



T.C.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ

ANABİLİM DALI

**DİZ EKLEM SEVİYESİ ÇİZGİSİNİN BELİRLENMESİNDE
KULLANILABİLECEK RADYOLOJİK PARAMETRELERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DR. Yüksel YÜKSEL

TIPTA UZMANLIK TEZİ



T.C.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ

**TIP FAKÜLTESİ ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI**

**DİZ EKLEM SEVİYESİ ÇİZGİSİNİN BELİRLENMESİNDE
KULLANILABİLECEK RADYOLOJİK PARAMETRELERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DR. Yüksel YÜKSEL
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. MEHMET SAİT AKAR**

DİYARBAKIR-2024

ÖZET

Amaç: Primer ve revizyon total diz protezi sırasında diz eklem hattının doğru konumlanması, klinik sonuçları doğrudan etkileyen bir adımdır. Bu çalışma, diz eklem seviyesinin yerini diz çevresindeki belirli anatomik noktalara göre belirlemeyi amaçlamıştır.

Materyal ve Yöntem: Bu çalışmada 01.01.2019 ile 01.01.2024 tarihleri arasında Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji polikliniği ve acil servise başvuran hastalar tarandı. Çalışmaya diz eklemine yönelik direk grafi, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans (MR) taraması yapılan hastalar dahil edildi.

Bulgular: Çalışmaya 98'i erkek (%52,7), 88'i (%47,3) kadın toplam 186 hasta dahil edildi. Ortalama femur genişliği direk grafide, BT'de ve MR'de sırasıyla $85,69 \pm 8,45$ mm, $78,83 \pm 7,11$ mm, $78,88 \pm 7,73$ mm ; addüktör tüberkül ile eklem çizgisi arası mesafe direk grafide, BT'de ve MR'de sırasıyla $43,10 \pm 4,45$ mm, $39,77 \pm 3,88$ mm, $39,69 \pm 4,32$ mm ; medial epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe direk grafide, BT'de ve MR'de sırasıyla $30,94 \pm 3,26$ mm, $28,56 \pm 2,78$ mm, $28,46 \pm 2,97$ mm; direk grafide, lateral epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe direk grafide, BT'de ve MR'de sırasıyla $24,21 \pm 2,27$ mm, $22,33 \pm 2,01$ mm, $22,29 \pm 2,18$ mm olarak ölçüldü. Femur genişliği ile addüktör tüberkülden eklem çizgisine olan mesafe arasında yüksek korelasyon bulundu.

Sonuç: Bu çalışmanın sonuçlarından yola çıkarak diz eklem seviyesi çizgisinin belirlenmesinde addüktör tüberkülün kullanılmasının en doğru yöntem olduğu düşünüldü.

Anahtar Kelimeler: Addüktör tüberkül, eklem seviyesi, revizyon total diz protezi

ABSTRACT

Aim: Accurate positioning of the knee joint line during primary and revision total knee arthroplasty is a crucial step that directly affects clinical outcomes. This study aimed to determine the location of the knee joint line based on specific anatomical landmarks around the knee.

Materials and Methods: Patients who presented to the Orthopedics and Traumatology outpatient clinic or emergency department of Dicle University Faculty of Medicine between January 1, 2019, and January 1, 2024, were screened for inclusion in the study. Patients who underwent plain radiography, computed tomography (CT), and magnetic resonance imaging (MRI) of the knee joint were included.

Results: A total of 186 patients, comprising 98 males (52.7%) and 88 females (47.3%), were included in the study. The mean femoral width measured on plain radiographs, CT, and MRI was 85.69 ± 8.45 mm, 78.83 ± 7.11 mm, and 78.88 ± 7.73 mm, respectively. The distance between the adductor tubercle and the joint line was 43.10 ± 4.45 mm on plain radiographs, 39.77 ± 3.88 mm on CT, and 39.69 ± 4.32 mm on MRI. The distance between the medial epicondyle and the joint line was 30.94 ± 3.26 mm on plain radiographs, 28.56 ± 2.78 mm on CT, and 28.46 ± 2.97 mm on MRI. The distance between the lateral epicondyle and the joint line was 24.21 ± 2.27 mm on plain radiographs, 22.33 ± 2.01 mm on CT, and 22.29 ± 2.18 mm on MRI. A strong correlation was found between femoral width and the distance from the adductor tubercle to the joint line.

Conclusion: Based on the results of this study, the use of the adductor tubercle appears to be the most accurate method for determining the knee joint line.

Key words: Adductor tubercle, joint line, revision total knee arthroplasty

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitim süresince bilimsel yöntem, etik ve insani değerlere bağlılıklarıyla her zaman örnek aldığım; onlarla çalışmayı büyük bir şans olarak gördüğüm; cerrahi tecrübe ve becerileriyle yetişmemde emeği geçen değerli hocalarım Prof. Dr. Emin ÖZKUL'a, Doç. Dr. Ramazan ATİÇ'e, Doç. Dr. Şeyhmus YİĞİT'e ve Doç Dr. Fatih DURGUT'a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmam süresince her aşamada yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve becerilerini benimle paylaşan tez hocam Doç Dr. Mehmet Sait AKAR'a teşekkür ederim.

Asistanlığım süresince beraber çalıştığım doktor arkadaşlarım; Dr. Ulaş Ahmet Özkoç, Dr. Fırat Işık, Dr. Hüseyin Kımış, Dr. Kutbettin Dinçer, Dr. Serhat Elçi, Dr. M. Akif Şahin, Dr. Fırat Bilgin, Dr. Veysel Kandemir, Dr. Rıdvan Arslan, Dr. Yunus Tetik, Dr. Doğukan Adıyaman, Dr. Sait Anıl Ulus, Dr. Sait Dönmez, Dr. Nesim Çevik, Dr. Turgay Aluç, Dr. Burak Yalçın, Dr. Ekrem Adıyaman, Dr. Ferhat Taner Sönmez, Dr. Engin Emek, Dr. Sinan Karadaş, Dr. Savaş Ay, Dr. Veysi Lezgi, Dr. Anıl Karkin, Dr. Furkan Ozan Beştaş, Dr. Levent Arslan, Dr. Eyüp Alkan, Dr. Emrah Baran, Dr. Mustafa Eser, Dr. Esvet Mehmetoğlu, Dr. Vedat Şimşek, Dr. Hasan Eraslan, Dr. Abdurrahman Kavak ve Dr. Umut Yıldız'a teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemin en büyük mimarları başta annem Meryem Yüksel, babam Halim Yüksel ve kardeşim Yücel Yüksel'e en kalbi duygularımla teşekkür ederim.

Hayatıma girdiği günden beri sevgisi, merhameti ve tüm fedakârlığıyla hayatıma anlam katan kıymetli eşim Dt. Hazal Duyan Yüksel'e teşekkür ederim.

DİYARBAKIR-2024

İÇİNDEKİLER	
ÖZET	i
ABSTRACT	i
TEŞEKKÜR	1
İÇİNDEKİLER	2
TABLolar LİSTESİ	3
ŞEKİLLER LİSTESİ	4
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Diz Eklem Anatomisi	2
2.1.1 Kemik Yapılar	2
2.1.1.1 Femur	2
2.1.1.2 Tibia	3
2.1.1.3 Patella	4
2.1.2 Kemik Dışı Yapılar	4
2.1.2.1 Eklem İçi Yapılar	4
2.2 Diz Eklemine Kanlanması	12
2.3 Diz Eklemine İnervasyonu	13
2.4 Diz Eklemine Biyomekaniği	14
2.5 Patellofemoral Eklem	16
2.6 Diz Osteoartriti	18
2.7 Diz Eklemine Radyolojik Değerlendirilmesi	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1 İstatistiksel Analiz	27
4. BULGULAR	28
5. TARTIŞMA	73
6. SONUÇ	76
KAYNAKLAR	77

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1 Direk grafide incelenen parametrelerin cinsiyete göre karşılaştırmaları

Tablo 4.2 Bilgisayarlı tomografide incelenen parametrelerin cinsiyete göre karşılaştırmaları

Tablo 4.3 Magnetik rezonans görüntülemelerde incelenen parametrelerin cinsiyete göre karşılaştırmaları.

Tablo 4.4 Direk grafide tanımlayıcı istatistik sonuçlar

Tablo 4.5 BT’de tanımlayıcı istatistik sonuçları

Tablo 4.6 MR’de tanımlayıcı istatistik sonuçları

Tablo 4.7 Direk grafi yapılan ölçümlerin korelasyon analizi

Tablo 4.8 BT’de yapılan ölçümlerin korelasyon analizi

Tablo 4.9 MR’de yapılan ölçümlerin korelasyon analizi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Diz eklemi anatomisi

Şekil 2.2 Femur distal anatomisi

Şekil 2.3 Tibia proksimalin anterior ve posterior anatomisi

Şekil 2.4 A:Diz eklemının posteriordan görünümü. B: Diz eklemine anteriordan görünümü.

Şekil 2.5 Meniskofemoral ligamentler (Humphrey ve Wrisberg ligamenti)'in kadavra üzerindeki görüntüsü

Şekil 2.6 Beyaz ok: Anterior transverse ligament. M:Medial menisküs. T:Tuberositas tibia

Şekil 2.7 Menisküs ve çapraz bağların kadavra üzerinde görüntüsü

Şekil 2.8 Menisküsün artroskopik görüntüsü

Şekil 2.9 Menisküs yaralanma tipleri

Şekil 2.10 Diz eklemının koronal planda görüntüsü

Şekil 2.11 Diz eklemının sagittal planda görüntüsü

Şekil 2.12 Diz eklemının posterior görüntüsü

Şekil 2.13 Diz eklemının arteryel dolaşımı

Şekil 2.14 Diz eklemının fleksiyon ekstansiyon sırasında hareket merkezinin yer değiştirmesi

Şekil 2.15 Mekanik ve anatomik aks.

Şekil 2.16 Direk grafide posterior tibial slope

Şekil 2.17 Q açısı

Şekil 2.18. 1) Blackburne peel indeksi 2) Insall–Salvati indeksi 3) Caton–Deschamps indeksi

Şekil 2.19 Kellgren-Lawrence sınıflaması

Şekil 3.1. Diz eklemının anteroposterior grafisi.

Şekil 3.2. Diz eklemının lateral grafisi.

Şekil 3.3 Diz eklemının koronal bilgisayarlı tomografi koronal düzlem kesiti.

Şekil 3.4 Diz eklemının koronal bilgisayarlı tomografi koronal düzlem kesiti.

Şekil 3.5 Diz eklemının koronal bilgisayarlı tomografi sagittal düzlem kesiti.

Şekil 3.6 Diz eklemının manyetik rezonans görüntüleme sagittal düzlem kesiti.

Şekil 3.7 Diz eklemının manyetik rezonans görüntüleme sagittal düzlem kesiti.

Şekil 3.8 Diz eklemının manyetik rezonans görüntüleme aksiyel düzlem kesiti.

Şekil 4.1 Diz eklemının 30° fleksiyonda lateral grafisi

Şekil 4.2 Direk grafide femur genişliği ve adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.3 Direk grafide femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.4 Direk grafide femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.5 Direk grafide femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.6 Direk grafide femur genişliği ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.7 Direk grafide femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.8 BT’de femur genişliği ve adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.9 BT’de femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.10 BT’de femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.11 BT’de femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.12 BT’de femur genişliği ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.13 BT’de femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.14 MR’de femur genişliği ve adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.15 MR’de femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.16 MR’de femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.17 MR’de femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.18 MR’de femur genişliği ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.19 MR’de femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Şekil 4.20 Direk grafide femur genişliği ve adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.21 Direk grafide femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.22 Direk grafide femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.23 Direk grafide femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.24 Direk grafide femur genişliği ve tuberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.25 Direk grafide femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.26 BT'de femur genişliği ve adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.27 BT'de femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.28 BT'de femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.29 BT'de femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.30 BT'de femur genişliği ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.31 BT'de femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.32 MR'de femur genişliği ve adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi.

Şekil 4.33 MR'de femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.34 MR'de femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.35 MR'de femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.36 MR'de femur genişliği ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Şekil 4.37 MR'de femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

1. GİRİŞ

Bir toplumda diz eklemi seviyesi anatomik yerinin bilinmesi primer veya revizyon diz protezi cerrahisinin ameliyat öncesi planlanmasında çok önemlidir. Çünkü yapılan cerrahilerle eklem seviyesinde meydana gelen değişiklikler diz eklemine biyomekaniğini bozarak ekstansör mekanizmanın gücünde azalma, patella üzerinde baskı, diz önü ağrısı, eklem hareket açıklığında azalma gibi istenmeyen komplikasyonlar ile sonuçlanabilir [1-3]. Bu çalışma, diz eklem seviyesinin diz çevresindeki belirli anatomik noktalara göre yerini belirlemeyi amaçlamıştır. Primer ve revizyon total diz protezi sırasında diz eklem hattının doğru konumlanması, hasta sonuçlarını doğrudan etkileyen bir adımdır. Özellikle kemik kayıplarının sık olduğu revizyon total diz protezi ameliyatlarında gerekli anatomik işaretler eksik veya belirsiz olabilir, bu nedenle diz eklem hattının nasıl doğru bir şekilde tanımlanacağı ve restore edileceği konusunda hala fikir birliği yoktur [4]. Daha önceki çalışmalarda anatomik referans noktaları olarak adduktör tüberkül, medial ve lateral epikondil, fibula başı, tuberositas tibia ve patella alt ucu kullanılmıştır. Bu belirtilen işaret yerlerinden femur medial ve lateral kondillerinin en distal noktalarını birleştiren eklem çizgisine olan uzunluklar ölçülmüştür. Bu uzunluklar yaş, cinsiyet, ırk, vücut kitle indeksi gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Sonuçları standardize etmek için hem kendi aralarındaki oranları, hem de bunların femur genişliği (FG)'ye oranları kullanılmıştır [5, 6].

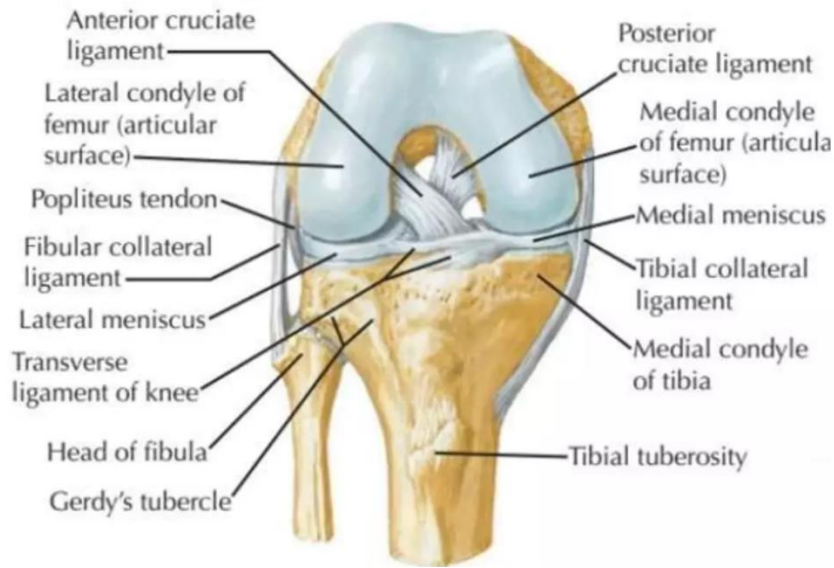
Bu çalışmada Türk popülasyonunda diz eklem seviyesinin belirlenmesinde hangi parametre veya parametrelerin kullanılabileceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diz Eklem Anatomisi

Diz eklemi iskelet sisteminin en büyük eklemidir. Femur, tibia ve patella kemiklerinden oluşur. Diz bağlarıyla ilişkili olması sebebiyle fibula da diz eklemine oluşturan kemikler arasında sayılır. Dizin tibiofemoral ve patellofemoral olmak üzere iki eklemi vardır. Diz eklemi ginglymus (menteşe) tipi eklemdir; fleksiyon ve ekstansiyona ek olarak sınırlı da olsa iç ve dış rotasyon yapabilir [7].

Diz eklemi kemiklerin yanı sıra kapsül, menisküs, ligament, kas ve tendonlardan oluşur. Bu kompleks yapı dizin statik ve dinamik stabilizasyonundan sorumludur. Böylece yük dağılımını eşit sağlandığı ve tam fonksiyonel bir eklem meydana gelir. Ayrıca anatomik dizilim (alignment) korunmuş olur. Konjenital, gelişimsel veya travmatik sebepler bu düzeni bozup kişinin yaşam kalitesini düşürebilir [8, 9].



Şekil 2.1 Diz eklemi anatomisi [10]

Diz çevresindeki yapılar kemik ve kemik dışı yapılar olmak üzere iki gruba ayrılır. Kemik dışı yapılar da kendi arasında eklem içi ve eklem dışı olmak üzere iki gruba ayrılır.

2.1.1 Kemik Yapılar

2.1.1.1 Femur

İskelet sisteminin en uzun kemiğidir. Proksimalde asetabulum ile kalça eklemine, distalde ise tibia ile birleşerek diz eklemine oluştur. Femurun distalinde medial ve lateral olmak üzere iki adet kondil bulunmaktadır. Bu kondillerin yüzleri eklem kıkırdağı ile kaplıdır. Bu iki kondil

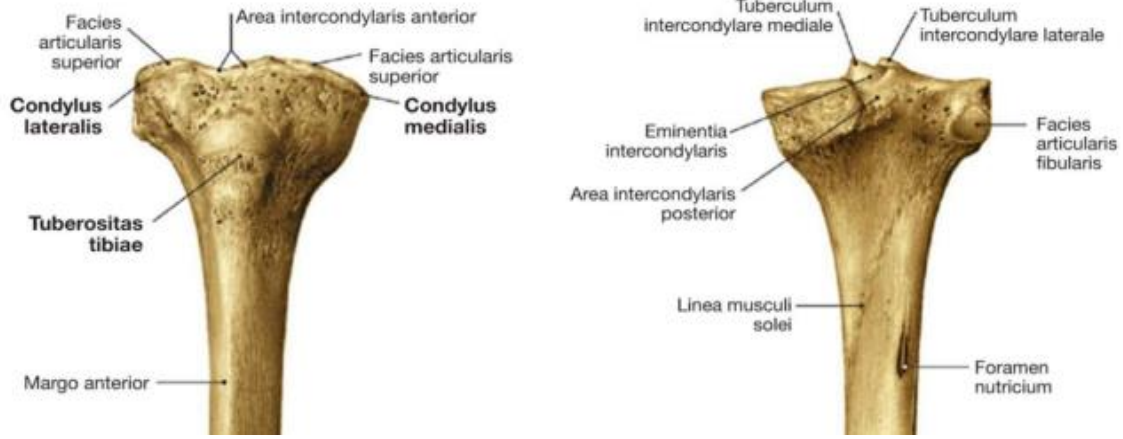
interkondiler bölgeyi oluşturur. Asimetrik yapıdaki bu iki kondil interkondiler fossa ile tüm düzlemlerde ayrılmıştır. Bu asimetrik yerleşim lateral planda mil desteği denilen kuvveti oluşturur. Bahsedilen bu mil desteği sayesinde ekstansiyon sırasında gerilen yan bağlar diz eklemine stabilizasyon sağlar. Her iki kondilin ön yüzü femur distalinin anteriorunda bir sulkus yapısı oluşturur. Bu bölgeye patellar kemik oturur ve patellofemoral eklemi oluşturur. Her iki kondil femur distalinin posteriorunda ise interkondiller çentiği oluşturur. Bu bölgeye ise ön ve arka çapraz bağlar yapışır. Lateral kondilin medial kondile göre hem ön arka planda hem de sagittal planda daha küçük olması diz eklemının normal anatomik valgus diziliminde olmasında önemlidir [11].



Şekil 2.2 Femur distal anatomisi [12]

2.1.1.2 Tibia

Tibia proksimalinde 2 adet kondil bulunur. Tıpkı femur kondilleri gibi tibianın bu kondilleri morfolojik olarak birbirinden farklıdır. İnterkondiler eminensiya bu iki kondili birbirinden ayırır. Çapraz bağlar ve menisküsler bu interkondiller bölgeye yapışır [11].



Şekil 2.3 Tibia proksimalin anterior ve posterior anatomisi [12]

2.1.1.3 Patella

Hareket sisteminin en büyük sesamoid kemiği olan patellanın diz ekleminin ekstansör mekanizmasında önemi büyüktür. Patellanın superiorundaki üst kutbuna quadriceps kas grubu (m.rectus femoris, m.vastus lateralis, m.vastus medialis ve m.rectus instermedius) yapışır. Her iki yandan gelen m.vastus lateralis ve medialis kas lifleri tensör fascia lata ile birleşerek patella alt kutbuna yapışıp tibia ön yüzünde bulunan tuberositas tibiaya kadar uzanır. Bu yapılara tibia alt kutbundan başlayıp tuberositas tibiada sonlanan patellar tendon eşlik eder. Patellanın görevleri arasında quadriceps kasının kuvvet kolunu uzatarak diz ekleminin ekstansiyonuna güç katmak, quadriceps femoris kasının farklı yönlerdeki kuvvetlerini toplayıp patellar tendonla birleştirmek, sürtünme kuvvetini azaltarak patellar tendon ve quadriceps kasını ekstansiyon anındaki yüksek kompresif kuvvetlerden korumak ve diz ekleminin önünde durarak femur ve tibianın eklem kıkırdağını gelebilecek travmalardan korumak sayılabilir [7, 13].

2.1.2 Kemik Dışı Yapılar

Kemik dışı yapılar eklem içi ve eklem dışı olmak üzere iki grupta incelenir.

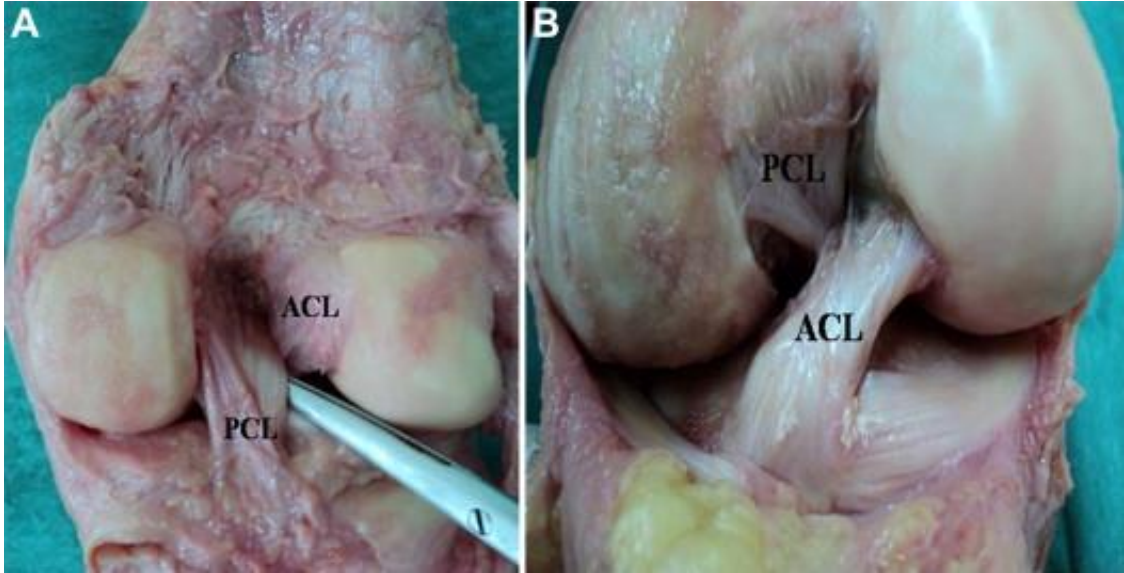
2.1.2.1 Eklem İçi Yapılar

Diz eklemi insan vücudundaki en büyük sinovyal boşluktur. Sinovyum; kas-iskelet sisteminde eklemleri, bursaları ve tendon kılıflarını saran özel bir mezenkimal doku çeşididir. Sinovyal eklemler; kalın bir dış fibröz kapsül ve daha ince bir iç sinovyal zar olmak üzere iki katmanla sarılmıştır. Diz ekleminde sinovyal zar; femur, tibia ve patellanın eklem yüzeylerini, menisküsleri ve eklem içi bağları sararak çeşitli bursalarla bağlantı kurar [14].

Çapraz bağlar dizin stabilizasyonundan sorumlu en önemli yapılardandır. İsimlerini tibia interkondiler alandaki yapışma yerlerine göre almışlardır.

Ön çapraz bağ ortalama 38 mm uzunluğunda ve 11 mm genişliğindedir. Beslenmesi orta genikulat arterden, inervasyonu ise nervus tibialis posterior dallarından sağlanır. İntrakapsüler ancak ekstrasinovyal bir dokudur. Yapısında bulunan ruffini, pacini ve golgi mekanoreseptörler sayesinde diz ekleminin propriyosepsiyonunda rol alır. Femurda lateral kondile, tibia da ise interkondiler alana yapışır. Tibial yapışma yeri daha sağlam olup bu sebeple yaralanmalar genelde femoral yapışma yerinde gözlenir. Anteromedial ve posterolateral olmak üzere 2 demetten oluşur. Anteromedial demet daha kalın olup hem ekstansiyonda hem de fleksiyonda gergindir. Anteromedial demetin esas görevi tibianın öne doğru kaymasını engellemektir. Fizik muayenede ön çekmece testinin pozitifliği anteromedial demetin rüptürüne işaret eder. Ekstansiyonda gergin fleksiyonda ise gevşek olan posterolateral demet asıl görevi olarak rotasyonel hareketleri sınırlandırmaktadır. Lachman testinin pozitifliği posterolateral demetin yaralanmasını gösterir [15].

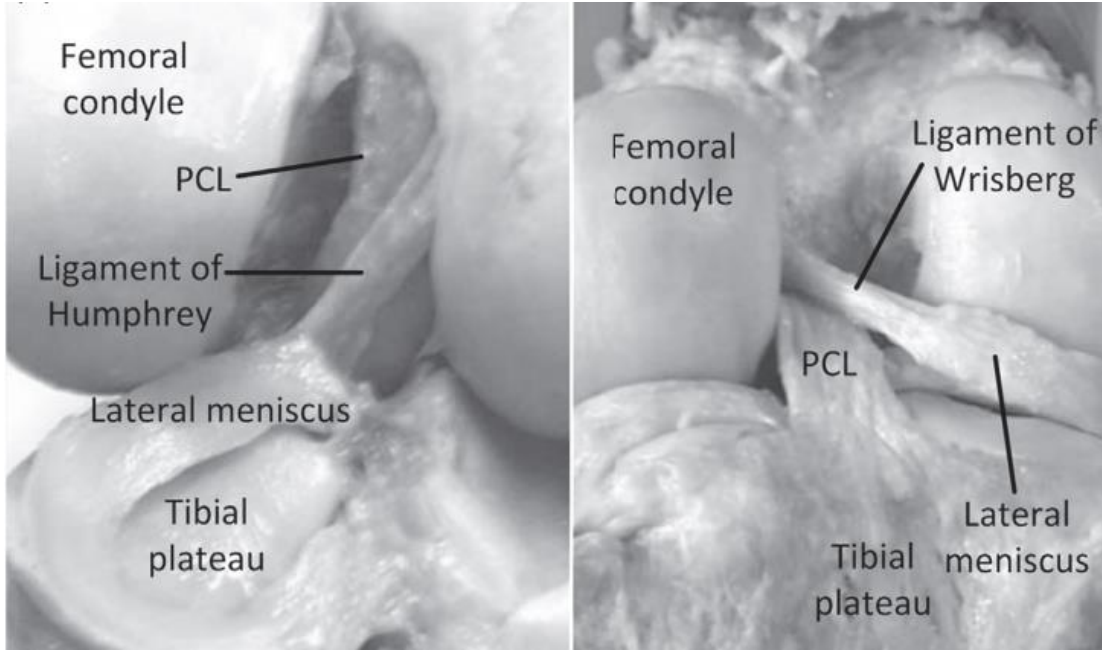
Femur medial kondilden tibia interkondiler bölgeye uzanan arka çapraz bağın uzunluğu tıpkı ön çapraz bağ gibi yaklaşık 38 mm olup ön çapraz bağa göre daha kalındır. Ön çapraz bağa göre diz içinde daha horizontal seyreder. Anterolateral ve posteromedial olmak üzere iki demetten oluşur. Anterolateral demet dizin orta fleksiyonunda en gergin olup, posteromedial demet hem ekstansiyonda hem de derin fleksiyonda gergindir. Arka çapraz bağın esas görevi tibianın posteriora kaymasını engellemek ve dizin dış rotasyonunu sınırlamaktır [16].



