Joint Proprioception Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Sport Rehabilitation*. 1992;1(2):103-10.
14. Reider B, Arcand MA, Diehl LH, Mroczek K, Abulencia A, Stroud CC, et al. Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2003;19(1):2-12.

15. Karahan M, Kocaoglu B, Cabukoglu C, Akgun U, Nuran R. Effect of partial medial meniscectomy on the proprioceptive function of the knee. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2009;130(3):427-31.
16. Larson DJ, Brown SHM. The effects of trunk extensor and abdominal muscle fatigue on postural control and trunk proprioception in young, healthy individuals. *Human Movement Science*. 2018;57:13-20.
17. Okhravi S, Zavveyeh M, Kalantari K, Baghban A, Karimi M. A Study on the Effects of General Fatigue on Head and Neck Proprioception in Healthy Young Adults. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*. 2015;17(1):1-6.
18. Ingersoll CD, Merrick Ma, Knight KI. Sensory Perception Following Therapeutic Applications Of Heat And Cold. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1992;24(Supplement):S79.
19. Pai Y-C, Rymer WZ, Chang RW, Sharma L. Effect of age and osteoarthritis on knee proprioception. 1997;40(12):2260-5.
20. Sharma L. Proprioceptive Impairment In Knee Osteoarthritis. *Rheumatic Disease Clinics*. 1999;25(2):299-314.
21. Sharma L, Pai YC. Impaired proprioception and osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol*. 1997;9(3):253-8.
22. Ko S-U, Simonsick E, Deshpande N, Ferrucci L. Sex-specific age associations of ankle proprioception test performance in older adults: results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Age and Ageing*. 2015;44(3):485-90.
23. Ribeiro F, Oliveira J. Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. *European Review of Aging and Physical Activity*. 2007;4(2):71-6.
24. Stelmach GE, Sirica AJA. Aging and proprioception. 1986;9(4):99-103.
25. Ayong-Chee P, McIntyre L, Ebel BE, Mack CD, McCormick W, Maier RV. Long-term outcomes of ground-level falls in the elderly. 2014;76(2):498-503.
26. Spaniolas K, Cheng JD, Gestring ML, Sangosanya A, Stassen NA, Bankey PE. Ground Level Falls Are Associated With Significant Mortality in Elderly Patients. 2010;69(4):821-5.
27. Evans D, Pester J, Vera L, Jeanmonod D, Jeanmonod R. Elderly fall patients triaged to the trauma bay: age, injury patterns, and mortality risk. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2015;33(11):1635-8.
28. Standring S. *Gray's Anatomy E-Book: The Anatomical Basis of Clinical Practice*: Elsevier Health Sciences; 2015.
29. McKeon BP, Bono JV, Richmond JC. *Knee Arthroscopy*: Springer New York; 2009.
30. Thompson C, Floyd RT. *Manual of Structural Kinesiology*: McGraw-Hill Education; 2011.
31. Callaghan JJ. *The Adult Knee*: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.

32. Bellemans J, Ries MD, Victor J. Total Knee Arthroplasty: A Guide To Get Better Performance: Springer; 2005.
33. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Clinically Oriented Anatomy: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
34. Lippert LS, Hurrell J. Clinical Kinesiology and Anatomy: F. A. Davis Company; 2017.
35. Houglum PA, Bertoti DB. Brunnstrom's Clinical Kinesiology: F.A. Davis; 2011.
36. Snell RS. Clinical Anatomy by Regions: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
37. Noyes FR. Noyes' Knee Disorders: Surgery, Rehabilitation, Clinical Outcomes E-Book: Elsevier Health Sciences; 2016.
38. Prejbeanu R. Atlas of Knee Arthroscopy: Springer London; 2014.
39. Nordin M, Frankel VH. Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
40. Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnell J. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2001;82(2):183-9.
41. McGinty G, Irrgang JJ, Pezzullo D. Biomechanical considerations for rehabilitation of the knee. Clinical biomechanics (Bristol, Avon). 2000;15(3):160-6.
42. Aglietti P, Menchetti PPM. Biomechanics of the Patellofemoral Joint. In: Scuderi GR, editor. The Patella. New York, NY: Springer New York; 1995. p. 25-48.
43. Magee DJ. Orthopedic Physical Assessment - E-Book: Elsevier Health Sciences; 2014.
44. Heegaard J, Leyvraz PF, Van Kampen A, Rakotomanana L, Rubin PJ, Blankevoort L. Influence of soft structures on patellar three-dimensional tracking. Clinical orthopaedics and related research. 1994(299):235-43.
45. Sanchis-Alfonso V, Prat-Pastor JM, Atienza-Vicente CM, Puig-Abbs C, Comín-Clavijo M. Biomechanical Bases for Anterior Knee Pain and Patellar Instability in the Young Patient. In: Sanchis-Alfonso V, editor. Anterior Knee Pain and Patellar Instability. London: Springer London; 2006. p. 55-76.
46. Anderson K, Anderson LE, Glanze WD. Mosby's Medical, Nursing, and Allied Health Dictionary: Mosby; 1994.
47. Knoop J, Steultjens MPM, van der Leeden M, van der Esch M, Thorstensson CA, Roorda LD, et al. Proprioception in knee osteoarthritis: a narrative review. Osteoarthritis and Cartilage. 2011;19(4):381-8.
48. Kaya D, Yosmaoglu B, Doral MN. Proprioception in Orthopaedics, Sports Medicine and Rehabilitation: Springer International Publishing; 2018.

49. Lephart SM, Fu FH. Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability: Human Kinetics; 2000.
50. Goble DJ, Lewis CA, Hurvitz EA, Brown SH. Development of upper limb proprioceptive accuracy in children and adolescents. *Hum Mov Sci.* 2005;24(2):155-70.
51. Windhorst U. Muscle proprioceptive feedback and spinal networks. *Brain research bulletin.* 2007;73(4-6):155-202.
52. Rossi-Durand C. Proprioception and myoclonus. *Neurophysiologie clinique = Clinical neurophysiology.* 2006;36(5-6):299-308.
53. Hall JE. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2010.
54. Purves D. *Neuroscience*: Oxford University Press; 2012.
55. Lephart SM, Pincivero DM, Giraido JL, Fu FH. The Role of Proprioception in the Management and Rehabilitation of Athletic Injuries. *The American Journal of Sports Medicine.* 1997;25(1):130-7.
56. Afifi AK, Bergman RA. *Functional Neuroanatomy: Text and Atlas, 2nd Edition: Text and Atlas*: McGraw-Hill Education; 2005.
57. Taner D, Cumhuri M, Atasever A, Sargon MF, Durgun B, Sürücü HS, et al. *Fonksiyonel nöroanatomisi: ODTÜ Geliştirme Vakfı*; 2008.
58. Patestas MA, Gartner LP. *A Textbook of Neuroanatomy*: Wiley; 2016.
59. Jerosch J, Prymka M. Proprioception and joint stability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 1996;4(3):171-9.
60. Can F. Diabetik Ayakta Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon. In: Gülman B, editor. *Diabetik Ayak. 2 ed: Otak Form Ofset Basım San. ve Tic. A.Ş.*; 2001. p. 270 - 9.
61. Kavchak AJE, Fernández-de-las-Peñas C, Rubin LH, Arendt-Nielsen L, Chmell SJ, Durr RK, et al. Association Between Altered Somatosensation, Pain, and Knee Stability in Patients With Severe Knee Osteoarthritis. *2012;28(7):589-94.*
62. Company S. *Touch Test Sensory Evaluators, Semmes Weinstein von Frey Aesthesiometers, Operation Manual.*
63. Borchers S, Hauser TK, Himmelbach M. Bilateral hand representations in human primary proprioceptive areas. *Neuropsychologia.* 2011;49(12):3383-91.
64. CAPT NJAj. Comparison of fascia iliaca compartment block and 3-in-1 block in adults undergoing knee arthroscopy and meniscal repair. *2012;80(4):S37.*
65. Naseri N, Pourkazemi FJKS, *Sports Traumatology, Arthroscopy.* Difference in knee joint position sense in athletes with and without patellofemoral pain syndrome. *2012;20(10):2071-6.*
66. Ateş Numanoğlu E. *Patellofemoral Ağrı Sendromlu Bireylerde Dizin Farklı Mekanik Yüklenmelerinde.* 2013.