Şekil 2.4 A:Diz ekleminin posteriordan görünümü. B: Diz eklemine anteriordan görünümü.

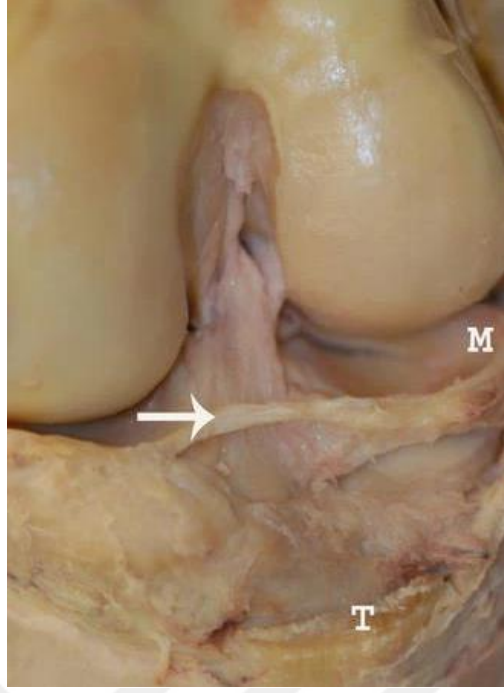
ACL: Ön çapraz bağ. PCL: Arka çapraz bağ. [17]

Anterior ve posterior olarak iki farklı tipe sahip olan meniskofemoral bağlar, isimlerini arka çapraz bağın önünde ya da arkasında bulunmalarına göre alırlar. Yapılan kadavra incelemelerinde, örneklerin %92'sinde en az bir meniskofemoral bağ tespit edilmiştir. İncelenen dizlerin %47'sinde ön meniskofemoral bağa (Humphrey ligamenti) rastlanırken; %71'inde ise arka meniskofemoral (Wrisberg ligamenti) bağ bulunmuştur. Her iki bağın bir arada görüldüğü kadvralar ise toplam örneklerin %32'sini oluşturmuştur. Meniskofemoral bağların görevi stabilizasyonda arka çapraz bağa destek olmaktır [18].



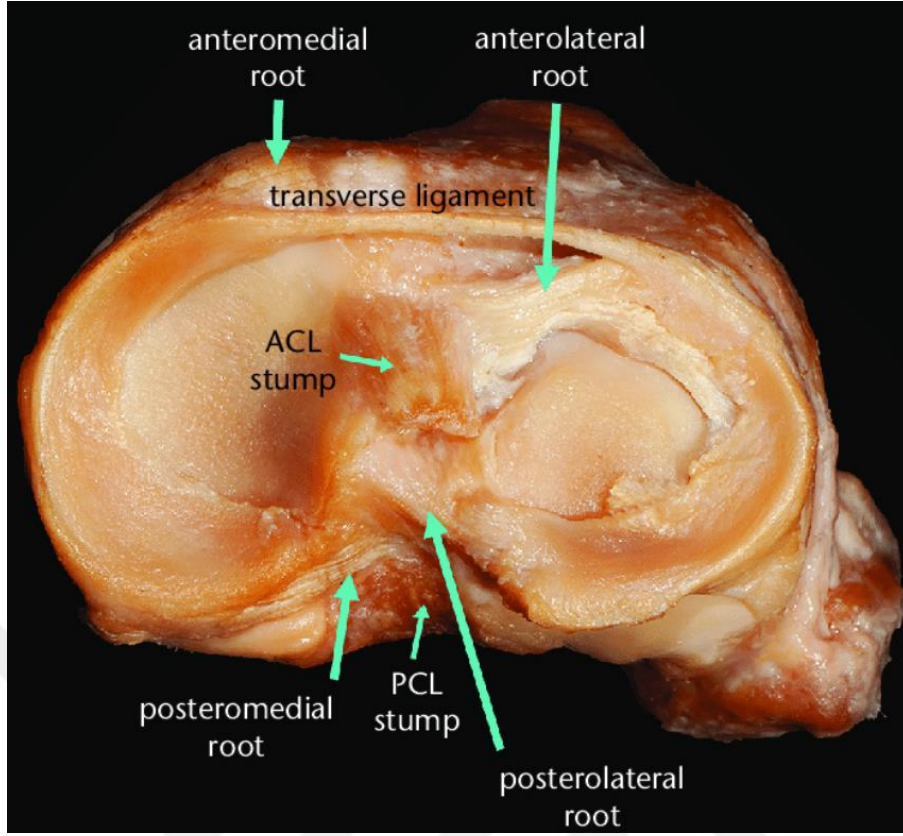
Şekil 2.5 Meniskofemoral ligamentler (Humphrey ve Wrisberg ligamenti)'in kadavra üzerindeki görüntüsü [19].

Anterior transverse ligament; ön çapraz bağın tibiadaki yapışma yerinin anteriorunda lateral ve medial menisküslerin ön boynuzlarını birbirine bağlayan yapıdır. Her insanda bulunmayabilir. Transverse ligamentin tam olarak fonksiyonu bilinmemekle beraber dize aksiyel yüklenme esnasında rotasyonel stabilizasyonu, menisküsler arası yük dağılımı gibi fonksiyonları bulunmaktadır. Özellikle anatomik yerinin akılda tutulması diz artroskopisi veya travma cerrahisi gibi işlemlerde iatrojenik yaralanmaların önüne geçebilir [20, 21].



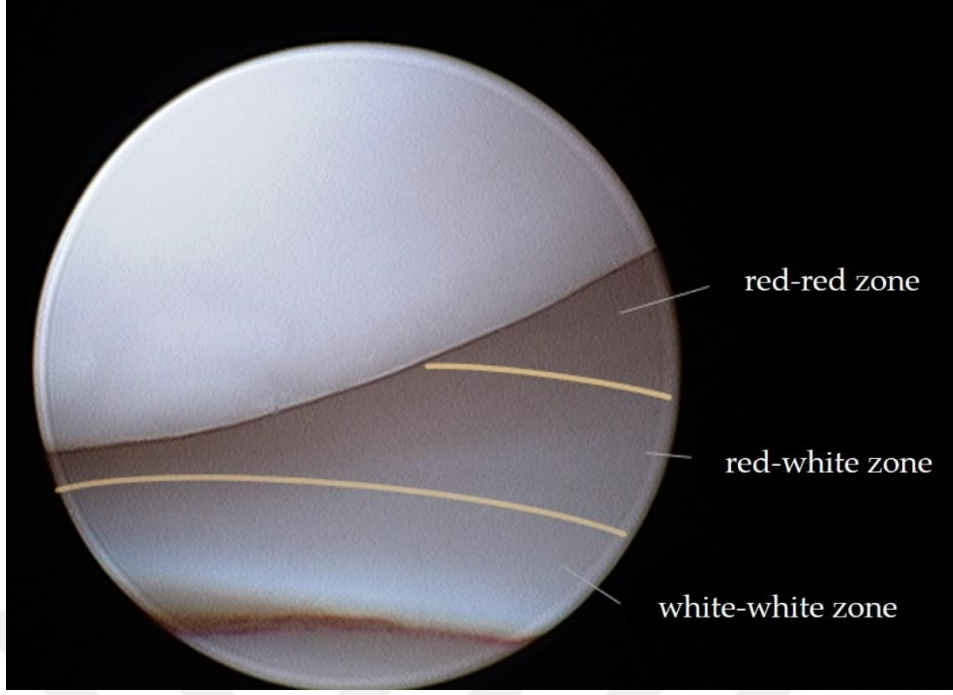
Şekil 2.6 Beyaz ok: Anterior transverse ligament. M:Medial menisküs. T:Tuberositas tibia [22]

Menisküsler tibia ve femur arasındaki semilunar şekilli fibrokartilaj yapılarıdır. Her bir dizde iki adet olup yük taşıma, yük aktarımı, şok etkisi, eklem stabilizasyonu, kıkırdak lubrikasyonu ve beslenmesi gibi diz eklemi için hayati görevleri vardır. Femur ve tibia kondillerinin asimetric yapısına uygun olarak şekil almışlardır. Bu sebeple femoral yüzleri konkav, tibial yüzleri ise konvektir. Bu özelliği sayesinde sağlam bir menisküs diz ekleminde femur ve tibia temas alanını artırarak oluşacak temas stresini azaltır. Olası bir menisküs hasarında ise iki kemiğin birbirine sürekli sürtünmesiyle kıkırdak hasarı ve kaçınılmaz son olarak ekleminde osteoartrit gelişir. Medial menisküs iç yan bağ (medial kollateral ligament) ile bağlantılı olup travmaya daha yatkındır. Özellikle tibianın dış rotasyonu gibi travmalarda medial menisküs yaralanmaları sık görülür. Lateral menisküs ise dış yan bağ (lateral kollateral ligament) ile ilişki göstermez ve bu sebeple daha hareketlidir.



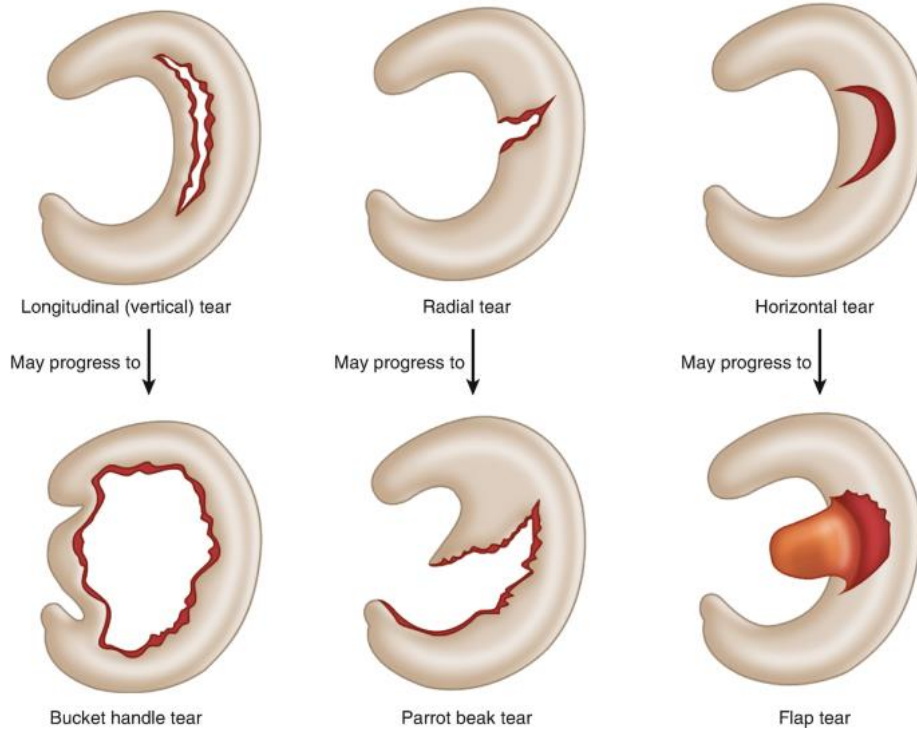
Şekil 2.7 Menisküs ve çapraz bağların kadavra üzerinde görüntüsü [23]

Menisküsler yapısında bulundurduğu ruffini, paccini ve golgi mekanoreseptörleri sayesinde diz ekleminin propriyosepsiyonunda görevlidir. Menisküslerin beslenmesi lateral ve medial genikulat arterlerin oluşturduğu parameniskal pleksustan sağlanır. Ancak menisküslerin periferde kalan %25-30'luk kısmı vaskülarizedir. Periferden merkeze doğru vaskülarize olma oranı daha düşüktür. Bu sebeple iyi vaskülarize olan dolayısıyla olası menisküs hasarı sonrası iyileşme potansiyeli yüksek olan perifer 1/3'lük bölgeye kırmızı-kırmızı alan denmiştir. Aradaki bölge görece daha az beslenir ve menisküs tamiri yapılsa bile iyileşme oranı daha düşüktür. Bu bölgeye kırmızı-beyaz alan denmiştir. En merkezdeki beyaz-beyaz alan ise avaskülerdir. Beslenmesi sinovyal sıvıdan difüzyon ile sağlanır. Menisküs yaralanmaları sonrası iyileşme potansiyeli çok düşüktür. Bu bölgeye beyaz-beyaz alan denir.



Şekil 2.8 Menisküsün artroskopik görüntüsü [24]

Radyal, vertikal, horizontal, dejeneratif, kova sapı veya miks tip gibi çok sayıda menisküs yırtığı tarif edilmiştir. Günümüzde diz atroskopisinin yaygınlaşması ve gelişmesiyle çoğu menisküs yırtığı tedavi edilebilmektedir [25, 26].

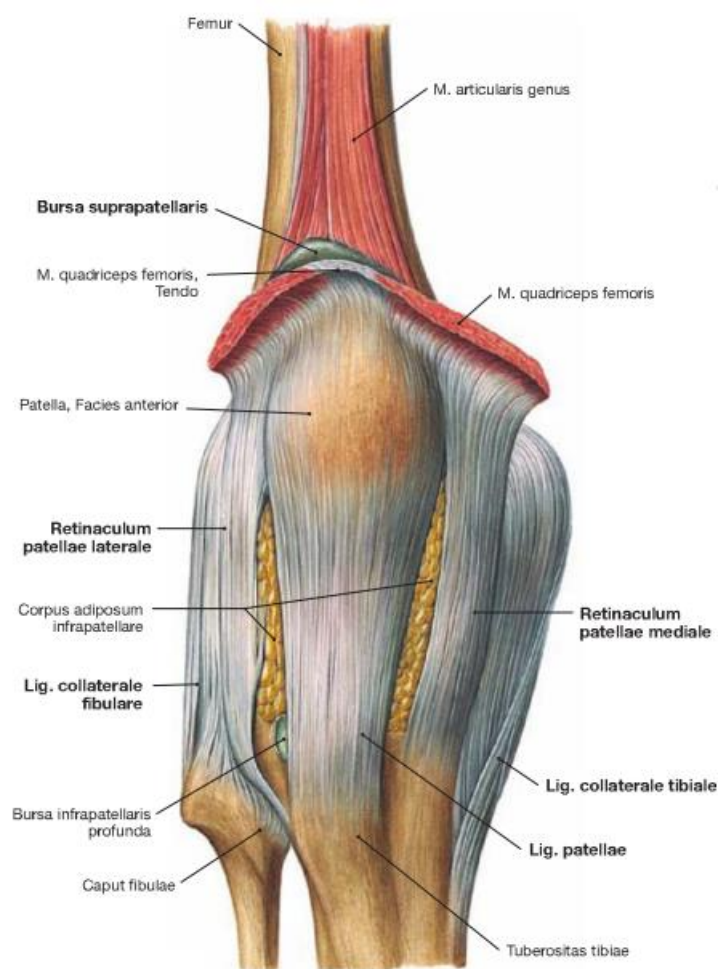


Şekil 2.9 Menisküs yaralanma tipleri [27]

2.1.2.2 Eklem Dışı Yapılar

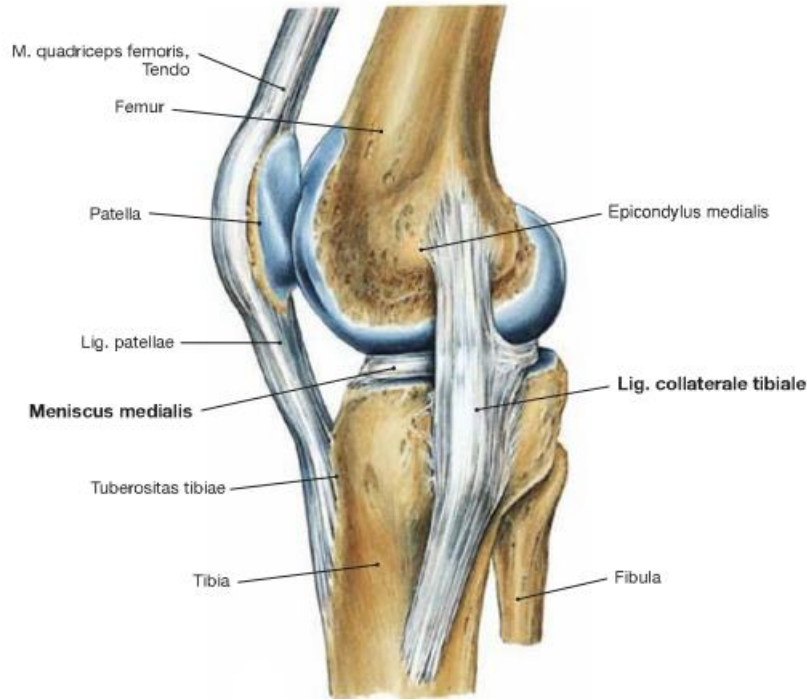
Diz eklemi bağlar ve muskulotendinöz yapılar tarafından anterior, medial, lateral ve posteriordan sıkı bir şekilde stabilize edilir. Herhangi bir sebeple bu yapılardan bir veya daha fazlasının işlevinin bozulması sonucu diz eklemının stabilizasyonu zarar görür. Sonuç olarak dengeli yük aktarımı etkileceğinden eklemi ilgilendiren birçok patolojiye sebep olur. Bu patolojilerin tanısını koyup tedavisini gerçekleştirmek çoğu zaman oldukça zordur ve kişilerde kalıcı fonksiyon kaybına sebep olabilir.

Diz eklemının anteriorunda patellar tendon , lateral ve medial pateolofemoral ligamentler bulunur. Patellar tendon kuadriceps kasının bileşenleri tarafından oluşturulur. İntakt oluşu diz eklemının ekstesnsör mekanizması için önemli rol oynar. Sinovyal membrandan infrapatellar bursa ve infrapatellar yağ yastıkçığı (hoffa) sayesinde ayrılır [28]. Vastus medialis ve vastus kaslarının uzantıları patellanın her iki yanında patellar retinakulumları oluşturur. Bu yapılara lateralde iliotibial traktus da katılarak lateral patellofemoral ligament (LPFL) oluşturulur. Medialdekine ise medial patellofemoral ligament (MPFL) denir. MPFL'nin patellar stabilitede rolü önemlidir [29].



Şekil 2.10 Diz ekleminin koronal planda görüntüsü [12]

Diz ekleminin medialinde iç yan bağın yüzeysel ve derin lifleri bulunur. Bunlara ek olarak posterior oblik ligamentte medial bağ desteğinde önemlidir. İç yan bağ; yüzeysel ve derin tabakadan oluşur. Esas görevi dizi aşırı valgusunu engellemektir. Medial epikondilden tibiaya uzanan iç yan bağın yüzeysel tabakasına tibial kollateral ligament derin tabakasına ise medial kapsüler ligament adı da verilir. Yüzeysel lifleri pes anserin yapısının bileşenlerinden semitendinosus ve gracilis kasının derin komşuluğunda seyreder. Dizin her fleksiyon açısında valgus stresinin ana stabilizatörüdür. Bir bursa ile yüzeysel tabakadan ayrılan iç yan bağın derin lifleri ise medial menisküsle bağlantılıdır. Bu sebeple tibial dış rotasyon ve valgus yaralanmalarında medial menisküs yaralanmaları da eşlik eder. [30]. Femur epikondilinden tibia medial kondile uzanan bu bağ eklem kapsülü ile birleşerek valgus ve rotasyonel streslere karşı önemli bir stabilizatör rol oynar [31].

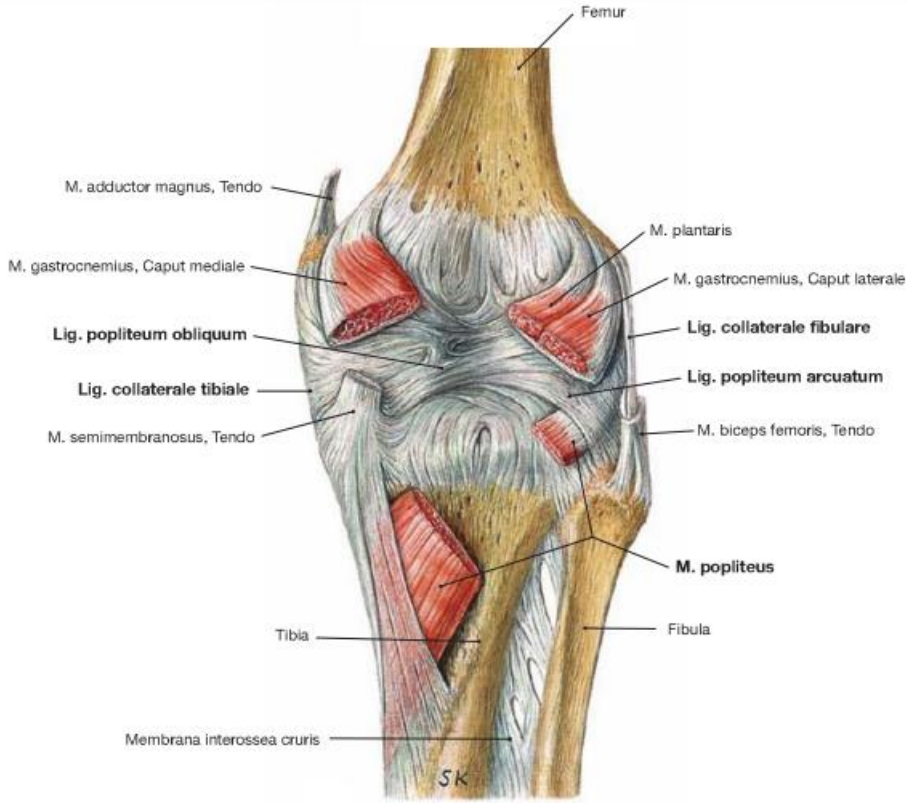


Şekil 2.11 Diz ekleminin sagittal planda görüntüsü [12]

Diz ekleminin lateralinde dış yan bağ (lateral kollateral ligament) ve anterolateral ligament bulunur. Dış yan bağ femur lateral epikondilden fibula başına uzanır. Proksimalde eklem kapsülüne tutunurken distalde eklem kapsülünden bağımsızdır. Distal yapışma yerinde iliotibial bant ile ilişkilidir. Popliteus kasının tendonu, popliteofibular ligament ve lateral eklem kapsülü ile birlikte posterolateral köşe olarak tanımlanan kompleksi oluşturur. Esas görevi dizin varus açılmasını engellemektir [32]. Anterolateral ligament ise rotasyonel stabiliteden sorumlu

olup femur epikondilden başlar ve tibianın üzerindeki gerdy tüberkülüne yapışır. Ön çapraz bağ yırtıklarında görülen segond kırıklarının anterolateral ligamentin avulziyon kırıkları ile ilişkili olduğu bilinmektedir [32].

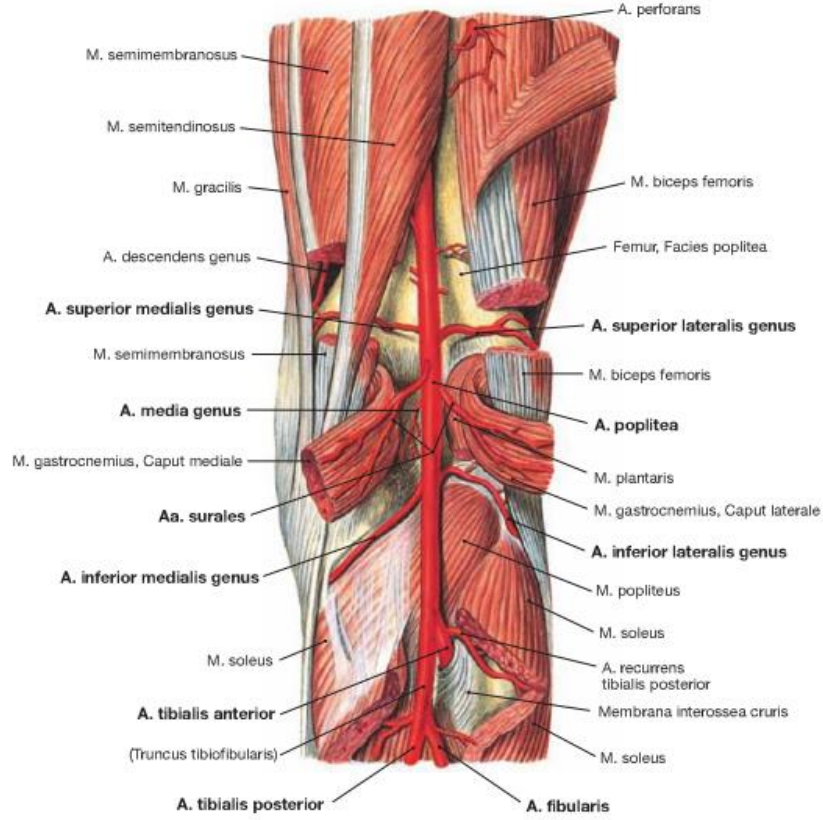
Diz ekleminin posteriorunda ise oblik popliteal ligament ve arkuat popliteal ligament bulunur. Oblik popliteal ligament femur lateral kondilden tibia medial kondiline doğru oblik bir seyir izler. Arkuat popliteal ligament ise Y harfi şeklindedir. Femur lateral epikondil, fibula başı ve tibia interkondiler alan arasında uzanır. [33]



Şekil 2.12 Diz ekleminin posterior görüntüsü [12]

2.2 Diz Ekleminin Kanlanması

Femoral arter uyluk proksimaldeki seyrinden sonra adduktor kanalı (Hunter) geçip yoluna popliteal arter olarak devam eder. Popliteal fossadan geçtikten sonra popliteus kası komşuluğunda anterior ve posterior tibial arter olarak ikiye ayrılır ve distale devam eder. Popliteal arter; superior medial ve lateral genikulat arter, inferior medial ve lateral genikulat arter, anterior ve posterior tibial rekürren arter, lateral femoral sirkumfleks arterin inen dalı ve arteria genu media olmak üzere toplam 5 adet dal verir.



Şekil 2.13 Diz ekleminin arteriyel dolaşımı [12]

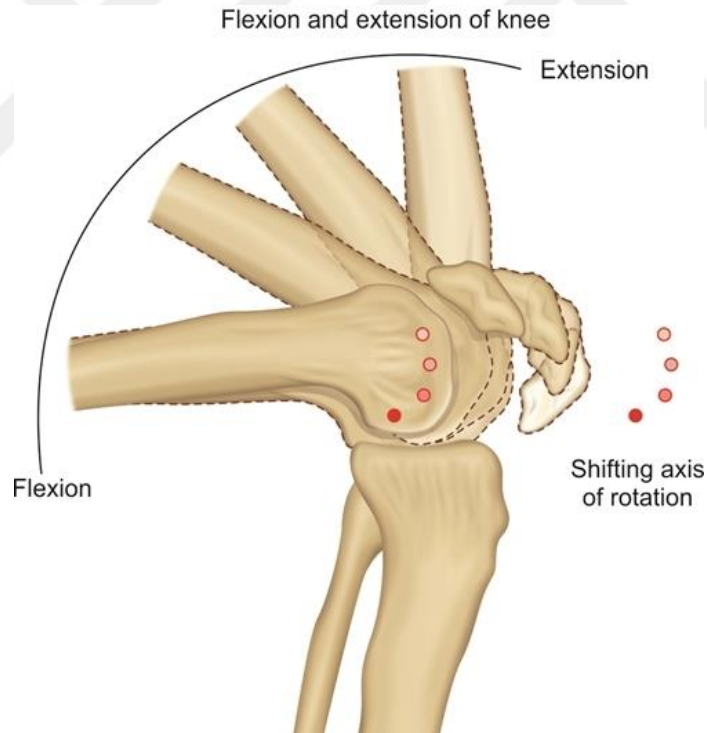
Venöz dolaşımda ise kruristen gelen tibialis anterior ve posterior venleri birleşerek popliteal venin yapısına katılır. Popliteal ven ise proksimalde popliteal fossayı geçince femoral ven olarak devam eder [34].