67. Watson T. *Electrotherapy E-Book: evidence-based practice*: Elsevier Health Sciences; 2008.
68. Starkey C. *Therapeutic Modalities*: F. A. Davis Company; 2013.
69. Enwemeka CS, Allen C, Avila P, Bina J, Konrade J, Munns S. Soft tissue thermodynamics before, during, and after cold pack therapy. *2002*;34(1):45-50.
70. Cordo P, Gurfinkel VS, Bevan L, Kerr GK. Proprioceptive consequences of tendon vibration during movement. *Journal of neurophysiology*. 1995;74(4):1675-88.
71. Ceyte H, Cian C, Nougier V, Olivier I, Roux A. Effects of neck muscles vibration on the perception of the head and trunk midline position. *Exp Brain Res*. 2006;170(1):136-40.
72. Trans T, Aaboe J, Henriksen M, Christensen R, Bliddal H, Lund H. Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis. *Knee*. 2009;16(4):256-61.
73. You SH, Granata KP, Bunker LK. Effects of circumferential ankle pressure on ankle proprioception, stiffness, and postural stability: a preliminary investigation. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2004;34(8):449-60.
74. Darcy Ann Umphred PTPDF, Lazaro RT, Burton G, Roller M. *Neurological Rehabilitation*: Elsevier Health Sciences; 2012.
75. Downie WW, Leatham PA, Rhind VM, Wright V, Branco JA, Anderson JA. Studies with pain rating scales. *Annals of the rheumatic diseases*. 1978;37(4):378-81.
76. Ingersoll CD, Knight KL, Merrick MA. Sensory perception of the foot and ankle following therapeutic applications of heat and cold. *J Athl Train*. 1992;27(3):231-4.
77. Kauranen K, Vanharanta H. Effects of Hot and Cold Packs on Motor Performance of Normal Hands. *Physiotherapy*. 1997;83(7):340-4.
78. Barrett DS, Cobb AG, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1991;73(1):53-6.
79. Bennell KL, Hinman RS, Metcalf BR, Crossley KM, Buchbinder R, Smith M, et al. Relationship of knee joint proprioception to pain and disability in individuals with knee osteoarthritis. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*. 2003;21(5):792-7.
80. Dumas M, Valkanidis TC, Hatzitaki V. Putting proprioception for balance to the test: Contrasting and combining sway referencing and tendon vibration. *Gait & posture*. 2019;67:201-6.
81. Shadgan B, Med S, Pakravan AH, Hoens A, Reid WD. Subcutaneous and Intramuscular Hemodynamics and Oxygenation After Cold-Spray Application as Monitored by Near-Infrared Spectroscopy. *J Athl Train*. 2015;50(8):800-5.

82. Costello JT, Donnelly AE. Effects of cold water immersion on knee joint position sense in healthy volunteers. *Journal of sports sciences*. 2011;29(5):449-56.
83. Batavia M, Gianutsos JG, Ling W, Nelson AJ. The Effects of Circumferential Wrist Pressure on Reproduction Accuracy of Wrist Placement in Healthy Young and Elderly Adults. *The Journals of Gerontology: Series A*. 1999;54(4):M177-M83.
84. Evarts EV. Central control of movement. V. Feedback and corollary discharge: a merging of the concepts. *Neurosciences Research Program bulletin*. 1971;9(1):86-112.
85. Perlau R, Frank C, Fick G. The effect of elastic bandages on human knee proprioception in the uninjured population. *Am J Sports Med*. 1995;23(2):251-5.
86. De Gail P, Lance JW, Neilson PD. Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1966;29(1):1-11.
87. Weerakkody NS, Mahns DA, Taylor JL, Gandevia SC. Impairment of human proprioception by high-frequency cutaneous vibration. *J Physiol*. 2007;581(Pt 3):971-80.
88. Hassan BS, Doherty SA, Mockett S, Doherty M. Effect of pain reduction on postural sway, proprioception, and quadriceps strength in subjects with knee osteoarthritis. *Annals of the rheumatic diseases*. 2002;61(5):422-8.
89. Erdem EU, Can F. Farklı Fizyoterapi Rehabilitasyon Uygulamalarının El Bileği Proprioepsiyonu Üzerine Olan Etkinliğinin Karşılaştırılması 2013.