2.3 Diz Ekleminin İnervasyonu

Dizin inervasyonu femoral, tibial, peroneal ve obturator sinirler tarafından sağlanmaktadır. Siyatik sinirden ayrılan tibial sinir popliteal fossaya girip burada gastrocnemius, soleus, plantaris ve popliteus kaslarına motor dallarını verir. Peroneal sinir ise yine siyatik sinirden ayrıldıktan sonra popliteal bölgede biceps femoris kası boyunca ilerler. Fibula başını dolanarak distale uzanır. Patella çevresindeki nöral pleksus uyluğun lateral, intermedia ve medial femoral kutanöz siniriyle femoral sinirin posteriorundan ayrılan safen sinirin infrapatellar dalları anastomozlar oluşturur. Safen sinirden ayrılan infrapatellar dal eklem kapsülünü ve patellar tendonu inerve eder. Safen sinir ise dizin medialinden distale doğru uzanır [34].

2.4 Diz Eklemine Biyomekaniği

Diz eklem kompleksinin temel işlevi mümkün olan en az enerji ile stabiliteyi koruyarak hareket etmeyi sağlamaktır. Ayrıca hareket sırasında eklem gelen kuvvetleri absorbe etmek ve orantılı bir şekilde çevre dokulara iletmektir. Ginglimus (menteşe) tipi eklemdir. Diz eklemi statik ve dinamik stabilizatörler arasında yüksek eklem hareket açıklığına sahip kompleks bir yapıdır. Diz eklemine ana hareketleri rotasyon ve translasyondur. Hareket esnasında 160 derece fleksiyon görülürken bazı insanlarda 5-10 derece negatif fleksiyon da görülebilir. 6-8 derece varus-valgus ve fleksiyonda yaklaşık 30 derece translasyon görülür. Ön arka planda 5-10 mm, medial lateral ekseninde 1-2 mm translasyon da yapabilir. Diz eklemine bahsedilen bu hareketleri esnasında rotasyon merkezi (centre of rotation, COR) 'J' şeklinde yer değiştirir. Fleksiyon esnasında femur tibia üzerinde 25 derece döner, fleksiyonun devam etmesi sonucunda dönmeye ek olarak kayma hareketi de eklenir. Tam ekstansiyonda tibianın tam orta noktasında olan rotasyon merkezi fleksiyon arttıkça arkaya doğru yer değiştirir. Bu özellik sayesinde eklem her açıdaki hareketinde diz stabilizasyonu korunmuş olur [35].

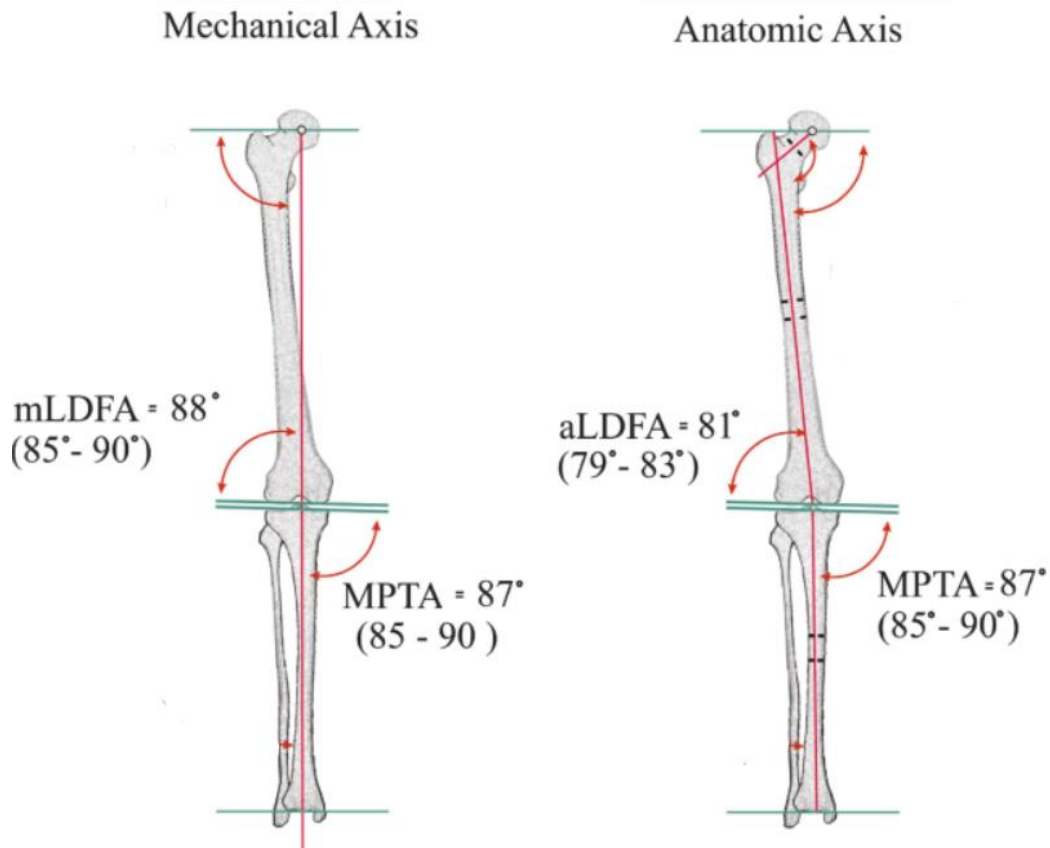


Şekil 2.14 Diz eklemine fleksiyon ekstansiyon sırasında hareket merkezinin yer değiştirmesi [36]

Femur başı merkezi ile proksimal tibianın orta noktasından geçen çizgi femurun mekanik aksını, femur şaftına paralel olan çizgi ise femurun anatomik aksını gösterir. Femurun bu iki aksı arasında 7 derece vardır. Tibianın mekanik ve anatomik aksı ise birbirine paraleldir. Alt

ekstremitenin mekanik aksı femur başı merkezden başlar ve ayak bileğinin ortasında sonlanır. Bu hattın ayakta basarak çekilen ortoröntgenogramda yer değiştirmesi bir patolojiyi işaret eder [37].

Femur kondillerini birleştiren çizgi ile femur mekanik aksı arasında yaklaşık 87 derecelik bir açı vardır. Bu açıya lateral distal femoral açı (LDFA) denir. Bu açı femur distalinin valgusta olduğunu gösterir. Bu valgus açısının 5 dereceden büyük olması patolojik kabul edilir. Tibia proksimal eklem yüzünden geçen hat ile tibianın mekanik aksı arasındaki açı ise medial proksimal tibia açısı (MPTA) olarak isimlendirilir. Bu açı da 87 derece olup distal femurun valgus pozisyonunu dengelemek için tibianın proksimal eklem yüzünün bir miktar varusta olduğunu gösterir.



Şekil 2.15 Mekanik ve anatomik aks. mLDFA: Mekanik lateral distal femoral açı. aLDFA: Anatomik lateral distal femoral açı. MPTA: Mekanik proksimal tibial açı. [38]

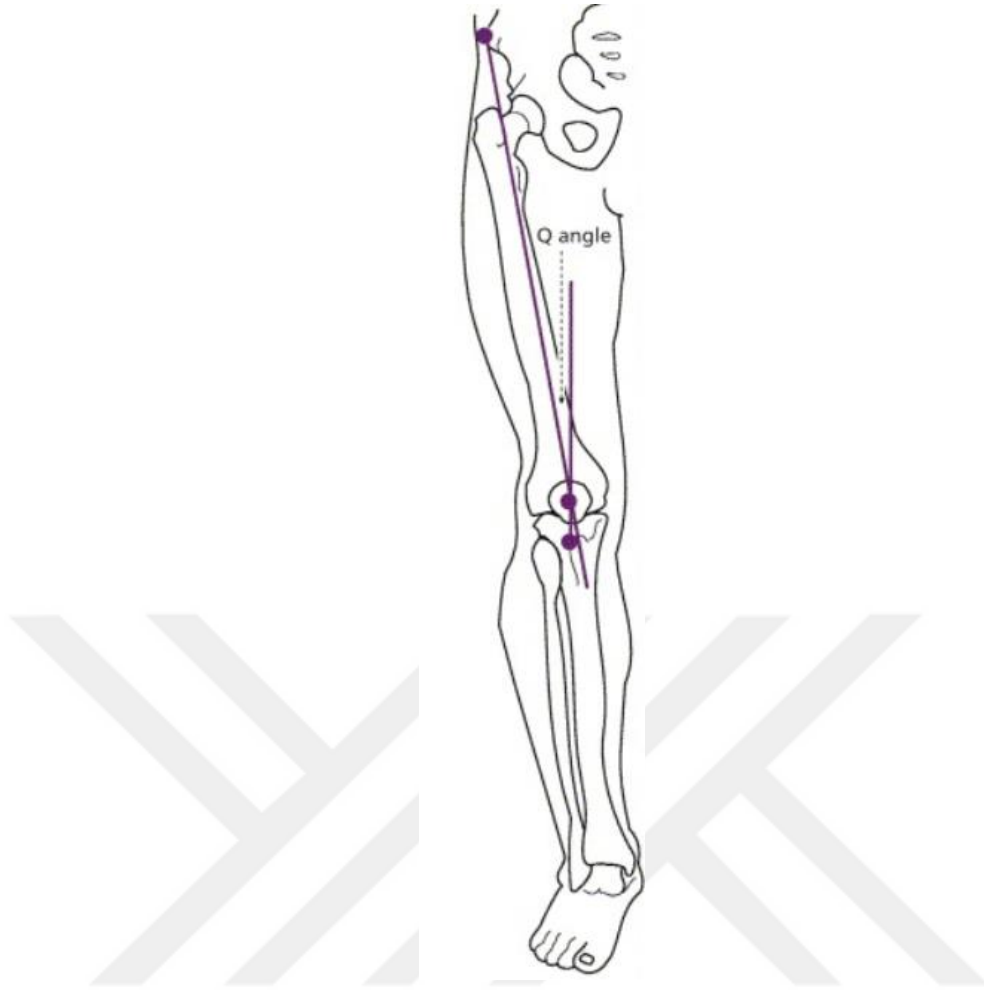
Tibia proksimal bölgesindeki önemli bir özellik de sagittal planda tibia proksimalin posteriora doğru eğimidir. Bu eğim tibial slope olarak isimlendirilir ve ortalama değeri 8-12 derecedir. 15 dereceden fazla olması patoloji kabul edilir [39].



Şekil 2.16 Direk grafide posterior tibial slope [40]

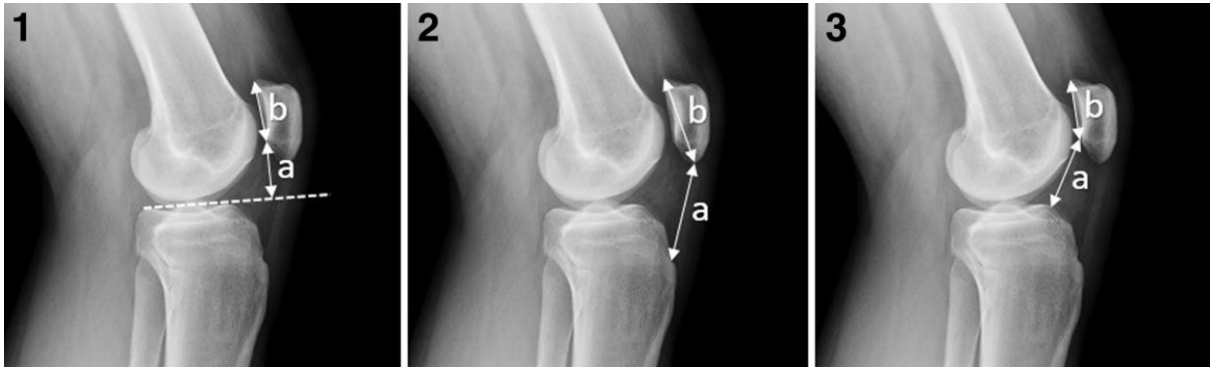
2.5 Patellofemoral Eklem

Patellofemoral bozukluklar ortopedi ve travmatoloji polikliniklerine başvuruların sık sebeplerindendir. Travmatik veya anatomik bozukluklara bağlı olarak gelişen çok sayıda hastalık tanımlanmıştır. Patella çıkıkları, patella uyum bozuklukları ve artroz bunlardan bazılarıdır. Bu sebeple patellofemoral eklem anatomisini ve çalışma prensiplerini iyi bilmek gerekir. Vücudun en büyük sesamoid kemiği olan patella femur distal anteriorda bulunan troklear oluğa yerleşir. Kuadriseps kasının tendonu ve patellar ligament arasında yer alır [41, 42]. Diz önu bağların ve diğer yumuşak dokuların eklem hareketi boyunca patellayı sabit tutma görevleri vardır. Patellanın lateralize olmasını engellen en önemli yapı medial patellofemoral ligamenttir [42]. Patellanın dizilimini incelemek için çeşitli parametreler tanımlanmıştır. Bunlardan klinik en önemlilerinden biri olan Q açısı spina iliaca anterior süperiordan (SİAS) patella merkezine çizilen hat ile patella merkezinden tibia ön yüzünde bulunan tuberositas tibiaya çizilen hat arasındaki açıdır. Normalde 15 ortalama derece olan bu açının 20 derece üzerinde olması patoloji kabul edilir.



Şekil 2.17 Q açısı

Bir diğer parametre ise tuberositas tibia ile troklear oluk arası mesafedir. Ortalama 10-13mm olan bu değerin 15 mm üzerinde olması patellanın instabilite için risk teşkil etmektedir [43]. Patellar kemiğin olması gerekenden daha yukarda (patella alta) veya daha aşağıda (patella baja) olması da patellar instabilite ve patellofemoral artroz gibi sonuçlara yol açabilir. Patellar yüksekliği değerlendirmek için İnsall-Salvati, Blackburne-Peel ve Caton-Deschamps gibi indeksler tanımlanmıştır [42].



Şekil 2.18. 1) Blackburne peel indeksi: b/a. a: Patella eklem yüzeyinin distal noktası ile diz eklem çizgisi arası mesafe. b: Patella kemiğinin eklem yüzeyinin proksimal ve distal noktaları arasındaki mesafe. **2)** Insall–Salvati indeksi: b/a a: Patellanın distal noktası ile tüberositas tibia arasındaki mesafe. b: Patellanın proksimal ve distal noktaları arasındaki mesafe. **3)** Caton–Deschamps indeksi: b/a a:Patellanın distal eklem yüzeyi ile tibia plato arasındaki mesafe b: Patella eklem yüzeyinin proksimal ve distal noktaları arasındaki mesafe [44].

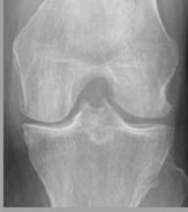
2.6 Diz Osteoartriti

Dejeneratif eklem hastalığı olan osteoartrit, tüm eklemlerde görülebileceği gibi en sık yük taşıyan diz ve kalça ekleminde görülür. Eklem içi ve eklem dışı birçok yapı sağlıklı eklem yapısının korunması ve işlevini sürdürebilmesi için önemli bir destek sağlar. Patogenezi net olmamakla birlikte çeşitli genetik, çevresel, metabolik ve biyomekanik faktörlerin patogeneizde katkısı olduğu düşünülmektedir. Tip 1 kollajenden oluşan subkondral kemik yoğunlukla tip 2 kollajen ve proteoglikanlardan oluşan eklem kıkırdağının eklem hareketi için bir yüzey sağlamasına yardımcı olur. Yapısındaki su, kollajen ve proteoglikan içeriğiyle menisküsler de ekleme gelen mekanik kuvvetleri azaltmada ve bu kuvvetlerin orantılı dağıtılmasında önemli rol oynar. İçeriğinde hyaluorolik asit gibi lubrikanlar bulunduran sinovyal sıvı, temas yüzeyini ve kıkırdakta oluşan stresi azaltarak eklem hareketlerini kolaylaştırır ve kıkırdağa gelen yükü azaltır. Proinflatuar sitokinlerin ve interlökinlerin aktivasyonu ile başlayan süreç sonucunda eklem kıkırdağında yıkım, subkondral kemikte skleroz, remodeling ile osteofit oluşumu, sinovyal membranda inflamasyon gibi birbirini tetikleyen ilerleyici hasara yol açar [45, 46]. Başlangıçta asemptomatik olabilen ve kişinin hayat kalitesini etkilemeyen bu durum önlem alınmazsa yukarıda bahsedilen ilerleyici süreç sonucu eklem fonksiyonlarında kısıtlamaya, iş gücü kaybına ve kaçınılmaz son olarak sakatlığa yol açar [45]. Osteoartrit ileri yaşa bağlı oluşan eklem kıkırdak dejenerasyonuna bağlı olabileceği gibi daha genç yaşlarda altta yatan bir sebebe bağlı olarak da gelişebilir. Bu sebepler arasında travma, geçirilmiş ameliyat öyküsü, doğumsal deformiteler, metabolik hastalılar, romatolojik hastalılar ve herhangi bir sebeple kullanılan ilaçlar sayılabilir. Klinik olarak en sık bulgu ağrıdır. Mekanik karakterde olan bu ağrı sıklıkla lokalize edilemez, diz içi veya diz çevresi bölgede hissedilir. Aktivasyonla artan ağrı istirahat ile azalır. Eklem hareket açıklığının azalması ve ileri evre osteoartrite bağlı mekanik aksın bozulmasıyla dizde şekil bozukluğu meydana gelir. Enflamasyona ikincil gelişen sinovit atakları ağrıyla beraber şişliğe de sebep olur. Tüm bu süreçler birbirini tetikler; sonuç olarak işgücü kaybı, sağlık harcamalarında artma meydana gelir. Tedavi edilmezse bu kişiler kendi rutin hayatını dahi sürdüremeyecek duruma gelebilir [47]. Osteoartrit tanısını

koyarken iyi bir anamnez ve detaylı fizik muayenenin yanı sıra radyolojiden de yararlanır. Tanı koymada genelde direk grafiler yeterlidir. Bazı nadir durumlarda ise bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanılabilir. Nizami çekilen bir direk grafi kişi ayakta iken çekilmeli ve kalça, diz ve ayak bileğini kapsamalıdır. Direk grafide mekanik aksın bozulması, eklem aralığında daralma, subkondral skleroz ve kistler, osteofitler görülebilir. Radyolojik evrelemede Kellgren-Lawrance evreleme sistemi kullanılır [46]. Osteoartrit tedavisi çok geniş spektrumlu olup kişilere ilk aşamada hayat tarzı değişikliği önerilir. Buradaki amaç diz eklemine binen yükü azaltmak ve eklem dejenerasyonunu artıracak aktivitelerden kişileri uzak tutmaktır. Hastalara merdiven inip çıkmamaları , alaturka tuvalet kullanmamaları, vücut kitle indeksinin <30 şeklinde kilolarının ayarlanması, yeme içmenin yer sofrası yerine masada yapılması gibi önerilerde bulunulur. Hastanın ev, iş veya sosyal çevresinde bu ve benzeri önlemleri alması sağlanır. Akut inflamasyon sürecinde ağrı, şişlik ve eklem hareket kısıtlılığı gözlenebilir. Bu durumda ise ekstremitte istirahati ve nonsteroid antienflamatuvar ilaçlar önerilir. Medikal tedavide ağrı için opioid veya opioid dışı ilaçlar sık kullanılır. Bunların dışında eklem içi hyalourunik asit, prp veya kortikosteriod uygulamaları sadece seçilmiş hastalarda denenebilir ancak etkinlikleri konusunda henüz görüş birliği sağlanamamıştır. Tüm bunlara rağmen geçmeyen ve ilerleyici bir süreçle kişinin hayat kalitesini bozan durumlarda ise cerrahi tedavi seçenekleri gündeme gelir. Hastalığın evresine ve hastaya bağlı faktörler gözetilerek, seçeneklerin hastaya detaylı bir şekilde anlatılarak en uygun cerrahi tedavi seçeneğine karar verilmelidir [48]. Cerrahi tedavide mekanik aksın bozulmadığı hastalarda daha az invaziv olan artroskopik işlemler ön planda düşünülmelidir. Artroskopik diz içi debridman , meniküs hasarı varsa onarılması veya eksize edilmesi faydalı olabilir. Ancak alignmentin bozulduğu durumlarda diz eklemine gelen yükü dengelemek amacıyla düzeltici osteotomiler gündeme gelir. Ağrının sadece diz eklemine olduğu, eklem hareket açıklığının korunduğu, bağ instabilitesinin olmadığı, hastanın özgeçmişinde romatolojik hastalık yokluğu, hastanın obez olmaması gibi endikasyonun uygun olduğu daha genç hastalarda osteotomiler artroplastie göre daha öncelikli düşünülmelidir. Yapılacak osteotomiye karar verebilmek için detaylı bir deformite analizi mutlaka yapılmalıdır. Mümkünse bilateral tüm alt ekstremitayı içine alacak şekilde grafi çekilerek ana deformite saptanmalıdır. Hastayla da bilgi alışverişinde bulunularak tedaviye birlikte karar verilmelidir [49]. Yukarda anlatılan tedavi seçeneklerine uymayan hasta profillerinde ise artroplastiden başka seçenek kalmamıştır. Diz protezinin tarihsel gelişimine bakıldığında diz protezi yapılan hasta sayısı hızla artmakta ve bununla beraber uzun süren protez sağkalımları gözlenmektedir. Bununla beraber aktif hayatına geri dönen kişi sayısı da artmaktadır. Cerrahiden iyi sonuçlar almak için hastanın perioperatif

bakımı çok önemlidir. Bunlar arasında ameliyat öncesi iyi bir anamnez, detaylı bir fizik muayene, radyolojik değerlendirme yapılması, diyabet veya hipertansiyon gibi kronik hastalıkların kontrol altına alınması ve enfeksiyonun önlenmesi için bakteriyemiye sebep olabilecek idrar yolu, ağız ve diş enfeksiyonları tedavilerinin yapılması önerilir. Ameliyat sırasında ise öncesinde profilaktik antibiyoterapi başlanması, cilt florasının bulaşını engellemek için cerrahi alanın antiseptik solüsyonla yıkanması, kanama kontrolü için traneksamik asit infüzyonu ve turnike kullanılması, ağrı kontrolü için anestezi doktoru tarafından lokal sinir blokajları yapılması ve hasta için en uygun tip protez kullanılması önerilir. Ameliyat sonrası erken dönemde hastanın yara yeri enfeksiyonlarının önlenmesi için antibiyoterapi, yara yeri bakımı, emboli riskini azaltmak için antiembolik çorap ve antikoagülan ilaç kullanımı ve hastanın mobilize edilmesi önerilir. Hastalar rehabilitasyon programına alınmalı ve bu konuda eğitilmelidir. Tam iyileşme 6-12 ayı bulabilir ancak bu dönemde çoğu hastada belirgin düzeyde iyileşme gözlenir [50]. Total diz protezi osteoartrit gibi patolojik durumlarda eklem fonksiyonunu geri kazandırmaya yönelik bir uygulamadır. Tüm dünya genelinde sıklıkla yapılan bu cerrahi prosedürlerin hem komplikasyon oranını azaltmak hem de olası komplikasyonlarla mücadele etmek daha önemli hale gelmiştir. [51] Bu komplikasyonlar arasında ameliyat sırasında nörovasküler yaralanma, polietilen aşınması ve osteoliz, protez enfeksiyonu, periprostetik fraktür, eklem sertliği ve geçmeyen ağrı sayılabilir [52]. Mekanik sebeplerle gelişen komplikasyonların çoğu doğru implant seçilememesi ve implantın yanlış hizalanmasına bağlı olarak gelişir. Uygun hizalama, eklemde yükün eşit dağılımını, optimal eklem hareketlerini ve protez bileşenlerinin uzun ömürlü olmasını sağladığı için protezin uzun vadeli başarısı için kritik öneme sahiptir. Bu durum malalignment olarak isimlendirilir. Yanlış kemik kesileri veya ameliyat sırasında protezin yanlış yerleştirilmesi, varus veya valgus deformiteleri gibi ciddi preoperatif diz deformiteleri, diz bağlarının yanlış dengelenmesi, obezite, zayıf kemik kalitesi ve bazı anatomik varyasyonlar malalignment sebepleri olarak sayılabilir [53]. Diz protezi ameliyatlarında en sık karşılaşılan bir başka sorun ise eklem seviyesinin ayarlanamamasıdır. Primer veya revizyon total diz protezi ameliyatlarında diz eklem seviyesinin ayarlanması, cerrahi başarıyı doğrudan etkileyen kritik bir faktördür. Bu işlem hem protezin sağkalımını artırmakta hem de hastanın fonksiyonel sonuçları açısından büyük öneme sahiptir. Eklem seviyesinin doğru ayarlanması hem protez implantlarının anatomik uyumunu hem de diz çevresi yumuşak doku dengesini ve dolayısıyla hastanın konforunu amaçlar. Yapılan ameliyatla nizami restore edilen eklem çizgisi alt ekstremitenin mekanik eksenini korur, protez üzerine gelen yükün dengeli dağılmasına sebep olur. Böylece erken dönemde protezde aşınma ve gevşeme riskini azaltır. Doğru ayarlanmayan eklem seviyesi

eklem hareket kısıtlılığına ve patellofemoral uyumsuzluk sebebiyle geçmeyen diz önü ağrısına sebep olur [54]. Eklem seviyesi tayinini zorlaştıran sebepler arasında cerrahi tecrübe eksikliği, kemik deformite ve defektleri sebebiyle anatomik referans noktalarını bulmakta zorluk sayılabilir. Eklem seviyesinin belirlenmesi konusunda hala net bir fikir birliği sağlanamamıştır. Ancak son zamanlarda yapılan çalışmalar belli anatomik noktaların yardımıyla eklem seviyesinin tayini konusunda umut vericidir [6]. Ayrıca bilgisayar destekli robotik cerrahilerde bu zorlukların aşılabildiği ve daha anatomik implant yerleştirilebildiği gösterilmiştir [55].

Example images					
KL Grade	Grade0	Grade1	Grade2	Grade3	Grade4
Classification	Normal	Doubtful	Mild	Moderate	Severe
Description	No radiographic features of OA	Doubtful joint space narrowing(JSN)	Definite osteophytes Possible JSN	Multiple osteophytes Definite JSN Sclerosis	Large osteophytes Marked JSN Severe scierosis

Şekil 2.19 Kellgren-Lawrence sınıflaması [56]

2.7 Diz Eklemine Radyolojik Değerlendirilmesi

Diz eklemine akut veya kronik seyirli patolojilerin tanısını koyma, evrelendirme ve tedaviye karar vermede radyolojinin katkısı büyüktür. Bu sebeple direk grafi, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) en sık kullanılan görüntüleme modalitelerindendir. Direk grafi diz patolojilerinde kullanılan ilk basamak görüntüleme sistemidir. Günlük pratikte 2 yönlü grafi çekilmektedir. Kolay ulaşılabilmesi, maliyetin düşük buna rağmen etkinliğinin yüksek olması, düşük radyasyon dozu içermesi avantajlarındandır. Dezavantajı ise radyolojik değerlendirmede her zaman yeterli olmamasıdır. En sık kullanılan anteroposterior (AP) VE lateral grafilerdir. Ancak diz eklemine diğer bazı patolojileri direk grafiyle tanımlayabilmek için çeşitli pozisyonlarda grafiler tanımlanmıştır. Bunlar arasında tünel grafi, tanjansiyel diz grafisi ve skyline grafiler yer almaktadır. Özellikle diz osteoartriti şüphesiyle çekilecek AP ve lateral direk grafilerde hasta mutlaka ayakta olmalı ve grafi yere basarak çekilmelidir. Böylece diz eklemine yük bindirilir. Olası dizilim bozuklukları ve eklem aralığındaki daralmalar görülebilir [57].

Bilgisayarlı tomografi (BT) iskelet sisteminde direk grafinin kemik dokuyu göstermede yetersiz kaldığı durumlarda kullanılır. Örneğin arada kalınan ve tanı konulamayan fraktürlerde, kemik

dokuya etkilerinin daha net görölmek istendiği kemik tümörlerinde BT kullanılabilir. Eklem içi kemik fraktürlerinde hem fraktürü daha net anlayabilmek hem de ameliyat öncesi hazırlık aşamasında kullanılır. BT, İleri evre osteoartrit cerrahi tedavi öncesinde kemik stoğunun değerlendirilmesinde ve bilgisayar yardımcı artroplastik cerrahilerde yapılacak kemik kesileri için referans noktaları belirlemede de rol sahibidir. Yüksel doz radyasyon içermesi sebebiyle gerekli olmayan hallerde kullanımından kaçınılmalıdır [58].

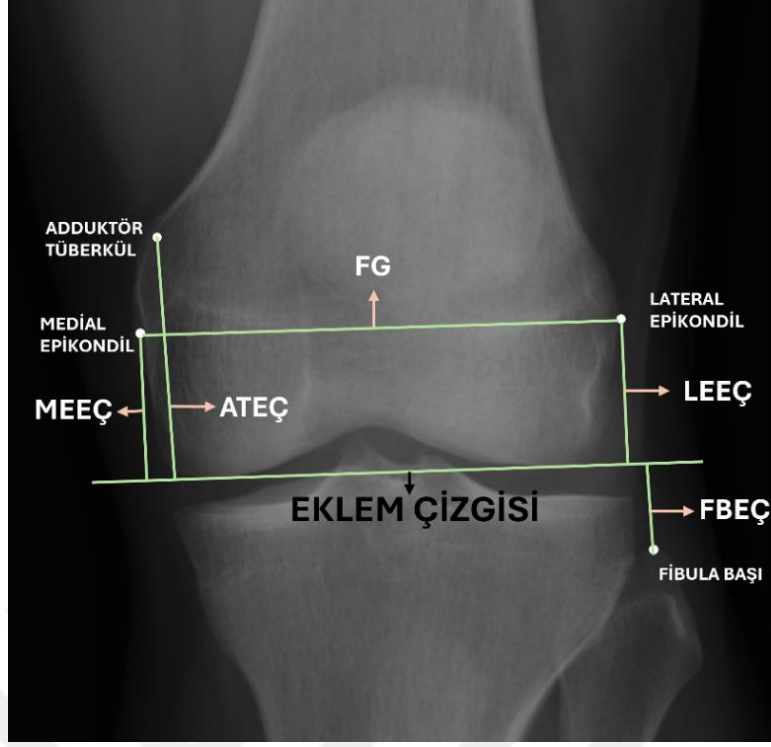
MRG'nin en önemli özelliği yumuşak dokuları en iyi gösteren görüntüleme sistemi olmasıdır. Diz eklemi için söyleyecek olursak; bağ, menisküs ve kıkırdak patolojilerinin teşhisinde anamnez ve fizik muayeneye ayrılmaz bir bütündür. Sadece tanıda değil tedavi planlamasında ve tedavi sonrası izlemde de MRG'nin önemli büyüktür [59].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

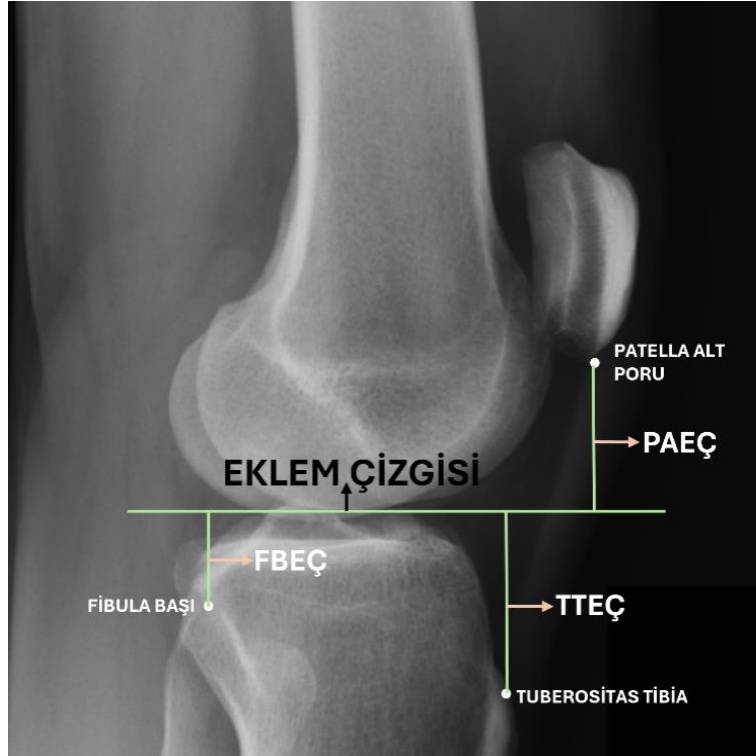
Bu çalışmada 01.01.2019 ile 01.01.2024 tarihleri arasında Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji polikliniği ve acil servise başvuran hastalar tarandı. Çalışmaya diz eklemine yönelik direk grafi, BT ve MR taraması yapılan hastalar dahil edildi. Tümör, osteomyelit, kıkırdak hasarı, diz çevresi kemik fraktürü, diz çevresi kemik fraktür öyküsü, osteoartrit, patellar bozukluk (patella alta veya baja), inflamatuvar hastalık, geçirilmiş diz çevresi cerrahi öyküsü olan hastalar ve 18 yaş altı hastalar dışlama kriterleri olarak belirlendi. Hastaların radyolojik tetkiklerinin uygunluğu bir radyoloji uzmanı ve bir ortopedi ve travmatoloji araştırma görevlisi tarafından kontrol edildi.

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi girişimsel olmayan klinik araştırmalar etik kurulu tarafından 15.02.2024 tarihinde 67 sıra numarası ile etik kurulu onayı alınmıştır.

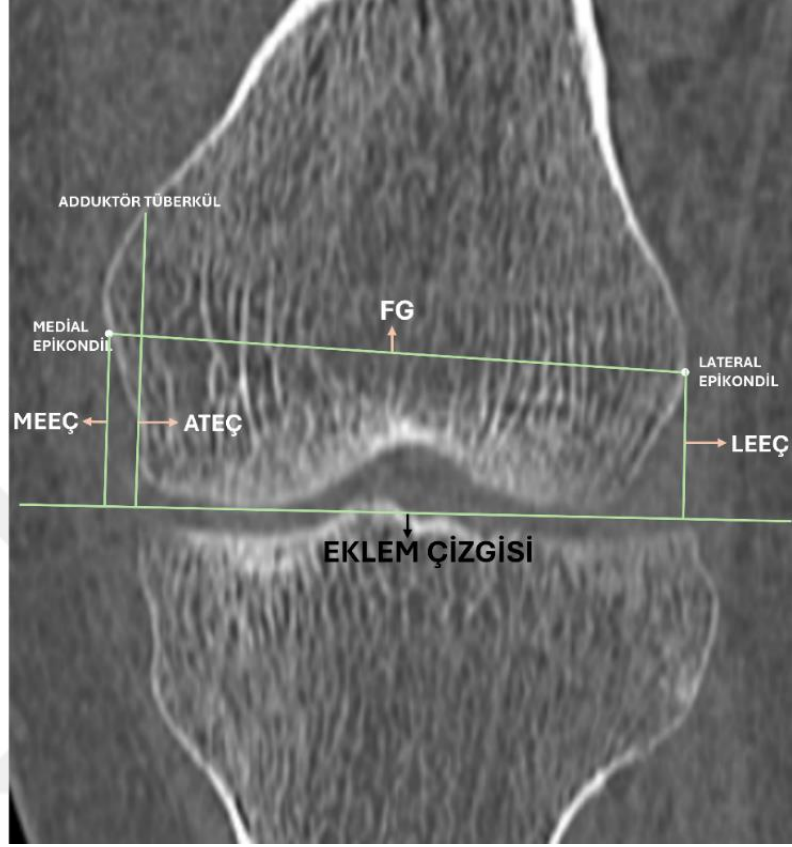
Çalışmaya uygunluk kriterleri göz önüne alınarak dahil edilen hastaların diz eklemine yönelik çekilen direk grafi, BT ve MR görüntüleri üzerinden anatomik noktalar işaretlendi. Bu noktalar femur medial ve lateral epikondil, adduktör tüberkül, fibula başı, patellar kemiğın distali, tuberositas tibia ve her iki femur kondilinin en distal noktasını birleştiren eklem çizgisidir. Bu belirtilen noktalar üzerinden medial epikondil ile eklem çizgisi, lateral epikondil ile eklem çizgisi, adduktör tüberkül ile eklem çizgisi, fibula başı ile eklem çizgisi, patellar kemiğın en distal noktası ile eklem çizgisi, tuberositas tibia ile eklem çizgisi ve her iki epikondil arası mesafe bir ortopedist ve bir radyolog tarafından ayrı ayrı ölçüldü ve not edildi. Ayrıca yapılan ölçümler önce kendi görüntüleme modalitesi arasında ardından diğeri görüntüleme modaliteleri arasında karşılaştırıldı. Tüm ölçümler radyoloji uzmanı Dr Ali Oğuz ve ortopedi ve travmatoloji araştırma görevlisi Dr Yüksel Yüksel tarafından birbirinden bağımsız olarak yapıldı. Gözlemciler hastaların demografik özelliklerinden habersizdi.



Şekil 3.1. Diz ekleminin anteroposterior grafisi. ATEÇ: Adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arası mesafe. FBEÇ: Fibula başı ile eklem çizgisi arası mesafe. FG: Femoral genişlik. LEEÇ: Lateral epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. MEEÇ: Medial epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe (Dütf radyoloji arşivinden alınmıştır)



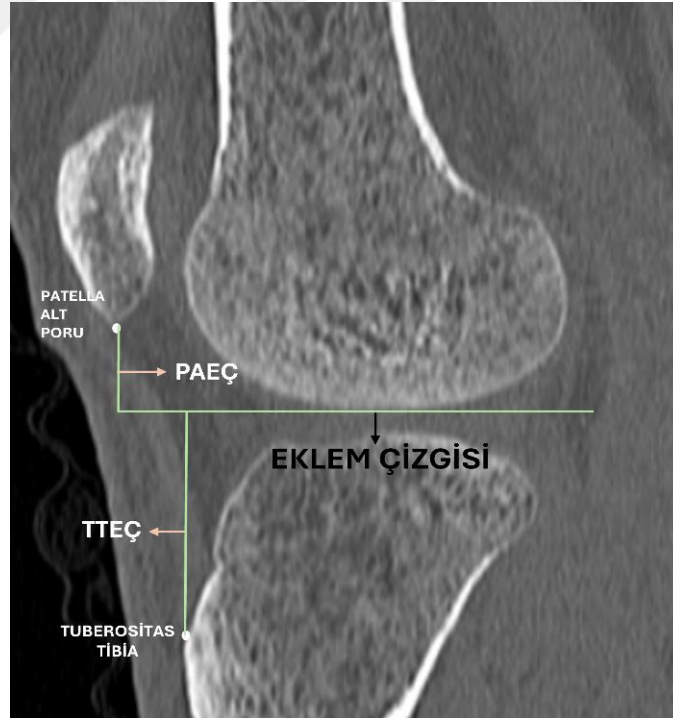
Şekil 3.2. Diz ekleminin lateral grafisi. FBEÇ: Fibula başı ile eklem çizgisi arası mesafe. PAEÇ: Patella alt ucu ile eklem çizgisi arası mesafe. TTEÇ: Tuberositas tibia ile eklem çizgisi arası mesafe. (Dütf radyoloji arşivinden alınmıştır)



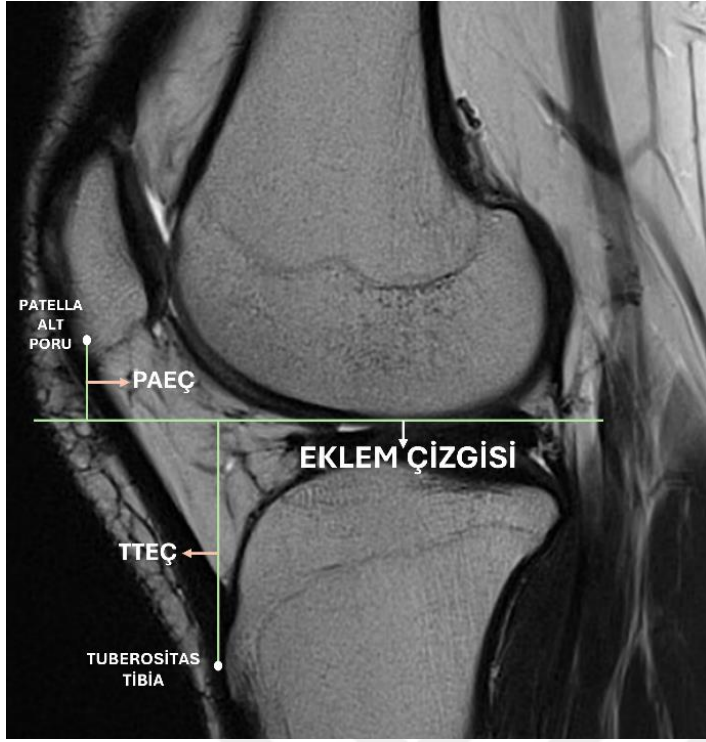
Şekil 3.3 Diz ekleminin koronal bilgisayarlı tomografi koronal düzlem kesiti. ATEÇ: Adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arası mesafe. FG: Femoral genişlik. LEEÇ: Lateral epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. MEEÇ: Medial epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. (Dütf radyoloji arşivinden alınmıştır)



Şekil 3.4. Diz ekleminin koronal bilgisayarlı tomografi koronal düzlem kesiti. FBEÇ: Fibula başı ile eklem çizgisi arası mesafe. (Dütf radyoloji arşivinden alınmıştır)



Şekil 3.5. Diz ekleminin koronal bilgisayarlı tomografi sagittal düzlem kesiti. PAEÇ: Patella alt ucu ile eklem çizgisi arası mesafe. TTEÇ: Tuberositas tibia ile eklem çizgisi arası mesafe. (Dütf radyoloji arşivinden alınmıştır)



Şekil 3.6. Diz eklemine manyetik rezonans görüntüleme sagittal düzlem kesiti. PAEÇ: Patella alt ucu ile eklem çizgisi arası mesafe. TTEÇ: Tuberositas tibia ile eklem çizgisi arası mesafe. (Dütf radyoloji arşivinden alınmıştır)



Şekil 3.7. Diz eklemine manyetik rezonans görüntüleme sagittal düzlem kesiti. FBEÇ: Patella alt ucu ile eklem çizgisi arası mesafe. (Dütf radyoloji arşivinden alınmıştır)



Şekil 3.8. Diz eklemine manyetik rezonans görüntüleme aksiyel düzlem kesiti. FG: Medial epikondil ile lateral epikondil arası mesafe. (Dütf radyoloji arşivinden alınmıştır)

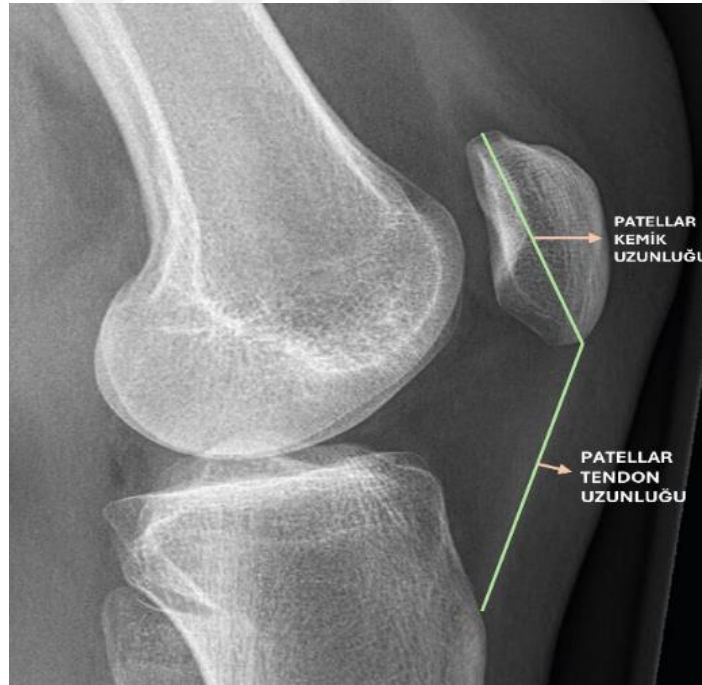
3.1 İstatistiksel Analiz

Çalışmadaki örneklem büyüklüğünü hesaplamak için G*Power 3.1 programı kullanıldı. Test ailesinden “exact” seçeneği, istatistiksel test bölümünden “correlation: bivariate normal model” seçeneği işaretlendi. Analizde girilen parametreler şöyleydi: tails: two; correlation ρ H1: 0,3; α : 0,05; power: 0,95; correlation ρ H0:0. Örneklem büyüklüğü 138 olarak hesaplanmış olup yaklaşık %35’lik veri kaybı düşünülerek ve çalışmanın gücünü artırabilmek amacıyla toplam örneklem büyüklüğü 186 olarak hesaplandı. Verilerin normal dağılımı uygun olup olmadığı Kolmogorov-Smirnova testi ile incelenmiştir ve verilerin normal dağılmadığı görülmüştür. Veriler ortalama $\pm$ standart sapma, median (minimum-maksimum) olarak özetlenmiştir. İncelenen parametrelerin cinsiyete göre karşılaştırmaları Mann Whitney U Testi ile analiz edilmiştir. Gözlemciler arası güvenilirliği değerlendirmek için sınıf içi korelasyon katsayıları (ICC) hesaplandı. 0,5’ten düşük ICC değerleri zayıf güvenilirliği, 0,5 ile 0,75 arasındaki değerler orta güvenilirliği, 0,75 ile 0,9 arasındaki değerler iyi güvenilirliği ve 0,90’dan büyük değerler mükemmel güvenilirliği göstermektedir [60]. Her bir görüntüleme tekniğinde incelenen parametrelerin kendi arasındaki ilişkileri ve her bir parametre için görüntüleme

tekniklerinin kendi arasındaki ilişkileri Spearman korelasyon analizinde Pearson korelasyon analizi kullanıldı. Korelasyonda r değeri; <0.20 ilişkinin olmadığı/çok zayıf ilişki, 0.20-0.39 zayıf ilişki, 0.40-0.59 orta düzey, 0.60-0.79 yüksek düzey ve 0.80-1.00 çok yüksek düzeyde ilişki olarak değerlendirildi. Femur genişliği ile diğer parametreler arası ilişkiyi değerlendirmek için lineer regresyon analizi yapılmıştır. İstatiksel analiz için IBM SPSS 20.0 (IBM Corp, Armonk, NY) istatistik programı kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir. Grafikler Python programlama dili kullanılarak matplotlib ve seaborn kütüphaneleri ile oluşturulmuştur.

4. BULGULAR

Randomize taranan hastalardan üçünde patella alta saptandı. Patellar yüksekliği değerlendirmek için en sık İnsall-Salvati indeksi (patellar tendon uzunluğu/patellar kemik uzunluğu) kullanılır. Bu oranın normal sağlıklı popülasyonda 0.8 ile 1,2 arasında olması beklenir [42]. Üç hastada bu oranın 1,2'nin üzerinde olduğu görüldü. Bu hastalar çalışmanın dışı bırakıldı ve değerlendirilmeye alınmadı. Literatürde genellikle görülme sıklığı %3 olan patella alta ile ilgili Türk toplumunda görülme sıklığına yönelik görüş birliği yoktur [61]. Bu da yaklaşık %1,5'e denk gelmektedir.



Şekil 4.1 Diz ekleminin 30° fleksiyonda lateral grafisi. (Dütf radyoloji arşivinden alınmıştır)

Çalışmaya 186 hasta dahil edilmiştir. Hastaların 98'i erkek (%52,7) 88'i (%47,3) kadındı. Yaş ortalaması $34,3 \pm 10,3$ (minimum 18; maksimum 52) olduğu görüldü. Değerlendirilen tüm

radyolojik parametreler için ICC'ler 0,90'dan ($p<0,001$) büyük bulunmuş olup, bu da mükemmel güvenilirliğin göstergesiydi. Kadın ve erkek cinsiyet için tanımlayıcı istatistikler direk grafi, BT ve MR'de ayrı ayrı belirlendi ve aşağıdaki tablolarda belirtildi. Bulunan değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi.

Tablo 4 1 Direk grafide incelenen parametrelerin cinsiyete göre karşılaştırmaları. FG: Femoral genişlik. ATEÇ: Adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arası mesafe. MEEÇ: Medial epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. LEEÇ: Lateral epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. FBEÇ: Fibula başı ile eklem çizgisi . TTEÇ: Tuberositas tibia ile eklem çizgisi arası mesafe. PAEÇ: Patella alt ucu ile eklem çizgisi arası mesafe

Teknik	Parametre	Cinsiyet	Ortalama $\pm$ Std	Median (Min-Max)	<i>p</i>
Direk Grafi	FG	Kadın	84,45 $\pm$ 7,96	83,88 (72,21-99,88)	0,058
Direk Grafi	FG	Erkek	86,80 $\pm$ 8,76	88,25 (71,46-102,59)	
Direk Grafi	ATEÇ	Kadın	42,63 $\pm$ 4,11	41,92 (36,10-51,81)	0,187
Direk Grafi	ATEÇ	Erkek	43,51 $\pm$ 4,72	44,94 (35,42-51,18)	
Direk Grafi	MEEÇ	Kadın	30,53 $\pm$ 3,04	30,40 (25,25-36,75)	0,113
Direk Grafi	MEEÇ	Erkek	31,30 $\pm$ 3,42	31,27 (25,16-38,40)	
Direk Grafi	LEEÇ	Kadın	24,00 $\pm$ 2,14	24,38 (18,91-28,62)	0,211
Direk Grafi	LEEÇ	Erkek	24,41 $\pm$ 2,38	24,53 (19,51-29,01)	
Direk Grafi	FBEÇ	Kadın	18,89 $\pm$ 1,23	18,86 (16,45-21,34)	0,466
Direk Grafi	FBEÇ	Erkek	19,02 $\pm$ 1,16	19,03 (16,79-21,39)	
Direk Grafi	TTEÇ	Kadın	35,18 $\pm$ 6,23	37,06 (24,62-43,71)	0,284
Direk Grafi	TTEÇ	Erkek	35,98 $\pm$ 6,18	36,59 (25,58-45,18)	
Direk Grafi	PAEÇ	Kadın	12,14 $\pm$ 2,48	11,53 (8,85-18,44)	0,598
Direk Grafi	PAEÇ	Erkek	12,55 $\pm$ 2,90	11,25 (9,06-19,95)	

Tablo 4.2. Bilgisayarlı tomografide incelenen parametrelerin cinsiyete göre karşılaştırmaları. ATEÇ: Adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arası mesafe. MEEÇ: Medial epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. LEEÇ: Lateral epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. FBEÇ: Fibula

başı ile eklem çizgisi . TTEÇ: Tuberositas tibia ile eklem çizgisi arası mesafe. PAEÇ: Patella alt ucu ile eklem çizgisi arası mesafe

Teknik	Parametre	Cinsiyet	Ortalama $\pm$ Std	Median (Min-Max)	<i>p</i>
BT	FG	Kadın	77.95 $\pm$ 6.83	76.12 (68.49-91.17)	0.114
BT	FG	Erkek	79.61 $\pm$ 7.30	80.81 (67.91-90.81)	
BT	ATEÇ	Kadın	39.40 $\pm$ 3.63	38.68 (33.96-45.87)	0.245
BT	ATEÇ	Erkek	40.11 $\pm$ 4.09	41.18 (34.13-46.14)	
BT	MEEÇ	Kadın	28.28 $\pm$ 2.66	28.44 (24.01-33.96)	0.197
BT	MEEÇ	Erkek	28.81 $\pm$ 2.87	28.90 (23.93-34.10)	
BT	LEEÇ	Kadın	22.17 $\pm$ 1.96	22.47 (17.91-25.97)	0.352
BT	LEEÇ	Erkek	22.46 $\pm$ 2.06	22.68 (18.01-26.13)	
BT	FBEÇ	Kadın	17.40 $\pm$ 1.04	17.39 (15.64-19.80)	0.379
BT	FBEÇ	Erkek	17.53 $\pm$ 0.99	17.64 (15.81-19.76)	
BT	TTEÇ	Kadın	32.55 $\pm$ 5.61	34.04 (22.70-40.86)	0.376
BT	TTEÇ	Erkek	33.12 $\pm$ 5.61	34.46 (23.78-40.95)	
BT	PAEÇ	Kadın	11.19 $\pm$ 2.30	10.61 (8.18-16.52)	0.450
BT	PAEÇ	Erkek	11.65 $\pm$ 2.73	10.33 (8.29-18.27)	

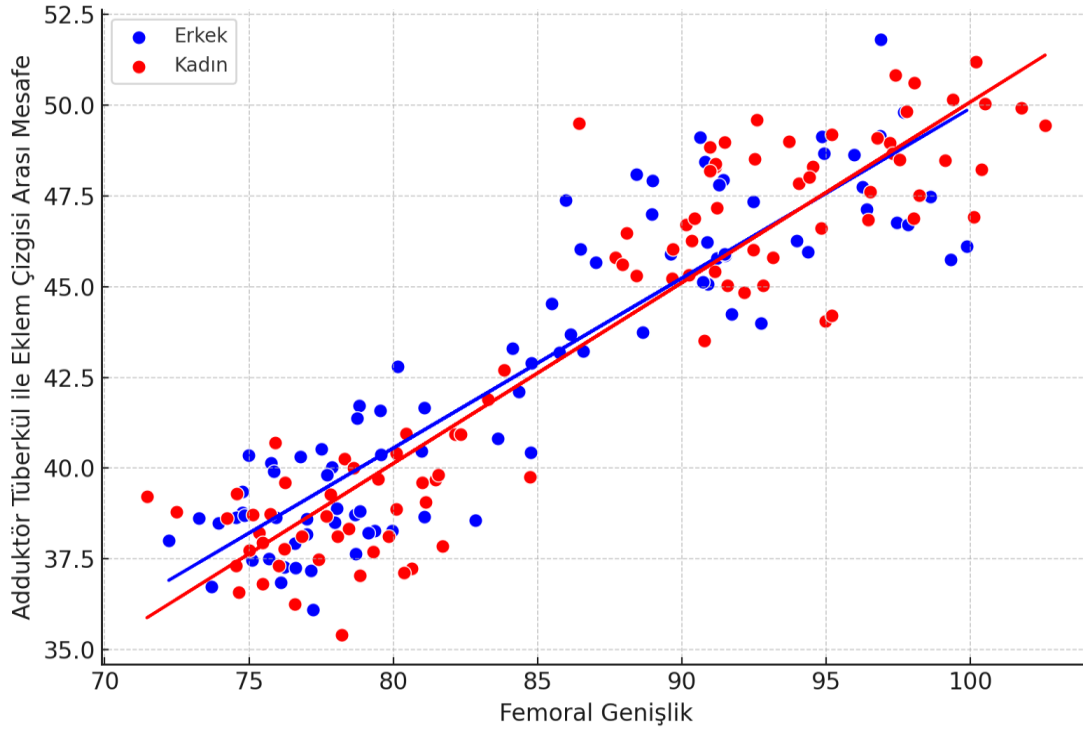
Tablo 4.3 Magnetik rezonans görüntülemeye incelenen parametrelerin cinsiyete göre karşılaştırmaları. ATEÇ: Adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arası mesafe. MEEÇ: Medial epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. LEEÇ: Lateral epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. FBEÇ: Fibula başı ile eklem çizgisi . TTEÇ: Tuberositas tibia ile eklem çizgisi arası mesafe. PAEÇ: Patella alt ucu ile eklem çizgisi arası mesafe

Teknik	Parametre	Cinsiyet	Ortalama $\pm$ Std	Median (Min-Max)	<i>p</i>
MR	FG	Kadın	77.92 $\pm$ 7.13	77.50 (65.96-90.98)	0.137
MR	FG	Erkek	79.75 $\pm$ 8.16	79.97 (64.66-94.73)	

MR	ATEÇ	Kadın	39.23 ± 3.97	38.33 (32.83-48.19)	0.197
MR	ATEÇ	Erkek	40.09 ± 4.59	41.21 (32.70-48.20)	
MR	MEEÇ	Kadın	28.18 ± 2.82	28.14 (23.38-33.77)	0.275
MR	MEEÇ	Erkek	28.70 ± 3.08	28.81 (23.13-35.45)	
MR	LEEÇ	Kadın	22.19 ± 2.16	22.57 (17.13-26.67)	0.599
MR	LEEÇ	Erkek	22.39 ± 2.21	22.76 (17.24-27.07)	
MR	FBEÇ	Kadın	17.36 ± 1.02	17.20 (15.25-19.54)	0.210
MR	FBEÇ	Erkek	17.57 ± 1.08	17.43 (15.26-19.68)	
MR	TTEÇ	Kadın	32.47 ± 5.60	33.93 (22.51-41.34)	0.548
MR	TTEÇ	Erkek	32.95 ± 5.60	34.47 (22.87-41.70)	
MR	PAEÇ	Kadın	11.19 ± 2.34	10.60 (7.91-17.15)	0.306
MR	PAEÇ	Erkek	11.71 ± 2.78	10.54 (7.90-18.77)	

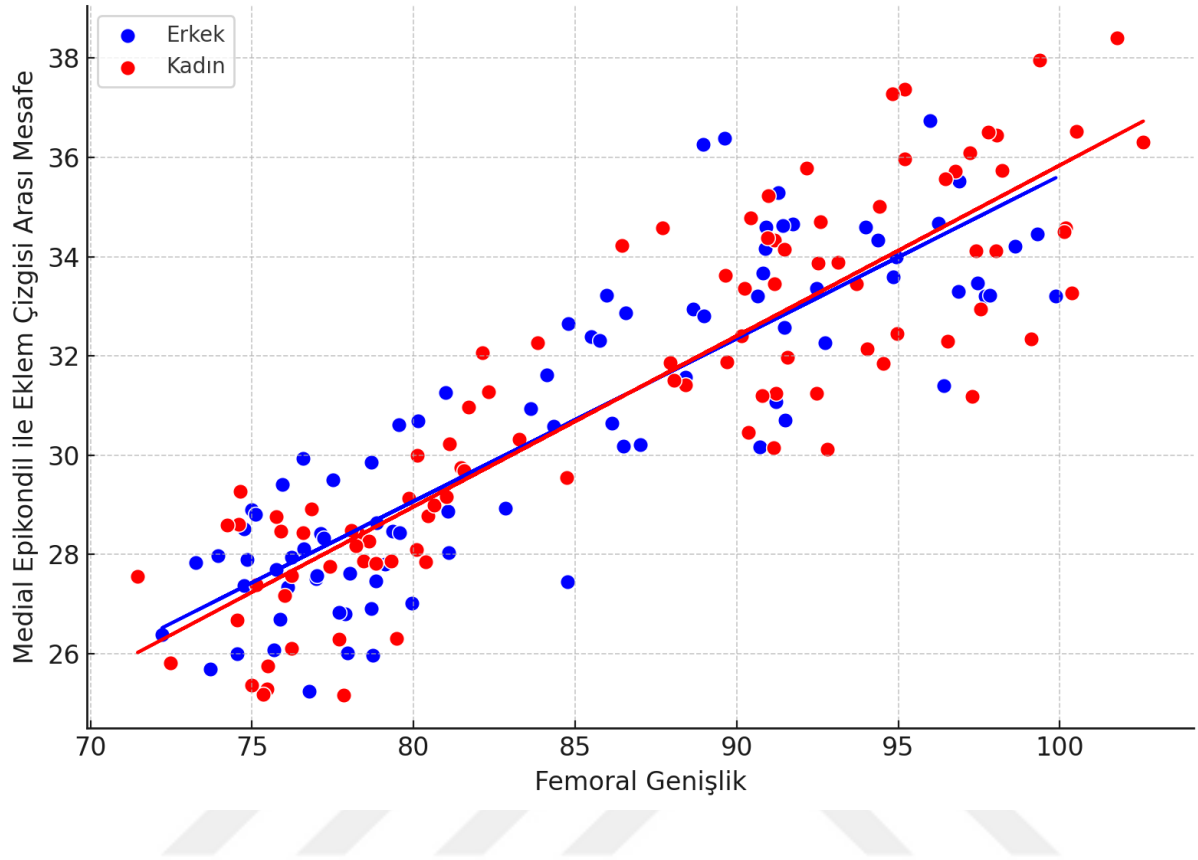
Kadın ve erkek cinsiyet için tanımlayıcı istatistikler arasındaki korelasyon analizi direk grafi, BT ve MR’de ayrı ayrı yapıldı ve aşağıdaki tablolarda belirtildi. Bulunan değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi.

Erkek: $R^2 = 0.82$, $p = <0.001$, Erkek: $y = 3.13 + 0.47x$
Kadın: $R^2 = 0.85$, $p = <0.001$, Kadın: $y = 0.33 + 0.50x$



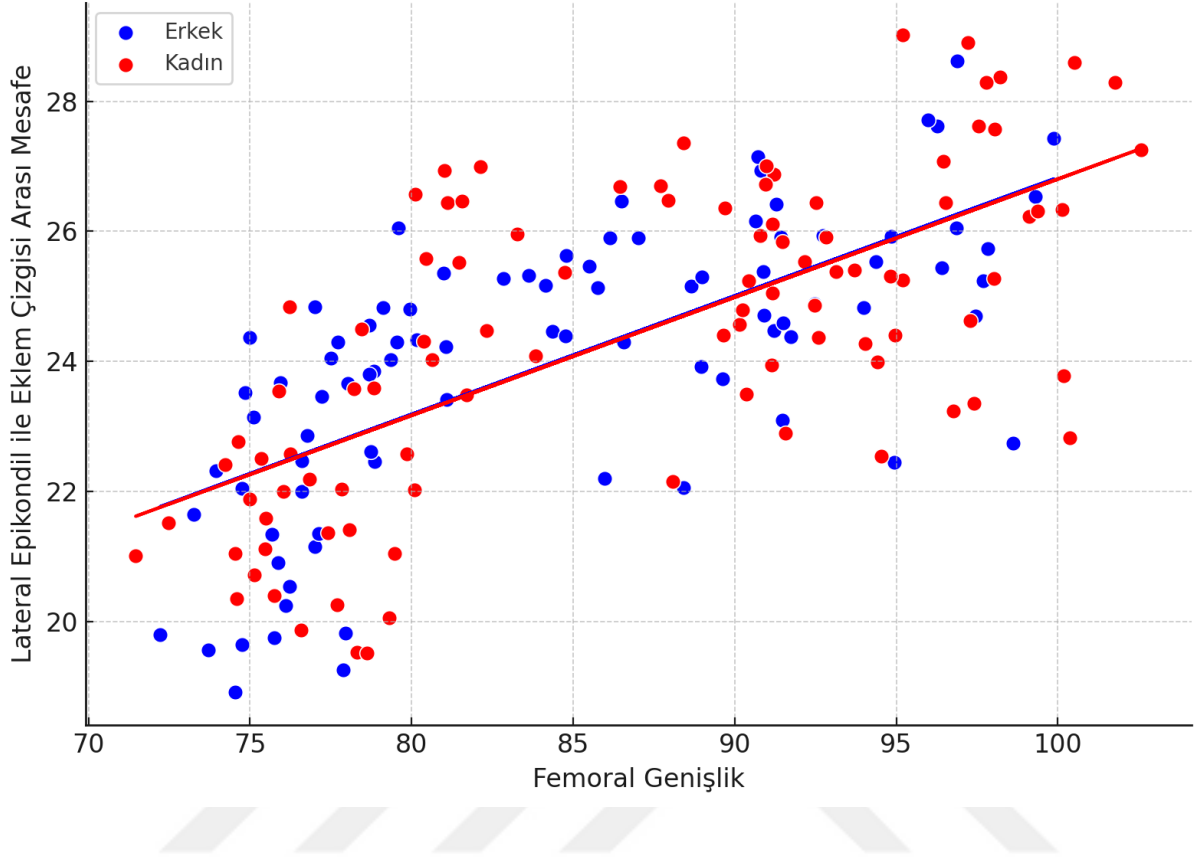
Şekil 4.2 Direk grafide femur genişliği ve addüktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Erkek: $R^2 = 0.74$, $p = <0.001$, Erkek: $y = 2.84 + 0.33x$
Kadın: $R^2 = 0.78$, $p = <0.001$, Kadın: $y = 1.44 + 0.34x$



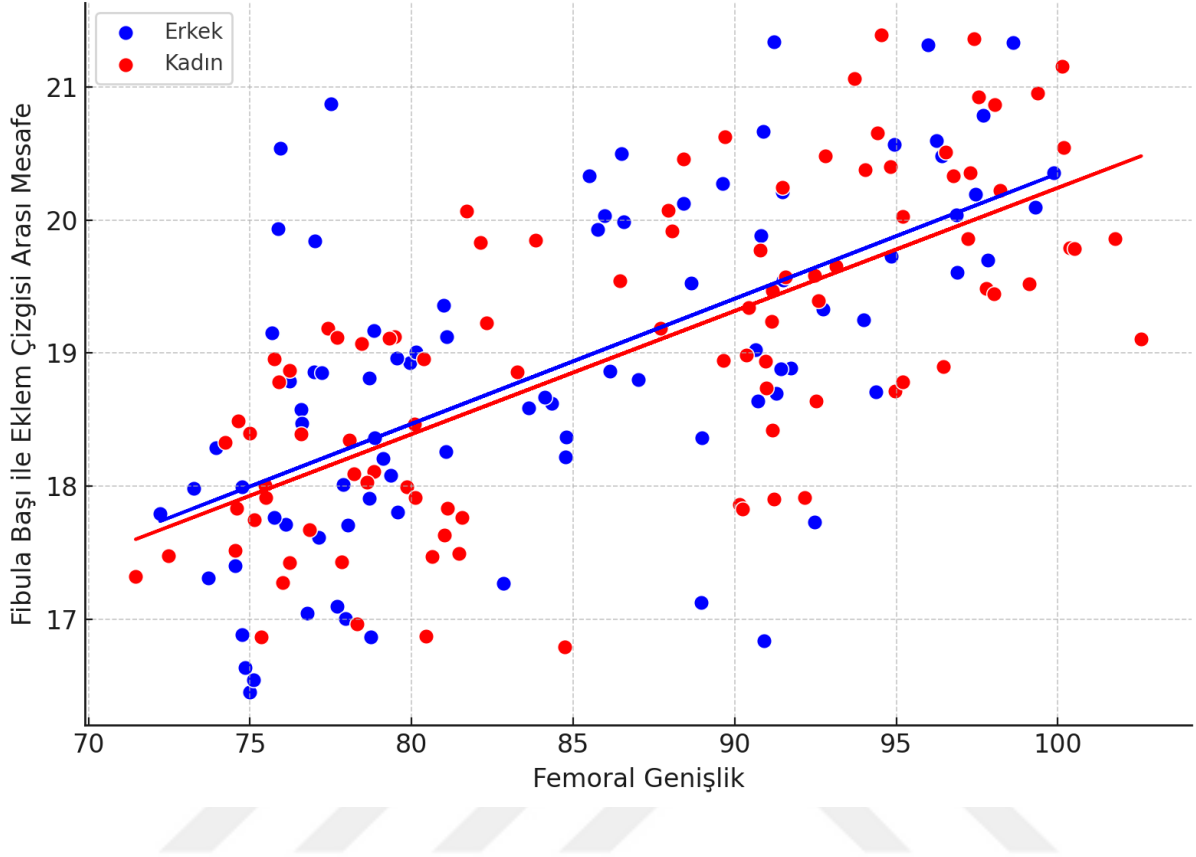
Şekil 4.3 Direk grafide femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Erkek: $R^2 = 0.46$, $p = <0.001$, Erkek: $y = 8.62 + 0.18x$
Kadın: $R^2 = 0.45$, $p = <0.001$, Kadın: $y = 8.64 + 0.18x$

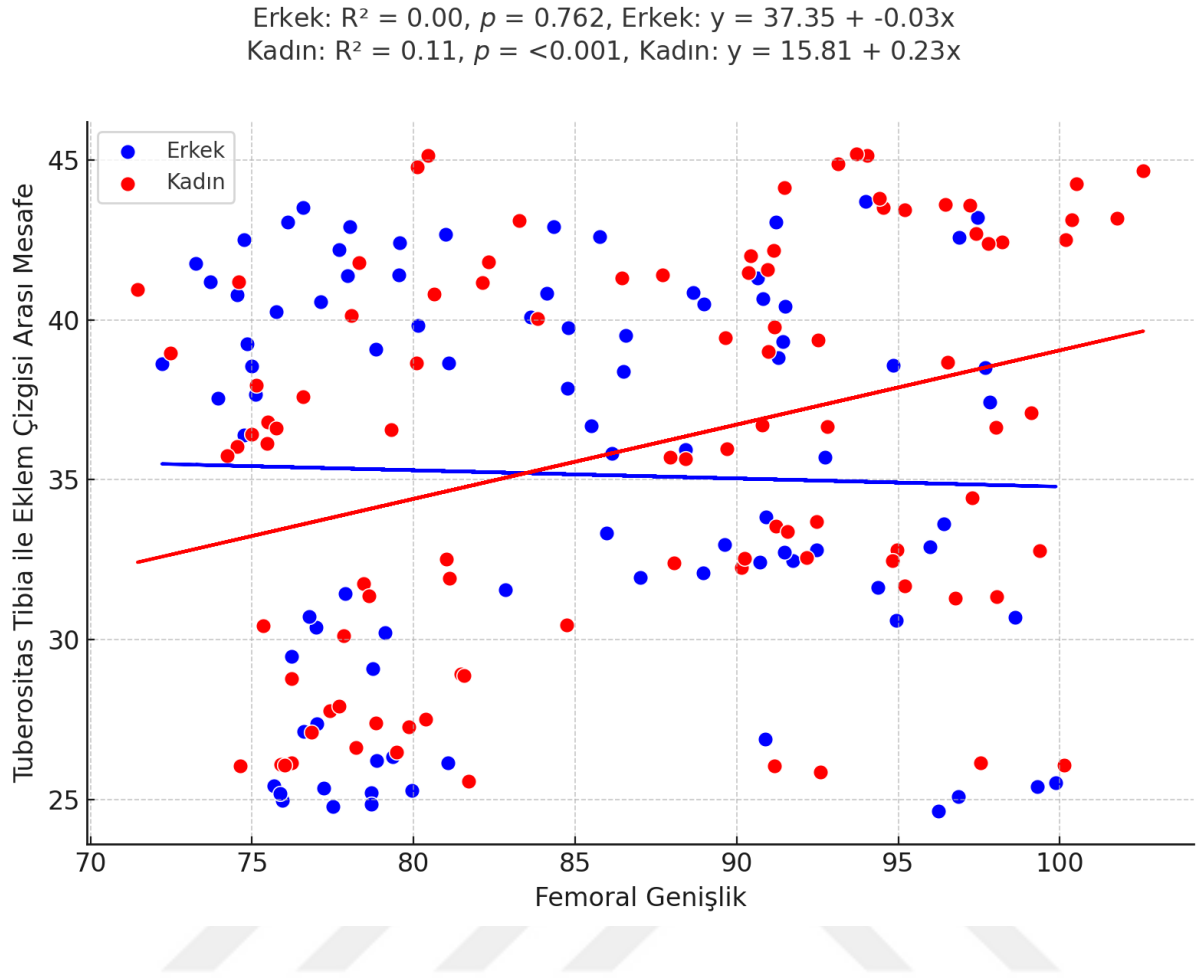


Şekil 4.4 Direk grafide femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

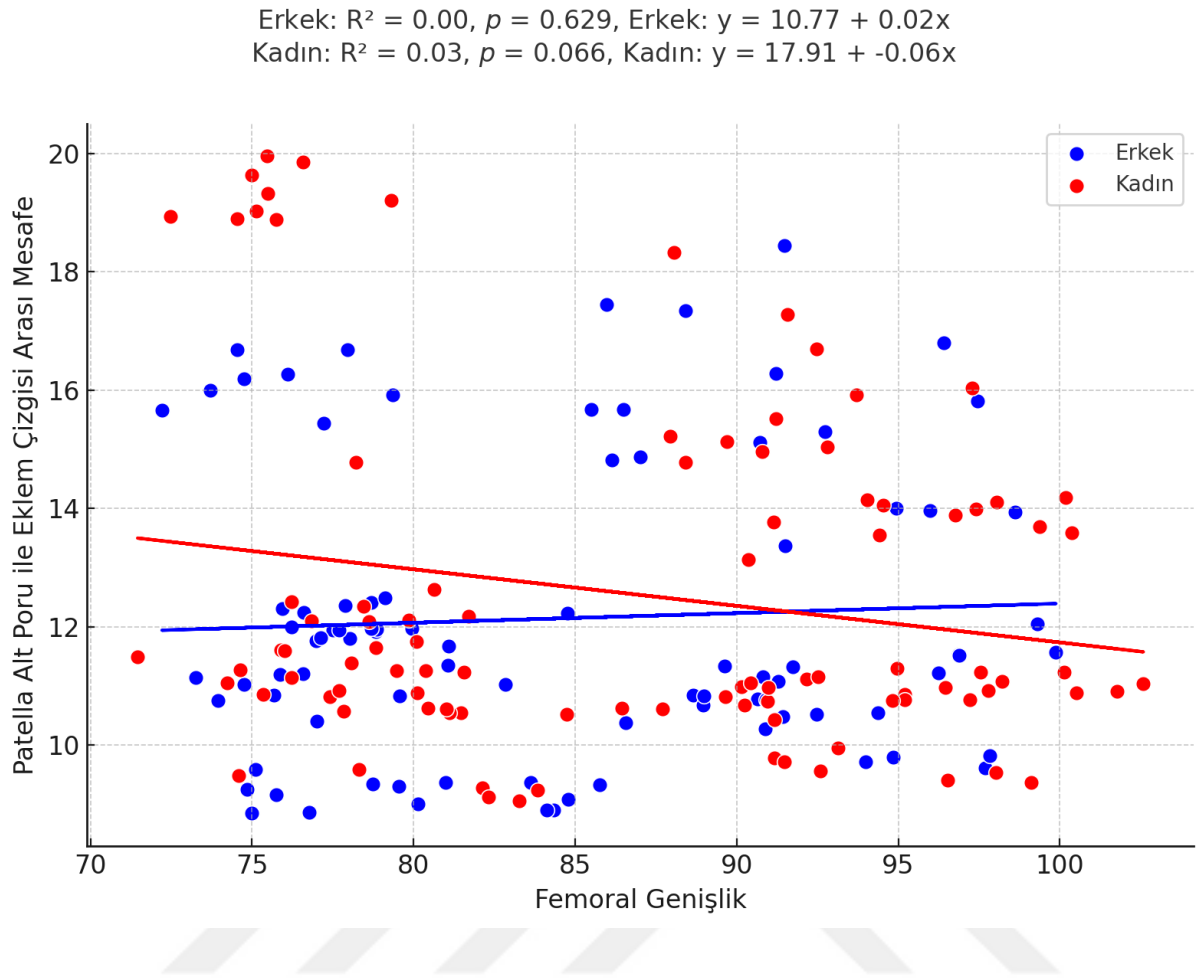
Erkek: $R^2 = 0.37$, $p = <0.001$, Erkek: $y = 10.94 + 0.09x$
Kadın: $R^2 = 0.49$, $p = <0.001$, Kadın: $y = 10.99 + 0.09x$



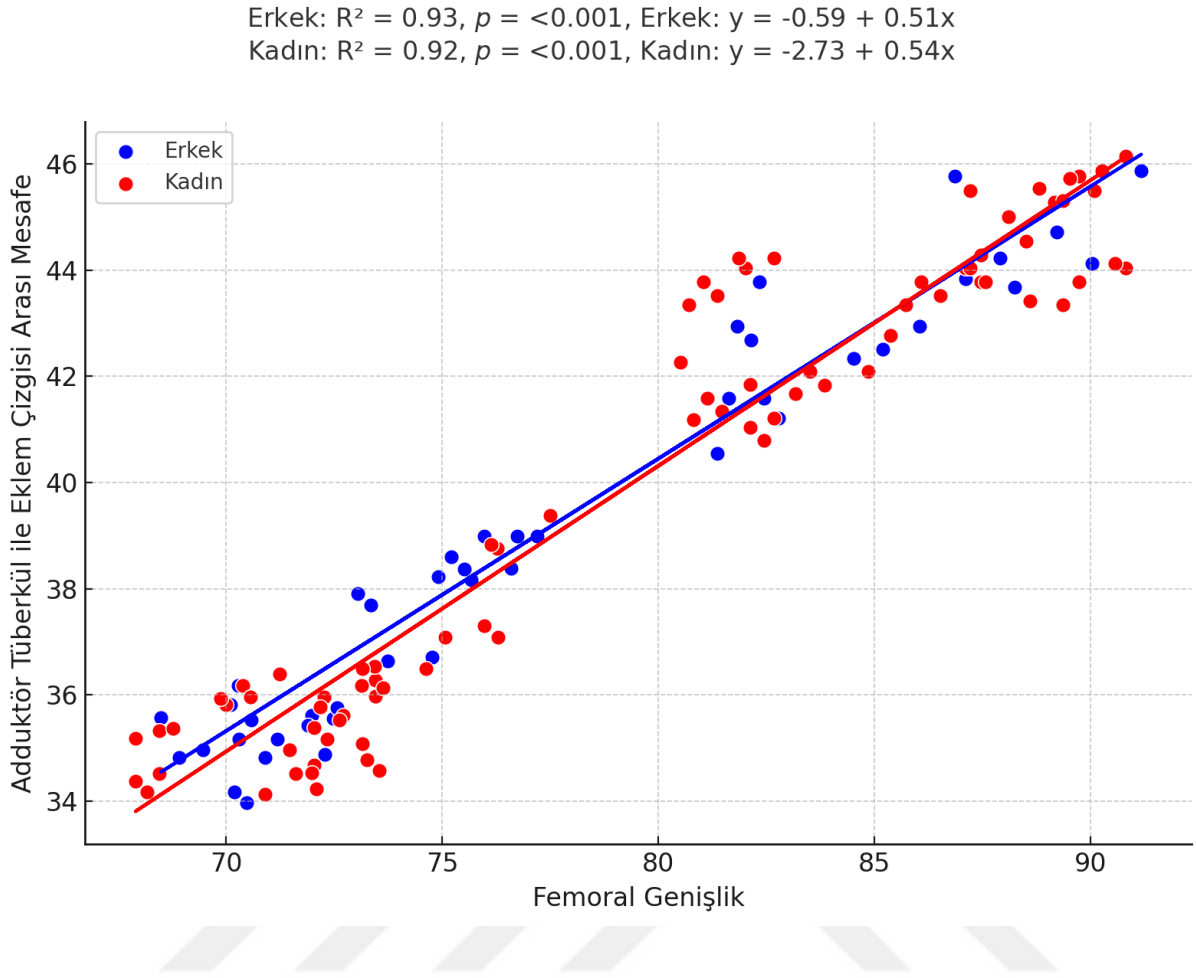
Şekil 4.5 Direk grafide femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi



Şekil 4.6 Direk grafide femur genişliği ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

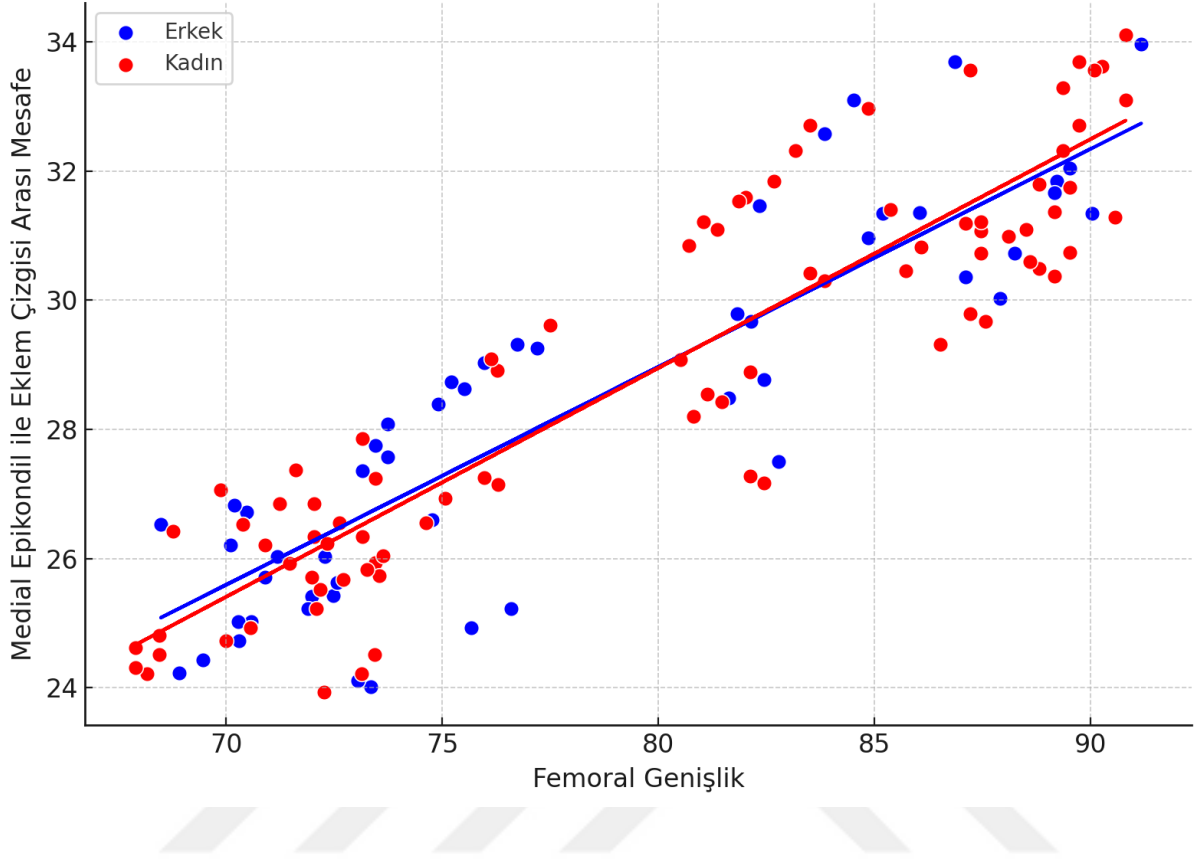


Şekil 4.7 Direk grafide femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

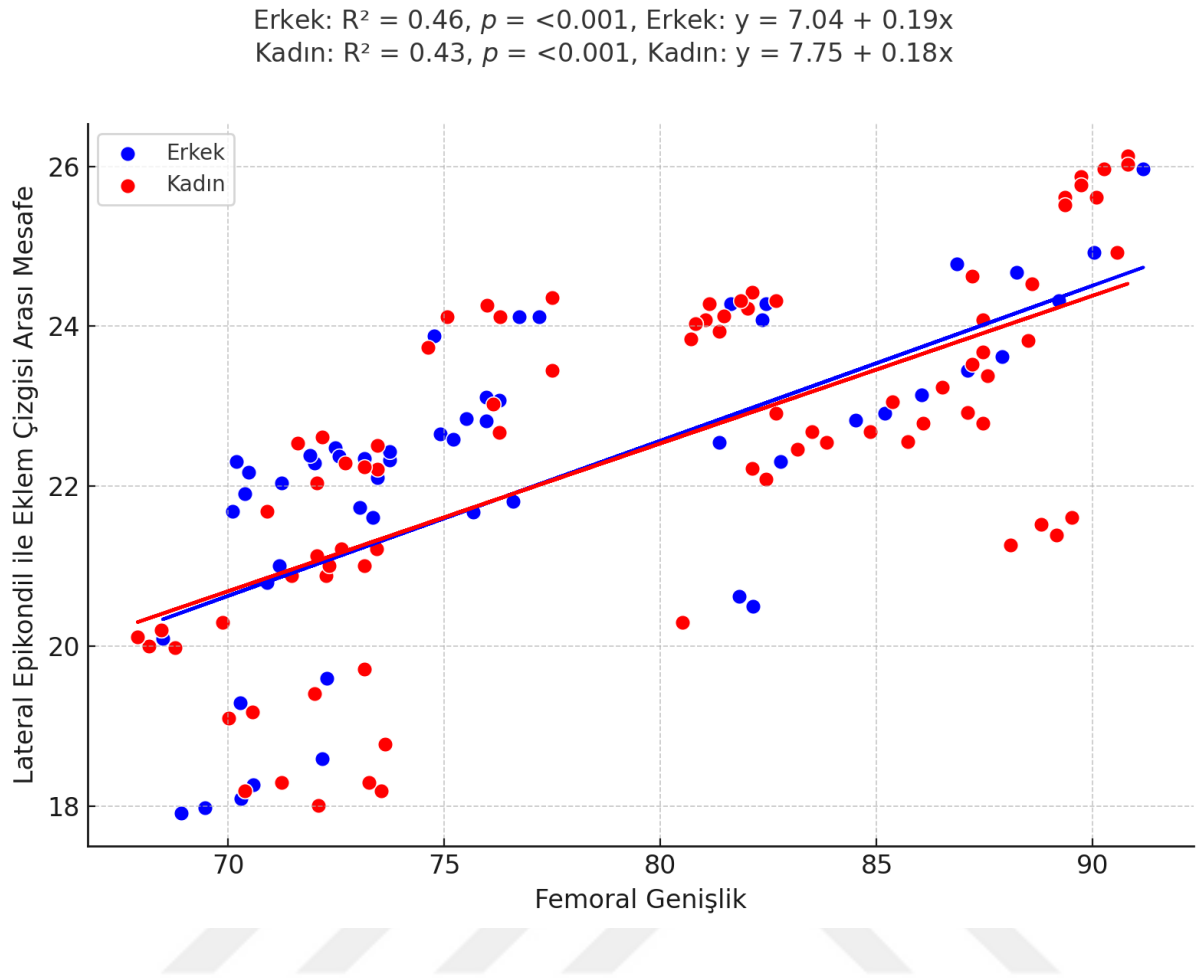


Şekil 4.8 BT’de femur genişliği ve adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Erkek: $R^2 = 0.75$, $p = <0.001$, Erkek: $y = 1.96 + 0.34x$
Kadın: $R^2 = 0.81$, $p = <0.001$, Kadın: $y = 0.59 + 0.35x$

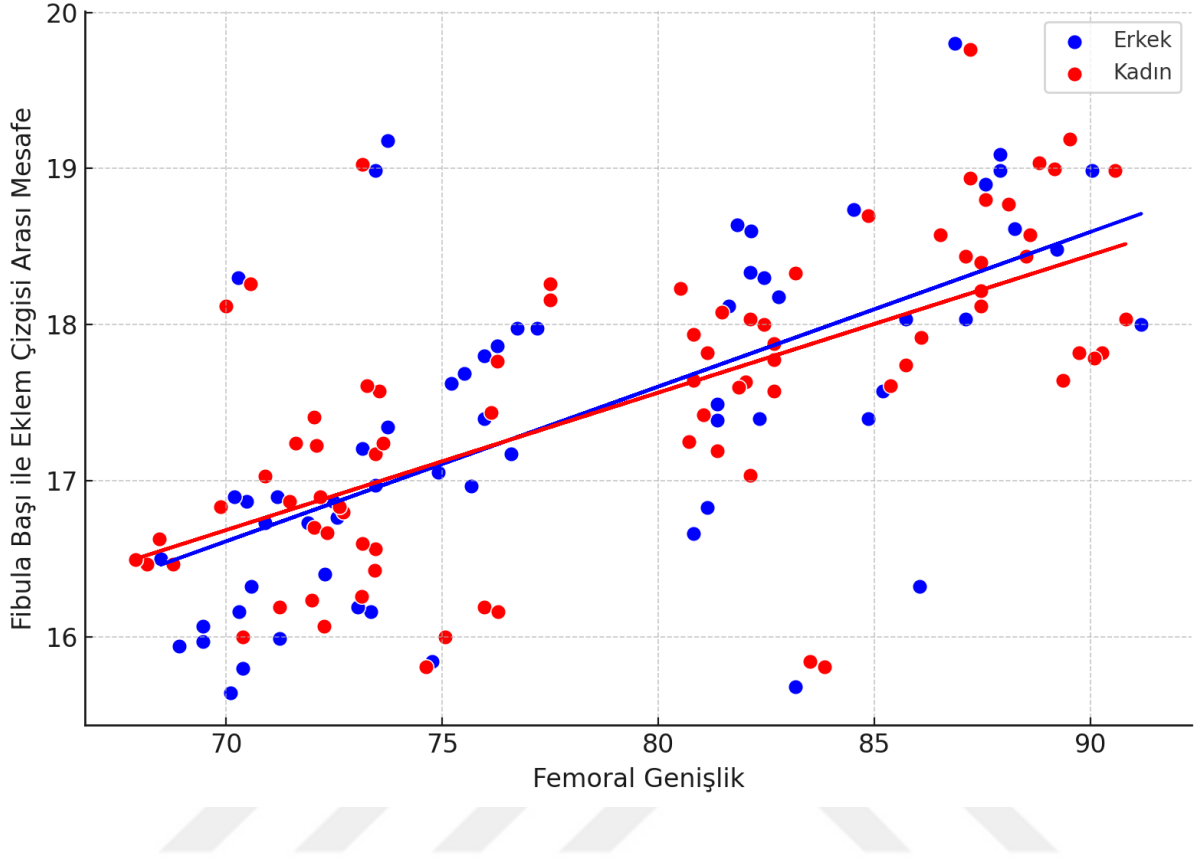


Şekil 4.9 BT’de femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

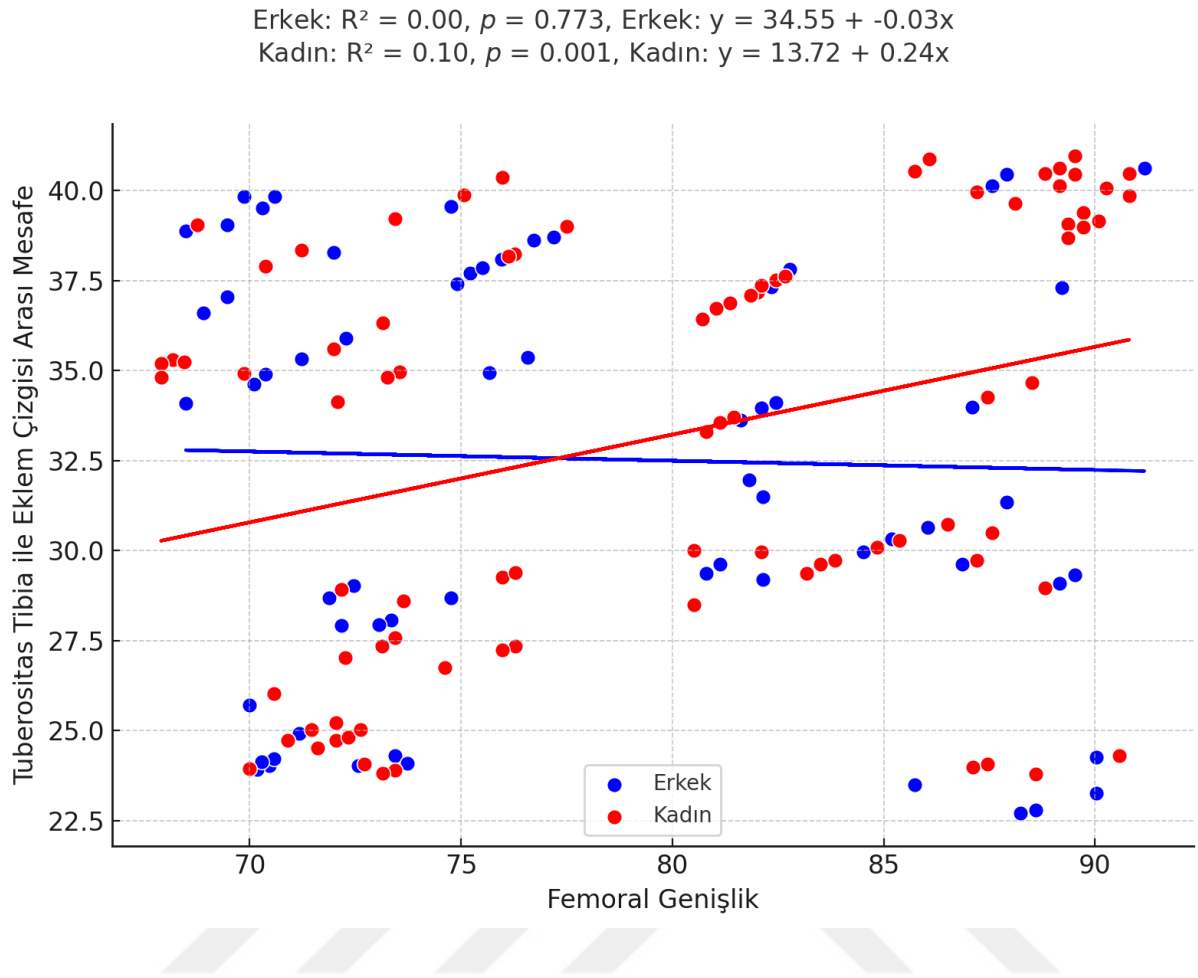


Şekil 4.10 BT’de femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

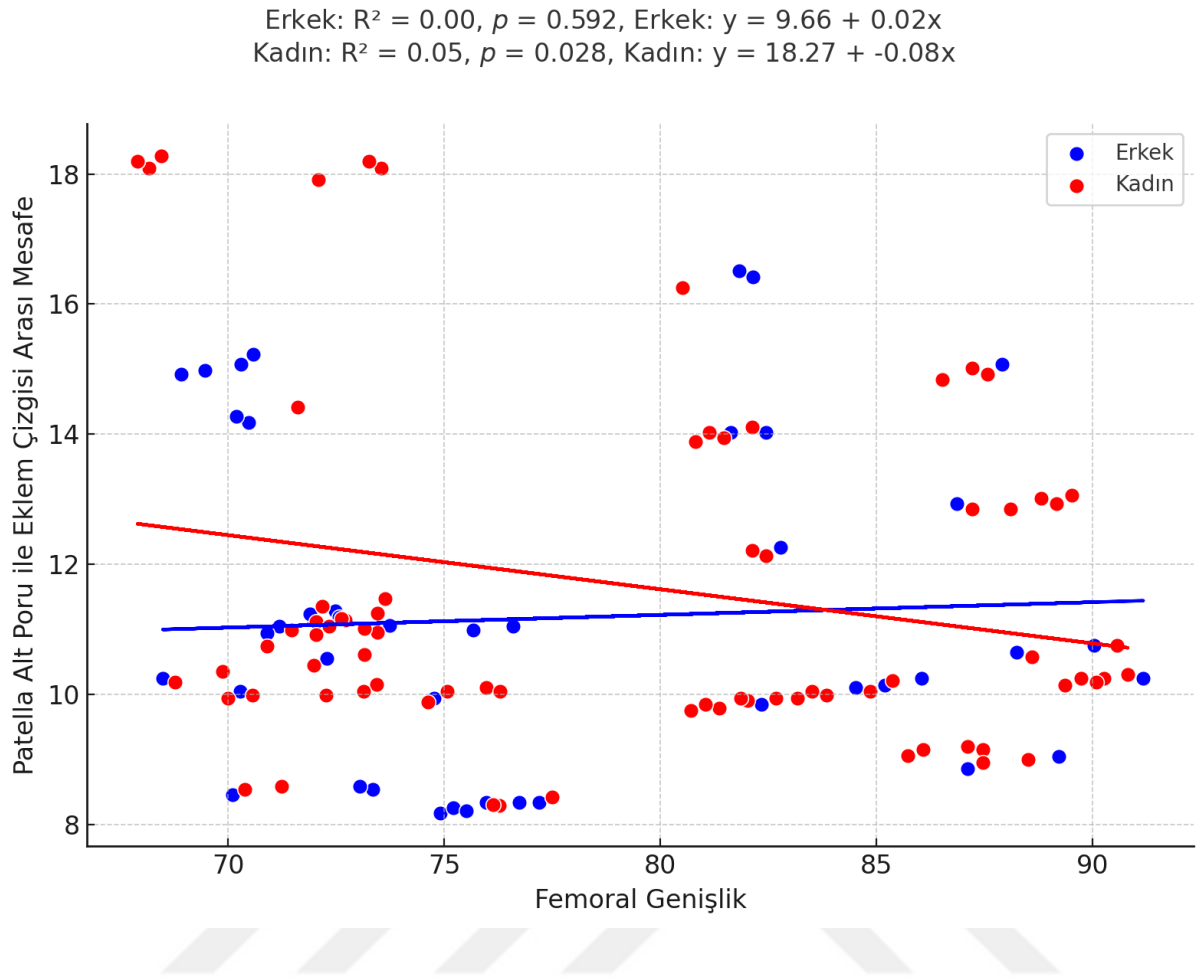
Erkek: $R^2 = 0.43$, $p = <0.001$, Erkek: $y = 9.67 + 0.10x$
Kadın: $R^2 = 0.42$, $p = <0.001$, Kadın: $y = 10.52 + 0.09x$



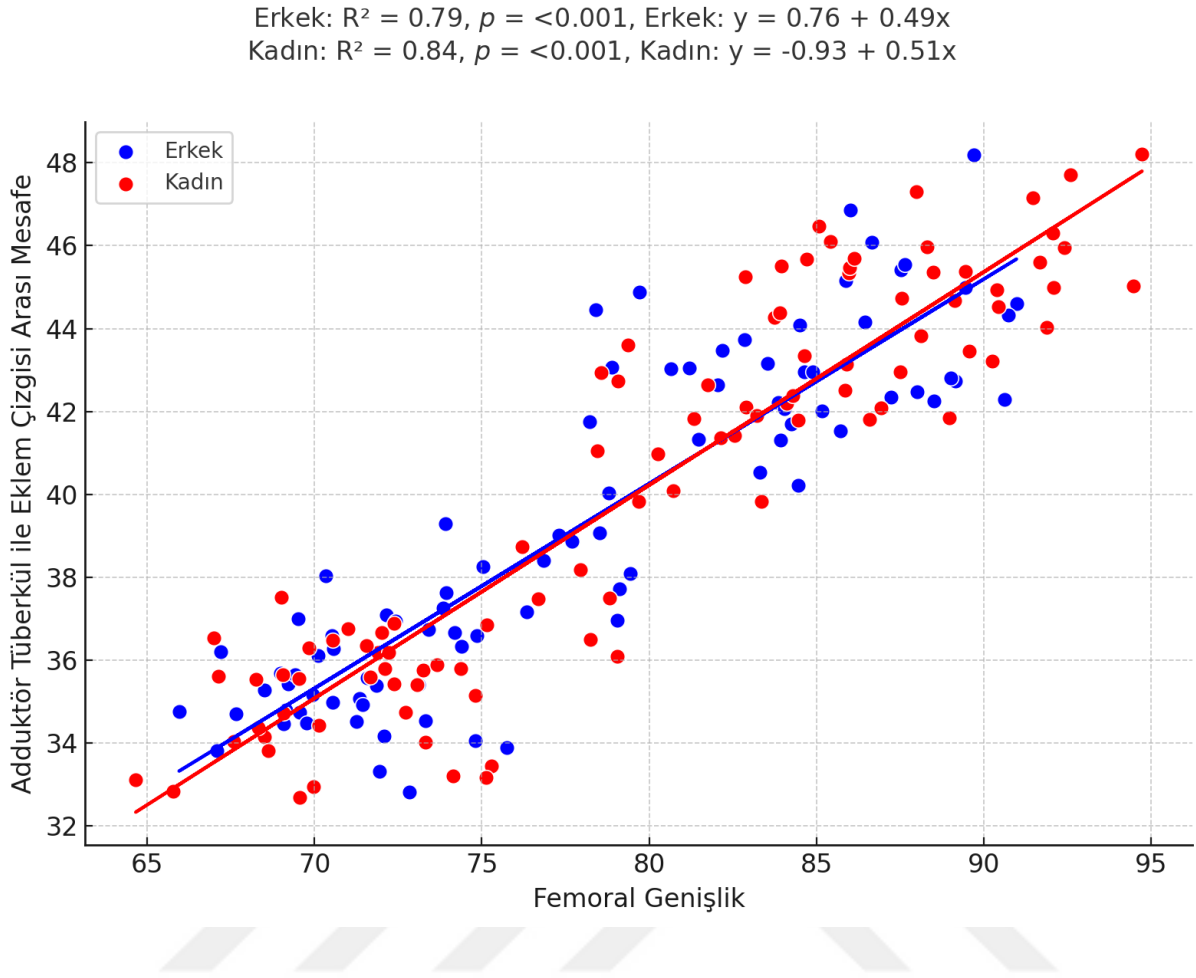
Şekil 4.11 BT’de femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi



Şekil 4.12 BT’de femur genişliği ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

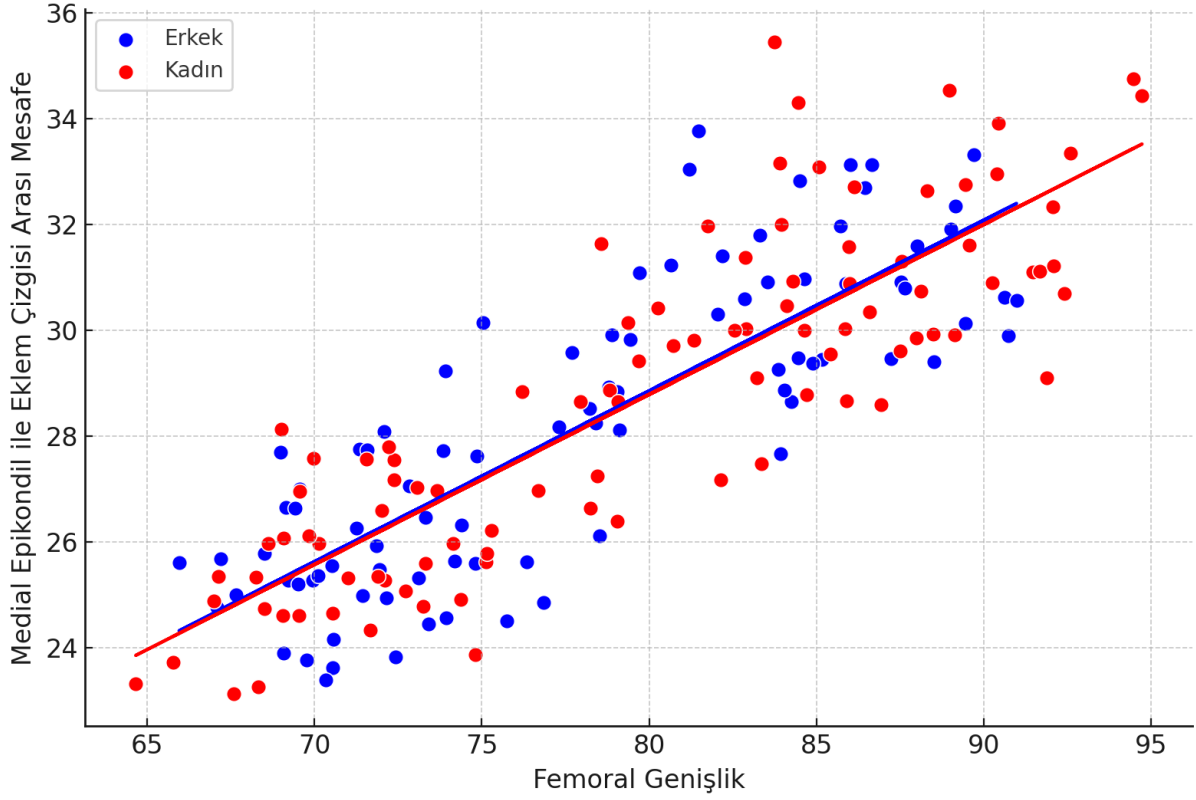


Şekil 4.13 BT’de femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

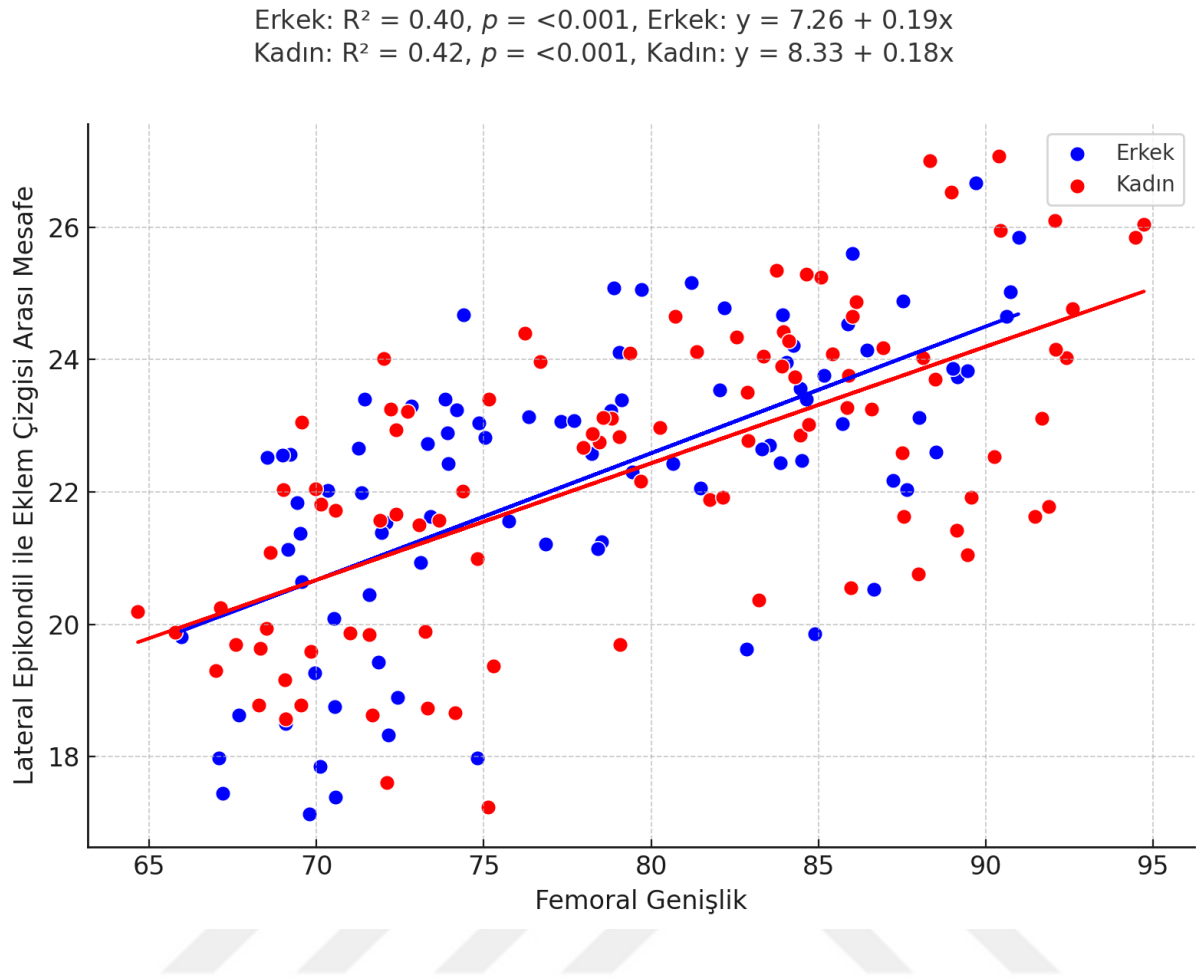


Şekil 4.14 MR’de femur genişliği ve adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Erkek: $R^2 = 0.67$, $p = <0.001$, Erkek: $y = 3.02 + 0.32x$
Kadın: $R^2 = 0.72$, $p = <0.001$, Kadın: $y = 3.07 + 0.32x$

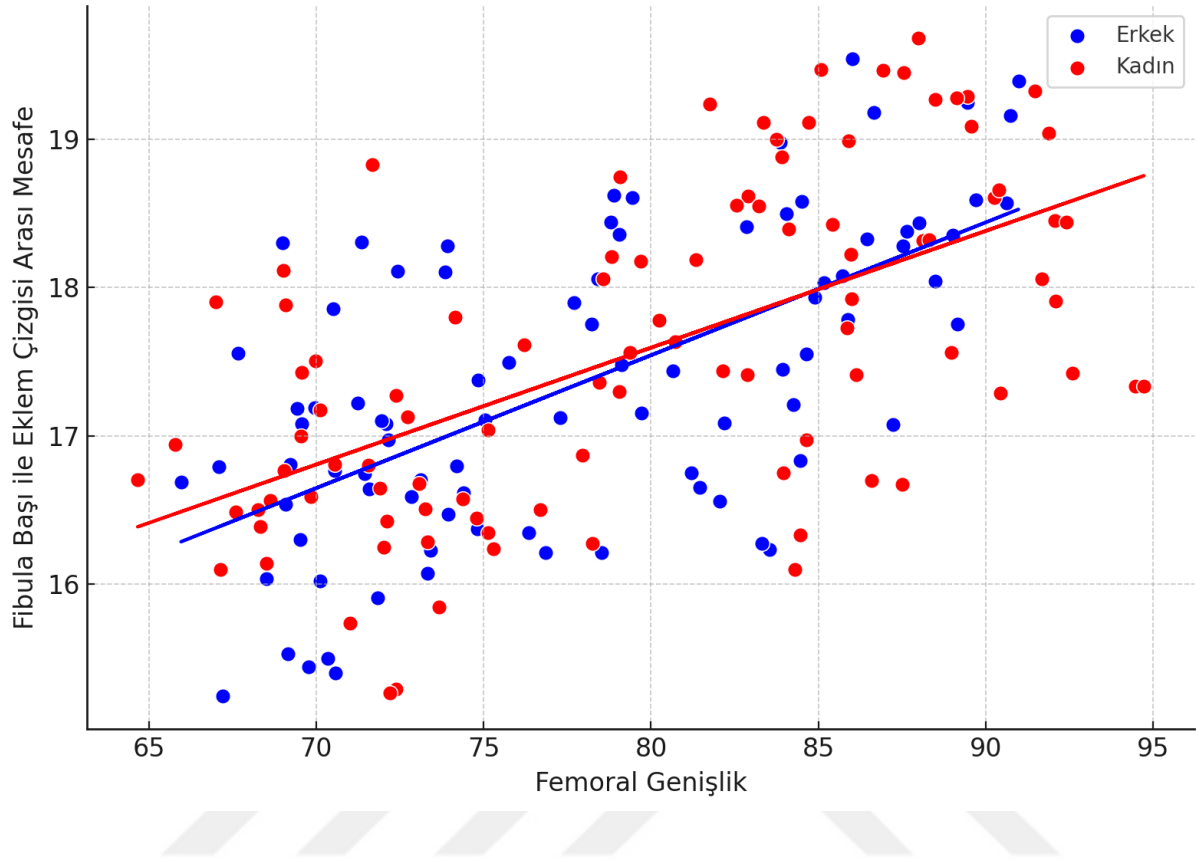


Şekil 4.15 MR’de femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

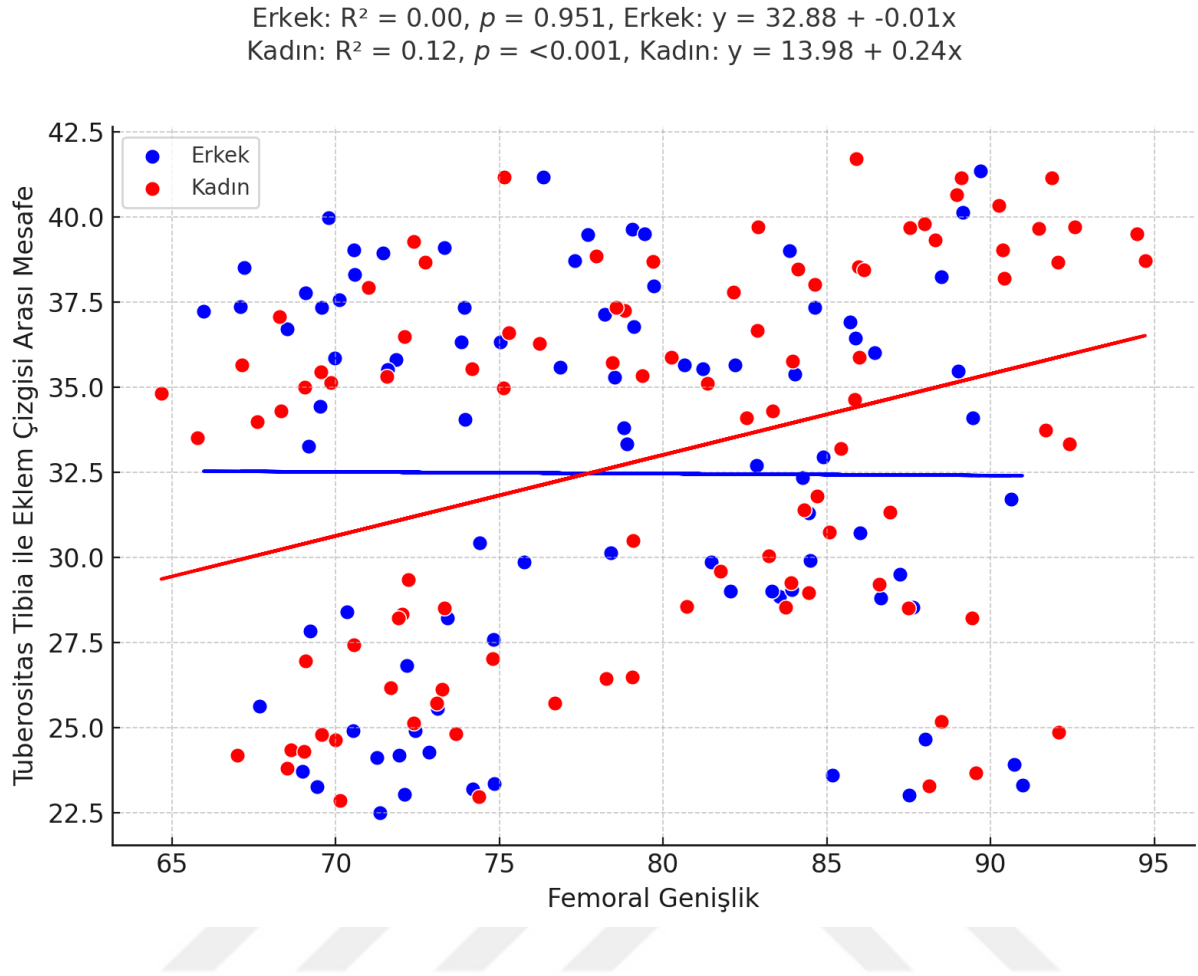


Şekil 4.16 MR’de femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

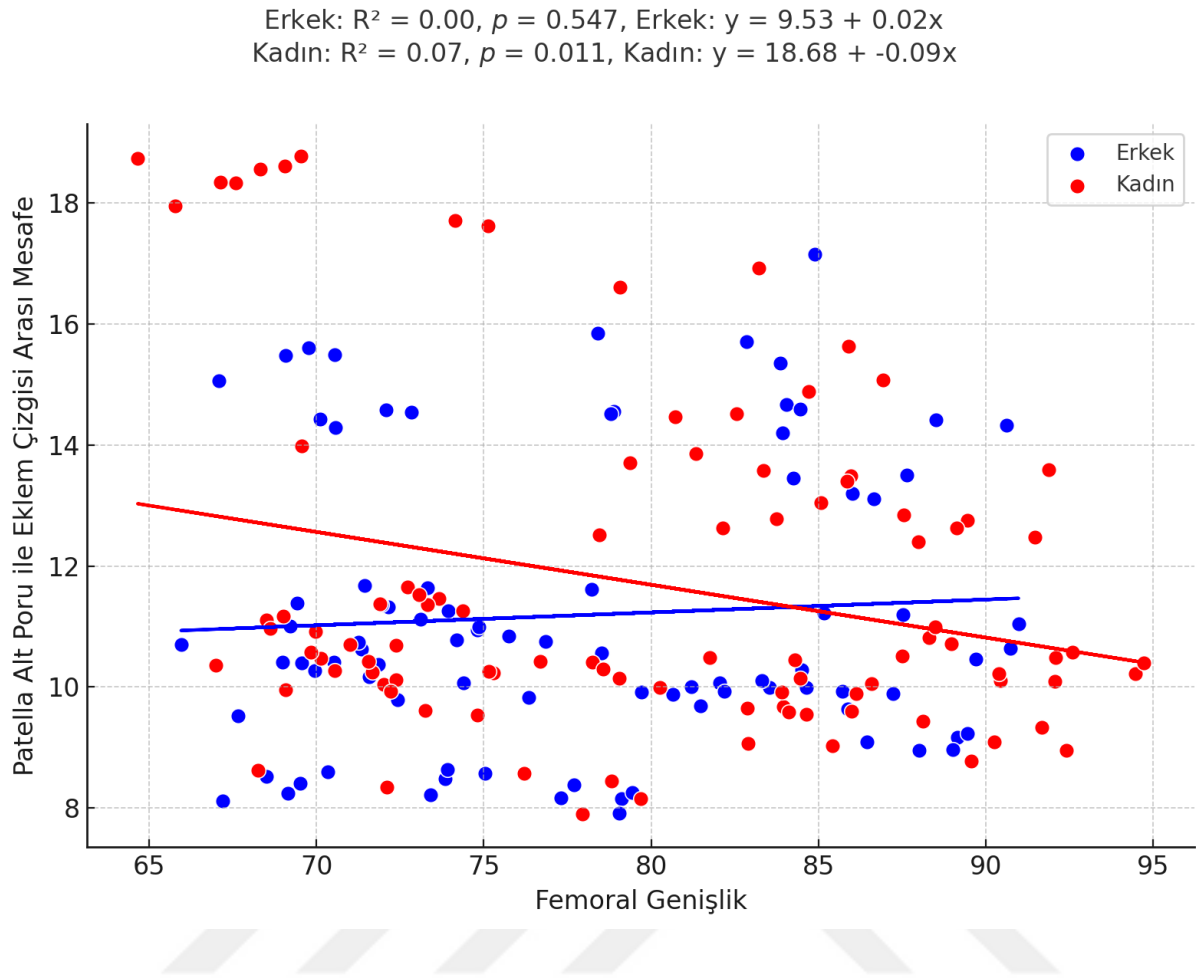
Erkek: $R^2 = 0.40$, $p = <0.001$, Erkek: $y = 10.38 + 0.09x$
Kadın: $R^2 = 0.35$, $p = <0.001$, Kadın: $y = 11.29 + 0.08x$



Şekil 4.17 MR’de femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi



Şekil 4.18 MR’de femur genişliği ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi



Şekil 4.19 MR’de femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin kadın ve erkek cinsiyet için korelasyon analizi

Femur genişliği ile diğer parametreler arasındaki ilişkilerin lineer regresyon denklemleri aşağıda verilmiştir:

DİREK GRAFİ

$$\text{ATEÇ} = 0.48 \times \text{FG} + 1.73, R^2 = 0.84$$

$$\text{MEEÇ} = 0.34 \times \text{FG} + 2.07, R^2 = 0.76$$

$$\text{LEEÇ} = 0.18 \times \text{FG} + 8.64, R^2 = 0.46$$

$$\text{FBEÇ} = 0.09 \times \text{FG} + 11.03, R^2 = 0.43$$

$$\text{TTEÇ} = 0.13 \times \text{FG} + 24.74, R^2 = 0.03$$

$$\text{PAAÇ} = -0.02 \times \text{FG} + 14.47, R^2 = 0.01$$

BT

$$\text{ATEÇ} = 0.53 \times \text{FG} + 1.67, R^2 = 0.93$$

$$\text{MEEÇ} = 0.35 \times \text{FG} + 1.23, R^2 = 0.79$$

$$\text{LEEÇ} = 0.19 \times \text{FG} + 7.45, R^2 = 0.45$$

$$\text{FBEÇ} = 0.09 \times \text{FG} + 10.16, R^2 = 0.43$$

$$\text{TTAÇ} = 0.13 \times \text{FG} + 22.73, R^2 = 0.03$$

$$\text{PAAÇ} = -0.03 \times \text{FG} + 14.09, R^2 = 0.01$$

MR

$$\text{ATEÇ} = 0.51 \times \text{FG} + 0.19, R^2 = 0.82$$

$$\text{MEEÇ} = 0.32 \times \text{FG} + 3.09, R^2 = 0.70$$

$$\text{LEEÇ} = 0.18 \times \text{FG} + 7.97, R^2 = 0.41$$

$$\text{FBEÇ} = 0.08 \times \text{FG} + 10.87, R^2 = 0.38$$

$$\text{TTEÇ} = 0.14 \times \text{FG} + 21.62, R^2 = 0.04$$

$$\text{PAAÇ} = -0.04 \times \text{FG} + 14.50, R^2 = 0.01$$

Çalışmada; femur genişliği (FG), addüktör tüberkül ile eklem çizgisi arası mesafe (ATEÇ), medial epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe (MEEÇ), lateral epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe (LEEÇ), fibula başı ile eklem çizgisi arası mesafe (FBEÇ), patella alt uç ile eklem çizgisi arası mesafe (PAAÇ) ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arası mesafe (TTEÇ) gibi anatomik parametreler analiz edilmiştir. Direk Grafi, BT ve MR’de tanımlayıcı istatistikler aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.4 Direk grafide tanımlayıcı istatistik sonuçlar. ATEÇ: Adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arası mesafe. MEEÇ: Medial epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. LEEÇ: Lateral epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. FBEÇ: Fibula başı ile eklem çizgisi . TTEÇ: Tüberositas tibia ile eklem çizgisi arası mesafe. PAEÇ: Patella alt ucu ile eklem çizgisi arası mesafe

Teknik	Parametre	Ortalama ± Std	Median (Min-Max)
Direk Grafi	FG	85,69 ± 8,45	85,14 (71,46-102,59)
Direk Grafi	ATEÇ	43,10 ± 4,45	43,20 (35,42-51,81)
Direk Grafi	MEEÇ	30,94 ± 3,26	30,83 (25,16-38,40)
Direk Grafi	LEEÇ	24,21 ± 2,27	24,44 (18,91-29,01)
Direk Grafi	FBEÇ	18,96 ± 1,19	18,93 (16,45-21,39)
Direk Grafi	TTEÇ	35,60 ± 6,20	36,62 (24,62-45,18)
Direk Grafi	PAEÇ	12,36 ± 2,71	11,31 (8.85-19,95)

Tablo 4.5 BT’de tanımlayıcı istatistik sonuçları

Teknik	Parametre	Ortalama±Std	Median (Min-Max)
BT	FG	78,83 ± 7,11	77,50 (67,91-91,17)
BT	ATEÇ	39,77 ± 3,88	39,38 (33,96-46,14)
BT	MEEÇ	28,56 ± 2,78	28,54 (23,93-34,10)
BT	LEEÇ	22,33 ± 2,01	22,55 (17,91-26,13)
BT	FBEÇ	17,47 ± 1,01	17,53 (15,64-19,80)

BT	TTEÇ	32,85 ± 5,60	34,19 (22,70-40,95)
BT	PAEÇ	11,43 ± 2,54	10,50 (8,18-18,27)

Tablo 4.6 MR’de tanımlayıcı istatistik sonuçları. ATEÇ: Adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arası mesafe. MEEÇ: Medial epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. LEEÇ: Lateral epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. FBEÇ: Fibula başı ile eklem çizgisi . TTEÇ: Tuberositas tibia ile eklem çizgisi arası mesafe. PAEÇ: Patella alt ucu ile eklem çizgisi arası mesafe

Teknik	Parametre	Ortalama±Std	Median (Min-Max)
MR	FG	78,88 ± 7,73	78,81 (64,66-94,73)
MR	ATEÇ	39,69 ± 4,32	39,56 (32,70-48,20)
MR	MEEÇ	28,46 ± 2,97	28,65 (23,13-35,45)
MR	LEEÇ	22,29 ± 2,18	2263 (17,13-27,07)
MR	FBEÇ	17,47 ± 1,05	17,41 (15,25-19,68)
MR	TTEÇ	32,72 ± 5,59	34,20 (22,51-41,70)
MR	PAEÇ	11,46 ± 2,59	10,57 (7,90-18,77)

Aşağıdaki tablolarda direk grafi, BT ve MR’de parametreler arası korelasyon analizi verilmiştir.

Tablo 4.7 Direk grafi yapılan ölçümlerin korelasyon analizi. ATEÇ: Adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arası mesafe. MEEÇ: Medial epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. LEEÇ: Lateral epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. FBEÇ: Fibula başı ile eklem çizgisi . TTEÇ: Tuberositas tibia ile eklem çizgisi arası mesafe. PAEÇ: Patella alt ucu ile eklem çizgisi arası mesafe.

	FG	ATEÇ	MEEÇ	LEEÇ	FBEÇ	PAEÇ	TTEÇ
FG	1.0	0.87	0.861	0.684	0.656	-0.073	0.176
p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.324	0.016*
ATEÇ	0.87	1.0	0.838	0.629	0.607	-0.152	0.301

p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.039*	<0.001*
MEEÇ	0.861	0.838	1.0	0.677	0.576	-0.231	0.236
p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.002*	0.001*
LEEÇ	0.684	0.629	0.677	1.0	0.372	-0.284	0.153
p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.038*
FBEÇ	0.656	0.607	0.576	0.372	1.0	0.151	0.019
p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.040*	0.792
TTEÇ	0.176	0.301	0.236	0.153	0.019	-0.142	1.0
p	0.016*	<0.001*	0.001*	0.038*	0.792	0.053	<0.001*
PAEÇ	-0.073	-0.152	-0.231	-0.284	0.151	1.0	-0.142
p	0.324	0.039*	0.002*	<0.001*	0.040*	<0.001*	0.053

Tablo 4.8 BT’de yapılan ölçümlerin korelasyon analizi. ATEÇ: Adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arası mesafe. MEEÇ: Medial epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. LEEÇ: Lateral epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. FBEÇ: Fibula başı ile eklem çizgisi . TTEÇ: Tuberositas tibia ile eklem çizgisi arası mesafe. PAEÇ: Patella alt ucu ile eklem çizgisi arası mesafe.

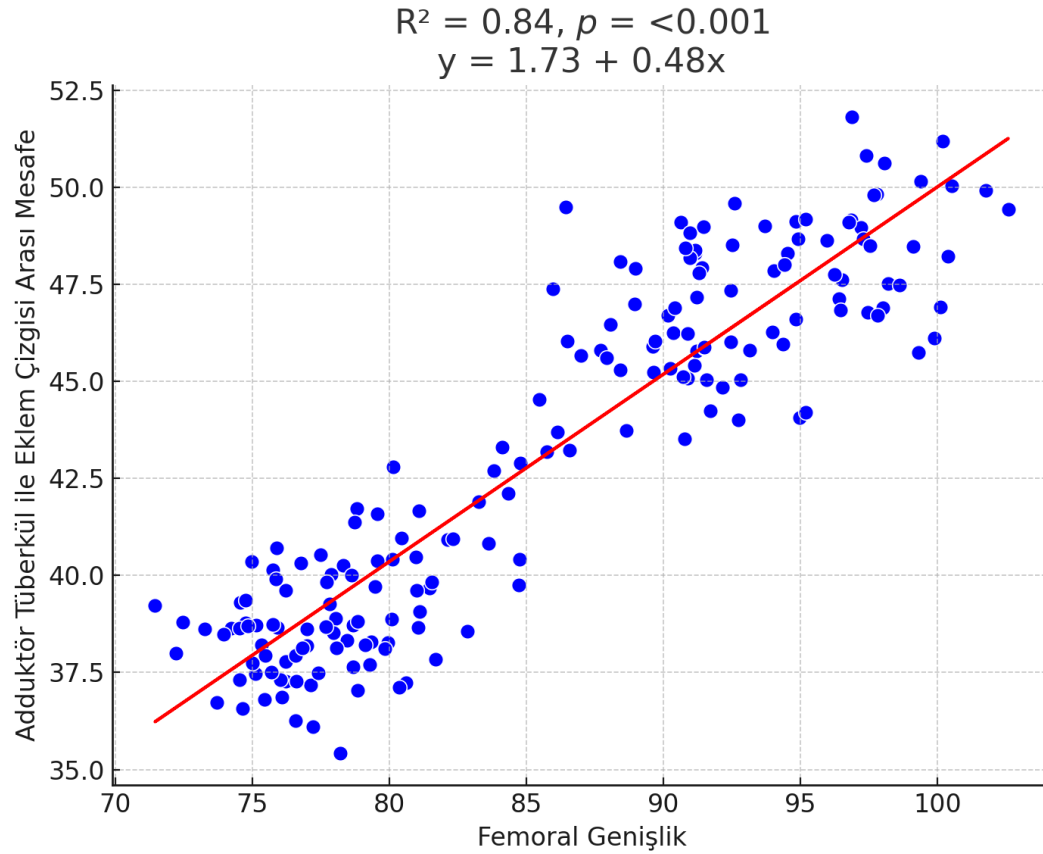
	FG	ATEÇ	MEEÇ	LEEÇ	FBEÇ	PAEÇ	TTEÇ
FG	1	0.934	0.874	0.682	0.642	-0.098	0.18
p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.181	0.014*
ATEÇ	0.934	1.0	0.879	0.66	0.643	-0.191	0.25
p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.009*	<0.001*
MEEÇ	0.874	0.879	1	0.684	0.556	-0.263	0.22

p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.003*
LEEÇ	0.682	0.66	0.684	1	0.312	-0.274	0.109
p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.138
FBEÇ	0.642	0.643	0.556	0.312	1	0.124	-0.012
p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.091	0.871
TTEÇ	0.18	0.25	0.22	0.109	-0.012	-0.132	1
p	0.014*	<0.001*	0.003*	0.138	0.871	0.074	<0.001*
PAEÇ	-0.098	-0.191	-0.263	-0.274	0.124	1.0	-0.132
p	0.181	0.009*	<0.001*	<0.001*	0.091	<0.001*	0.074

Tablo 4.9 MR’de yapılan ölçümlerin korelasyon analizi. ATEÇ: Adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arası mesafe. MEEÇ: Medial epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. LEEÇ: Lateral epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe. FBEÇ: Fibula başı ile eklem çizgisi . TTEÇ: Tuberositas tibia ile eklem çizgisi arası mesafe. PAEÇ: Patella alt ucu ile eklem çizgisi arası mesafe.

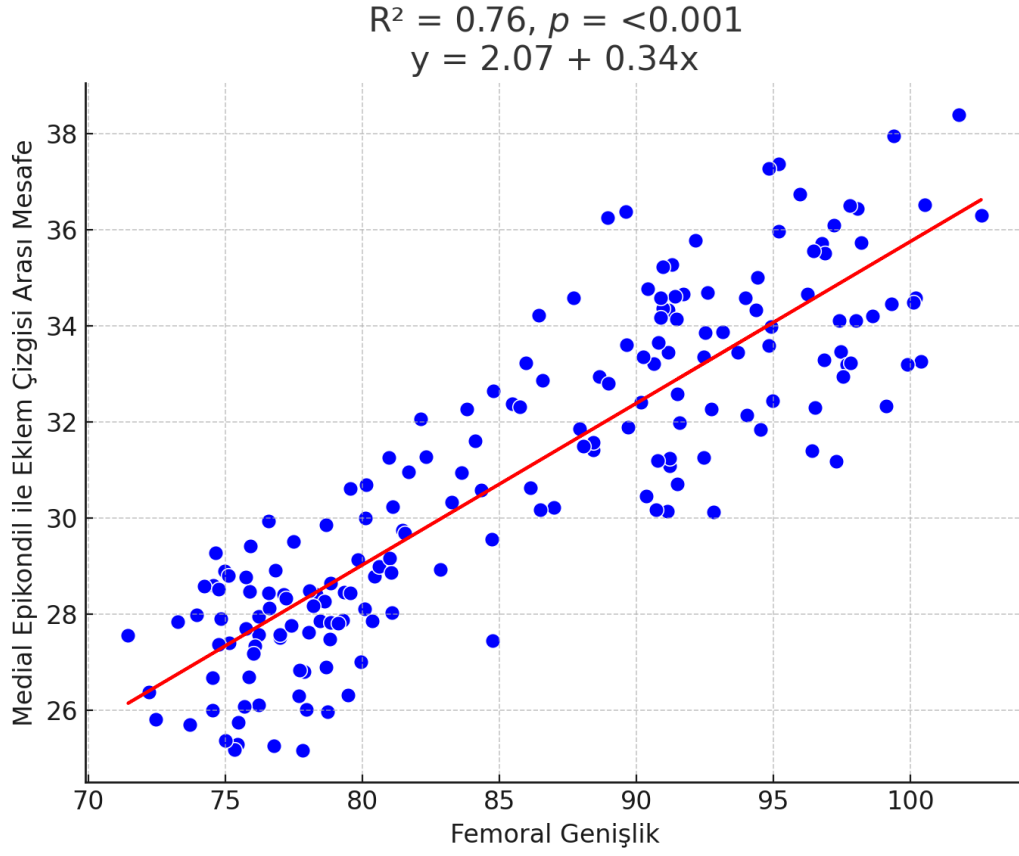
	FG	ATEÇ	MEEÇ	LEEÇ	FBEÇ	PAEÇ	TTEÇ
FG	1.0	0.874	0.828	0.636	0.604	-0.095	0.205
p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.197	0.005*
ATEÇ	0.874	1.0	0.834	0.609	0.607	-0.135	0.237
p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.067	0.001*
MEEÇ	0.828	0.834	1.0	0.664	0.559	-0.212	0.191
p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.004*	0.009*
LEEÇ	0.636	0.609	0.664	1.0	0.359	-0.219	0.118
p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.003*	0.110
FBEÇ	0.604	0.607	0.559	0.359	1.0	0.093	0.046
p	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.208	0.536

TTEÇ	0.205	0.237	0.191	0.118	0.046	-0.117	1.0
p	0.005*	0.001*	0.009*	0.110	0.536	0.112	<0.001*
PAEÇ	-0.095	-0.135	-0.212	-0.219	0.093	1.0	-0.117
p	0.197	0.067	0.004*	0.003*	0.208	<0.001*	0.112



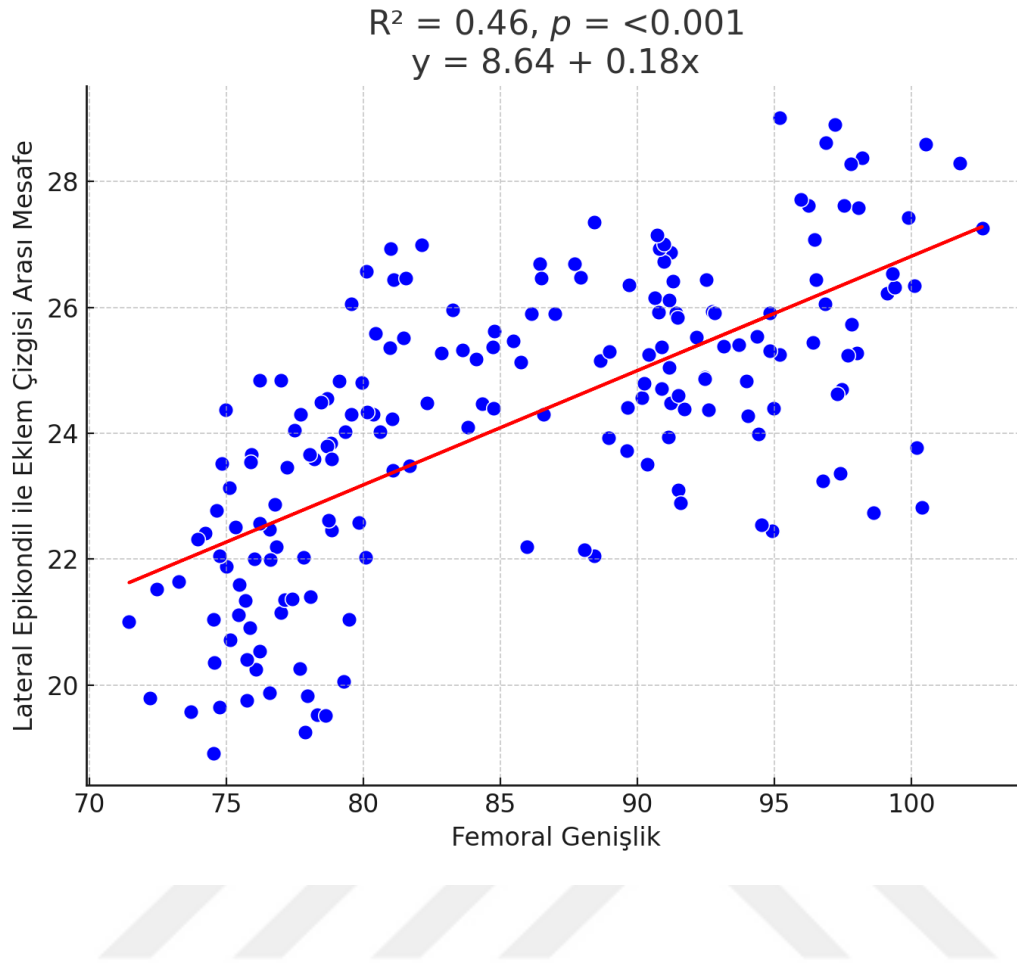
Şekil 4.20 Direk grafide femur genişliği ve adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Direk grafide yapılan ölçümlerde femur genişliği ve adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında çok yüksek bir korelasyon bulundu.



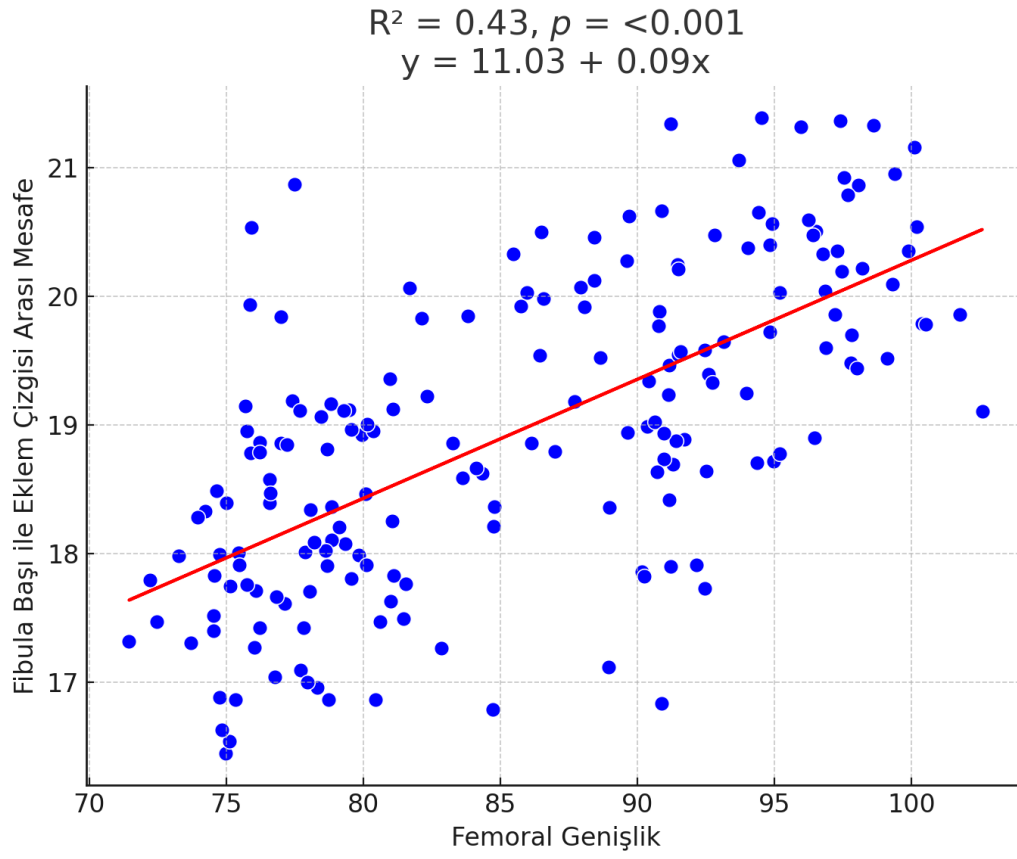
Şekil 4.21 Direk grafide femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Direk grafide yapılan ölçümlerde femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında çok yüksek bir korelasyon bulundu.



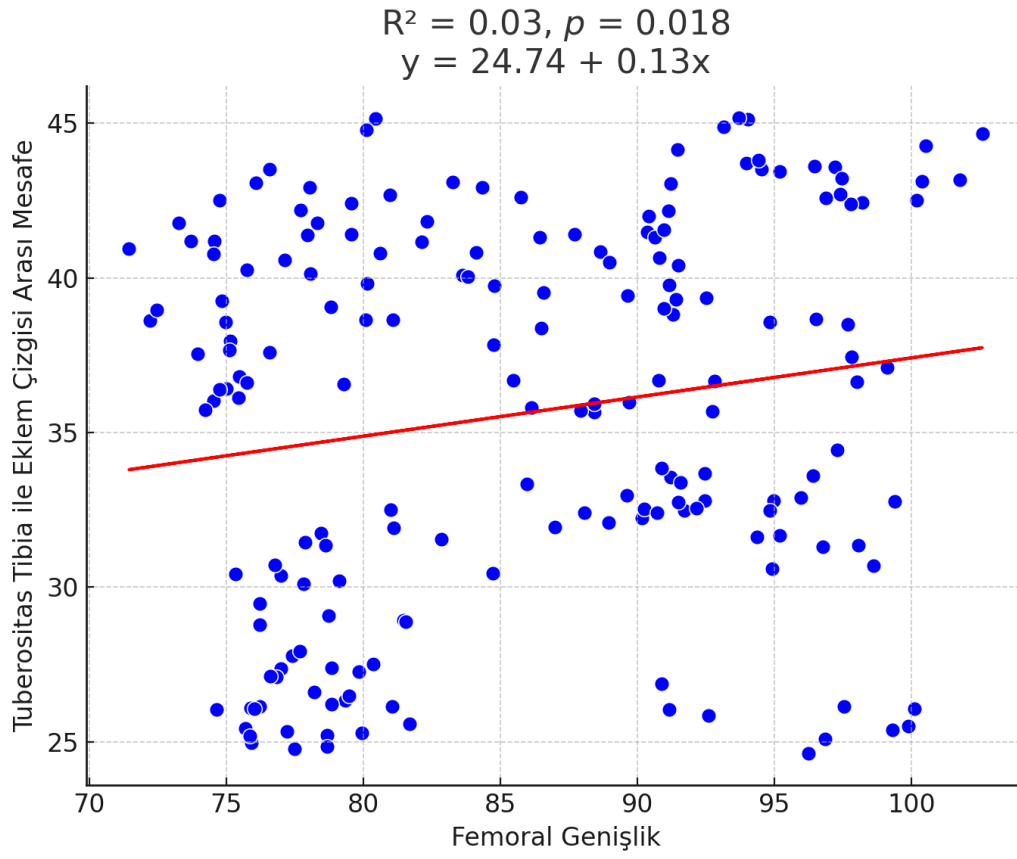
Şekil 4.22 Direk grafide femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Direk grafide yapılan ölçümlerde femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında yüksek bir korelasyon bulundu.



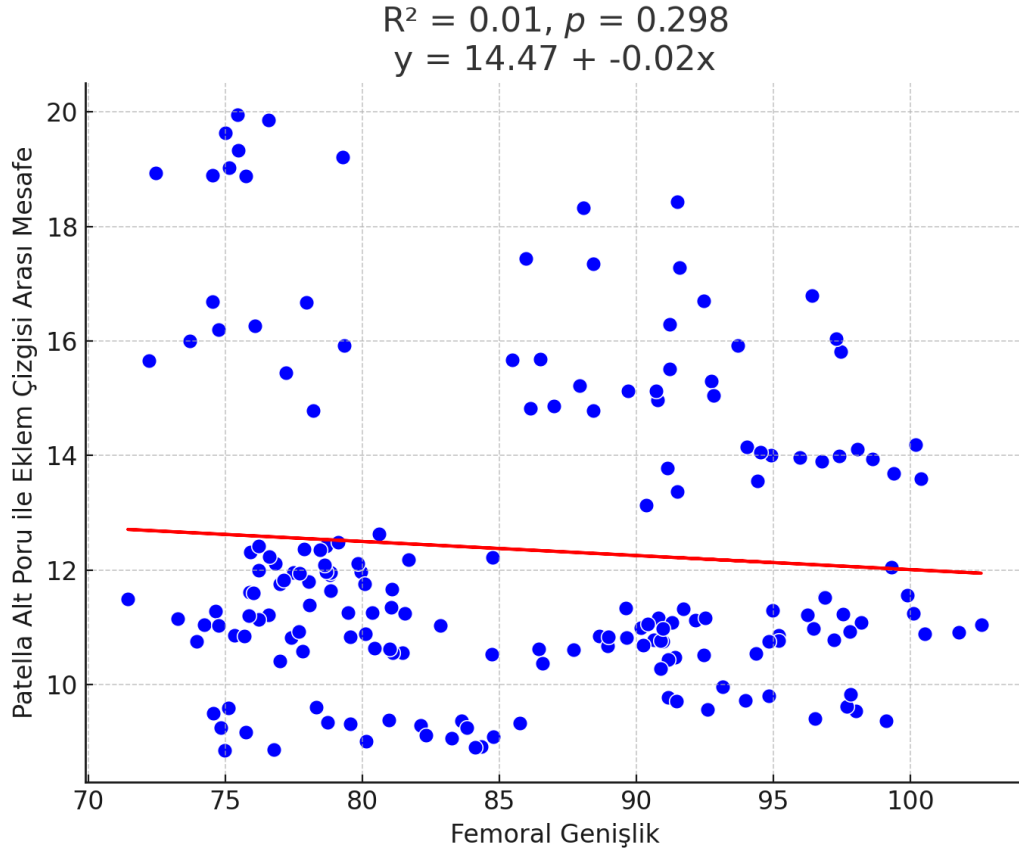
Şekil 4.23 Direk grafide femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Direk grafide yapılan ölçümlerde femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında yüksek bir korelasyon bulundu.



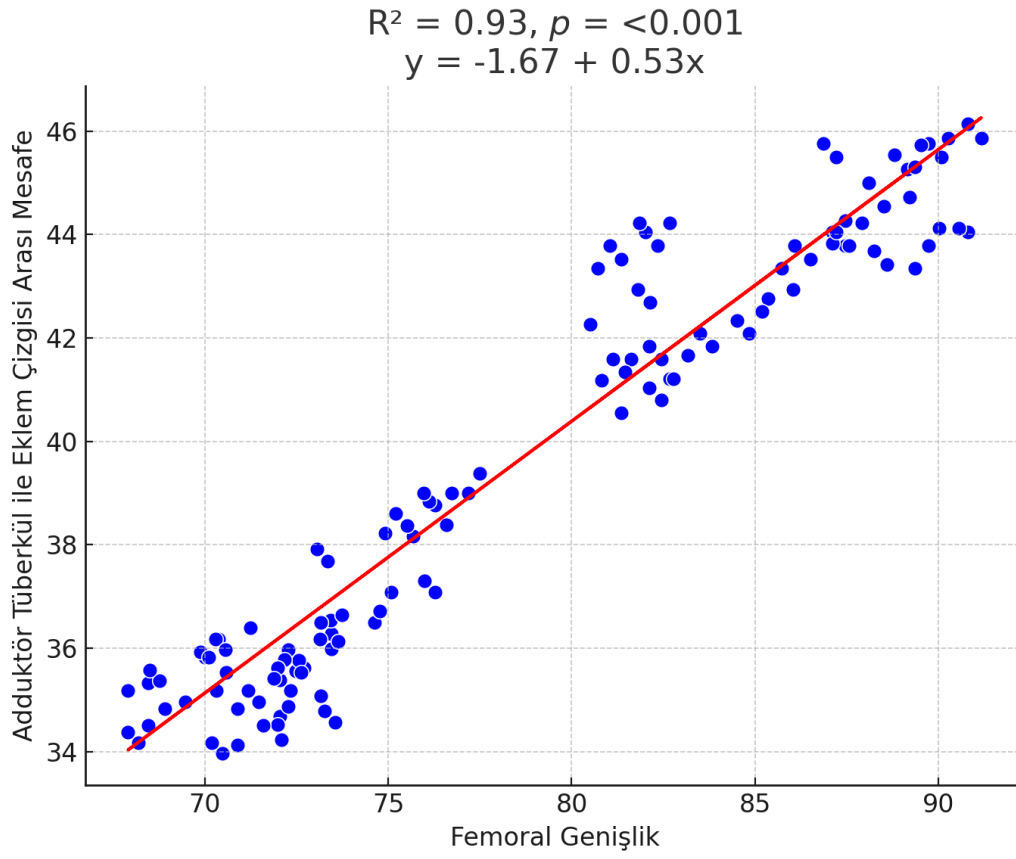
Şekil 4.24 Direk grafide femur genişliği ve tuberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Direk grafide yapılan ölçümlerde femur genişliği ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında anlamlı bir korelasyon bulunamadı.



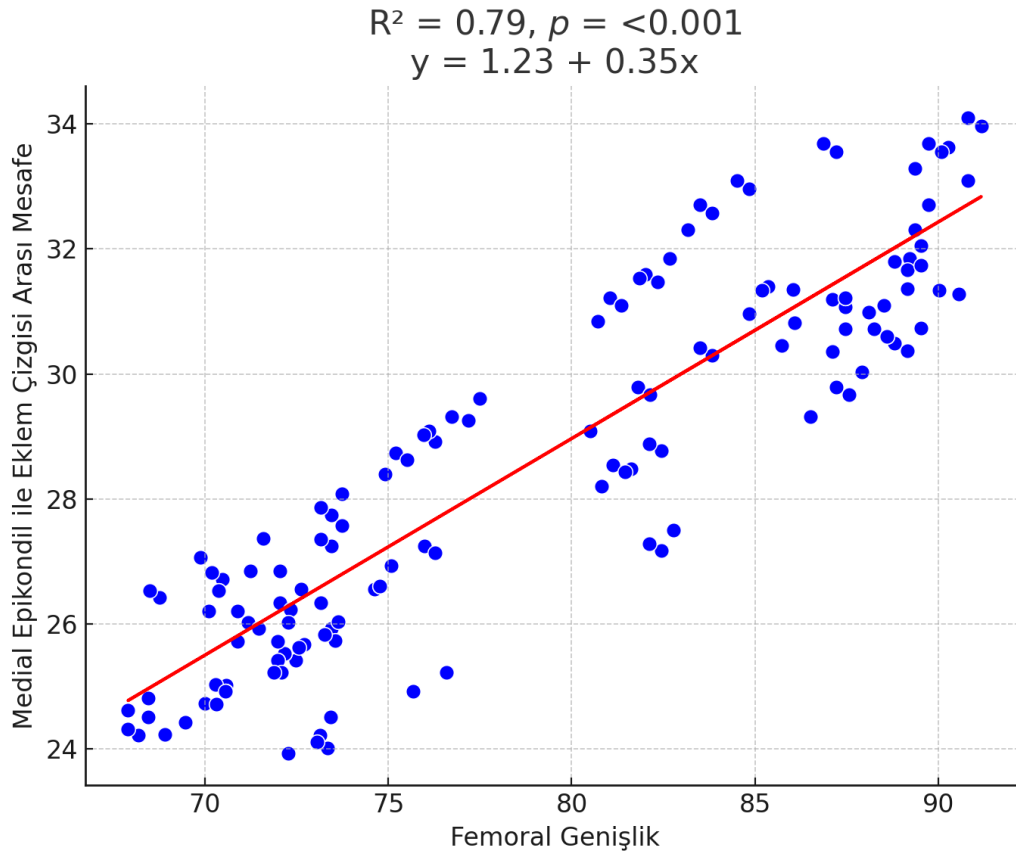
Şekil 4.25 Direk grafide femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

Direk grafide yapılan ölçümlerde femur genişliği ve patealla alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında anlamlı bir korelasyon bulunamadı.



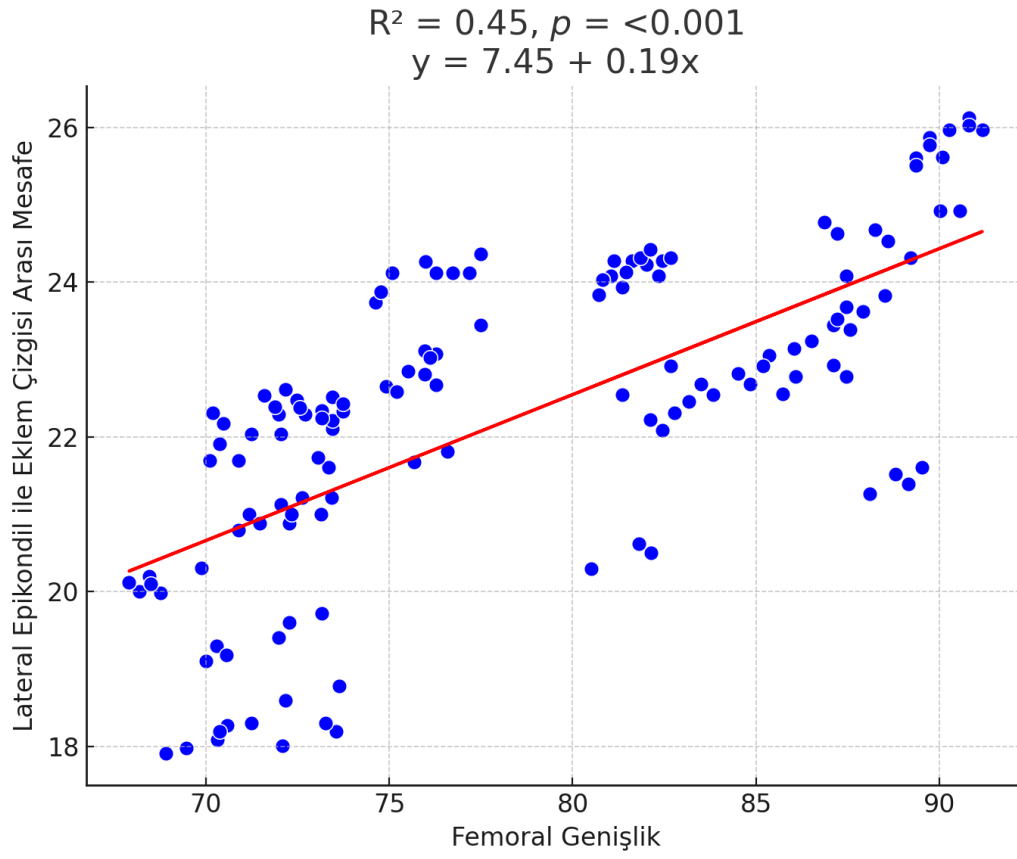
Şekil 4.26 BT’de femur genişliği ve adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

BT’de yapılan ölçümlerde femur genişliği ve addüktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında çok yüksek korelasyon bulundu.



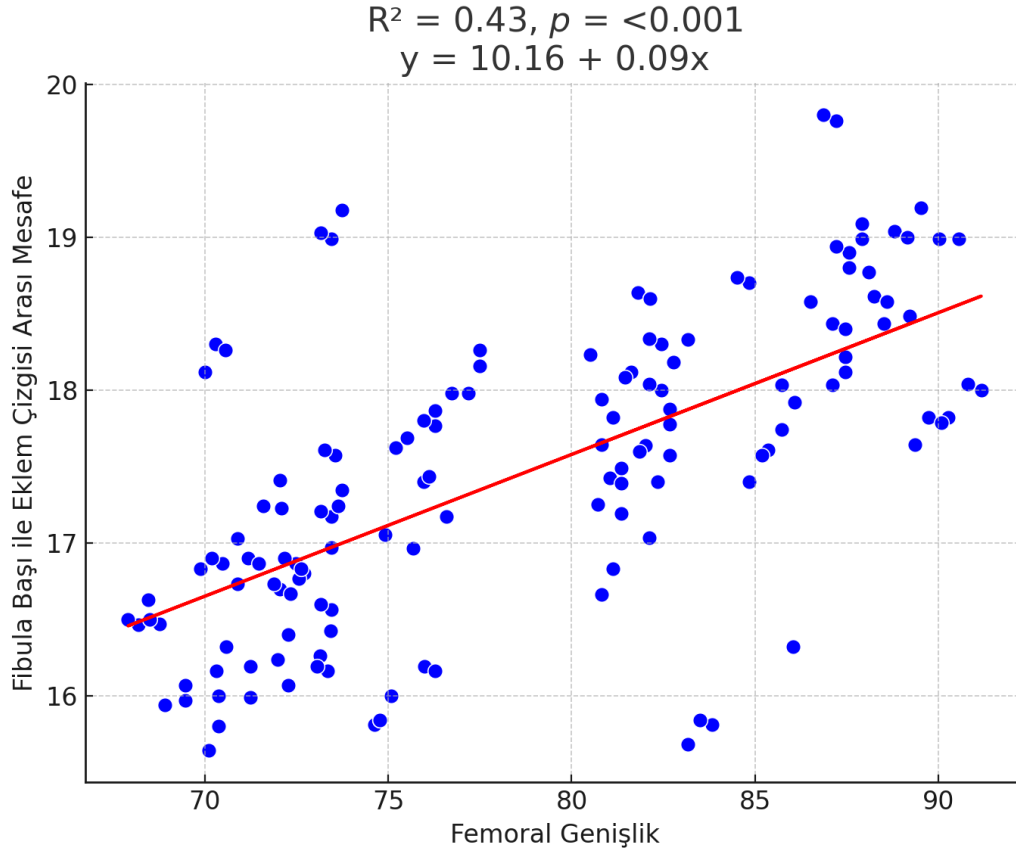
Şekil 4.27 BT’de femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

BT’de yapılan ölçümlerde femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında çok yüksek korelasyon bulundu.



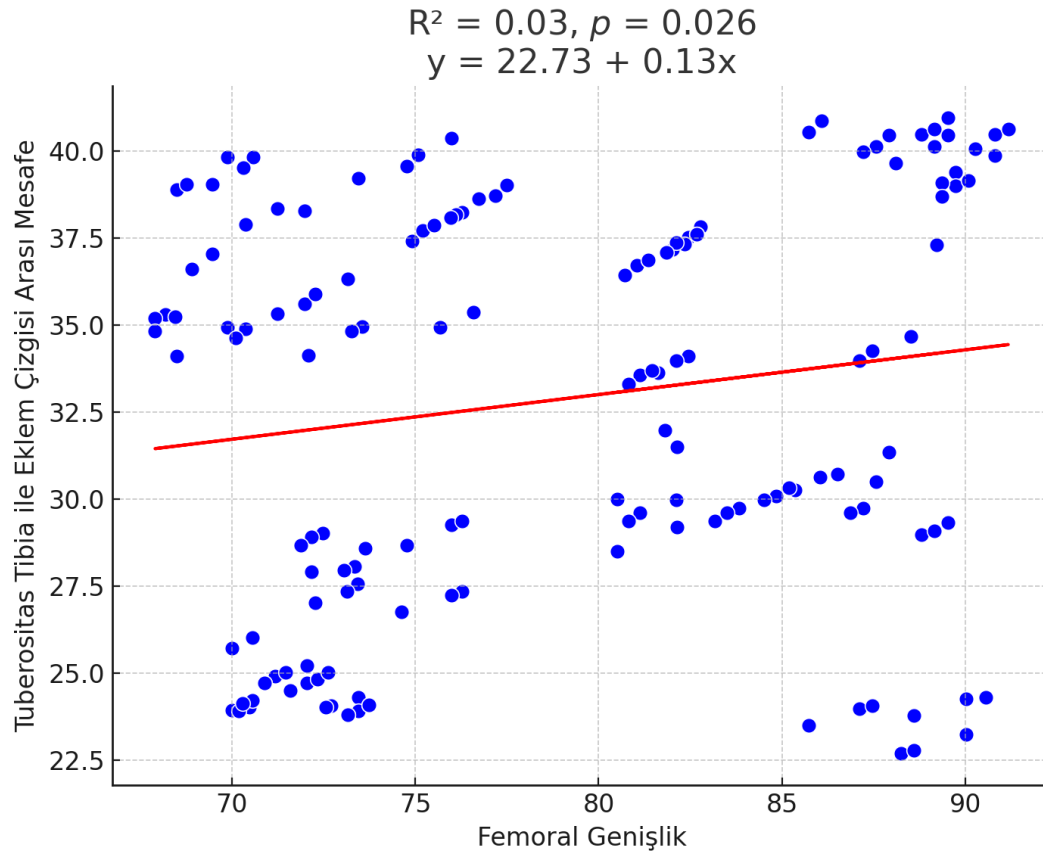
Şekil 4.28 BT’de femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

BT’de yapılan ölçümlerde femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında yüksek korelasyon bulundu.



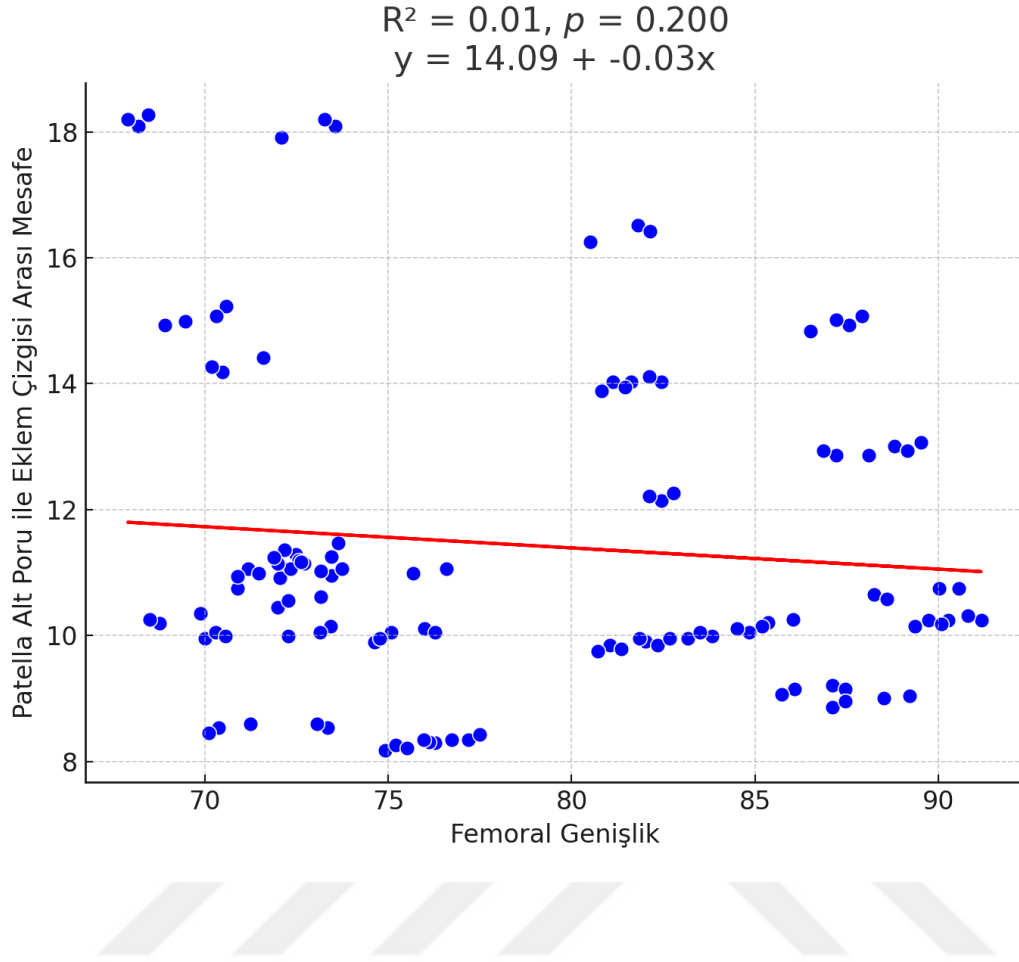
Şekil 4.29 BT’de femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

BT’de yapılan ölçümlerde femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında yüksek korelasyon bulundu.



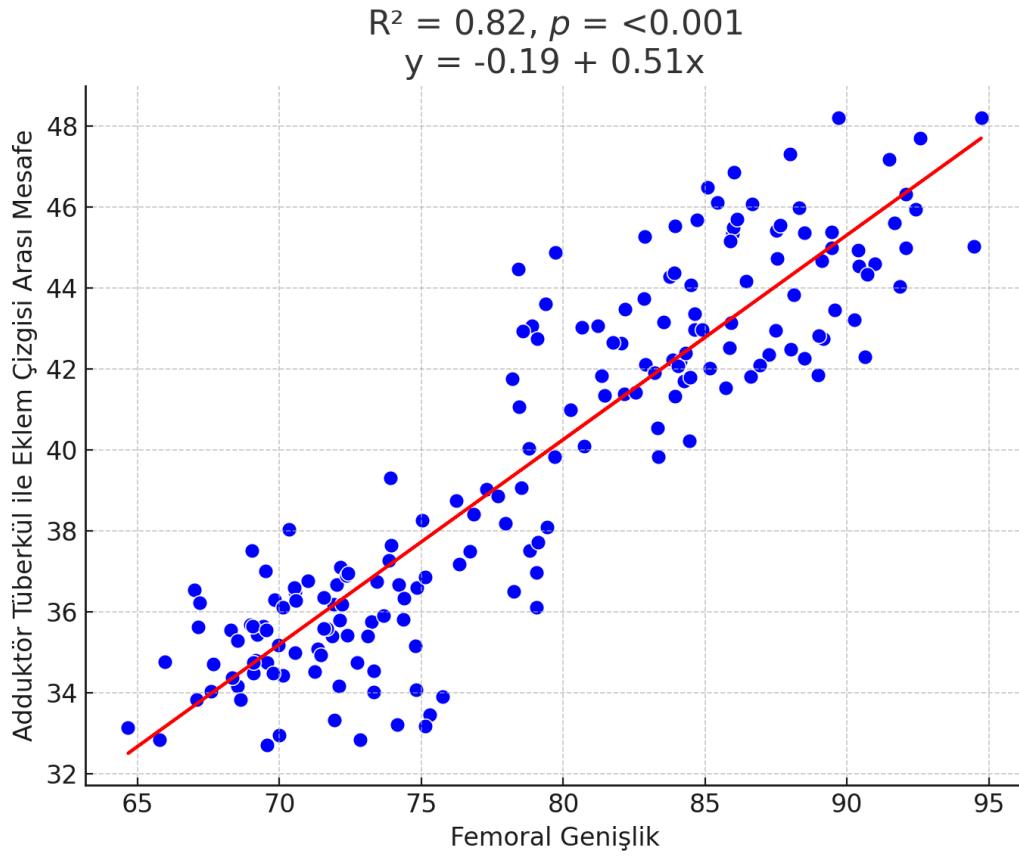
Şekil 4.30 BT’de femur genişliği ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

BT’de yapılan ölçümlerde femur genişliği ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında anlamlı bir korelasyon bulunamadı.



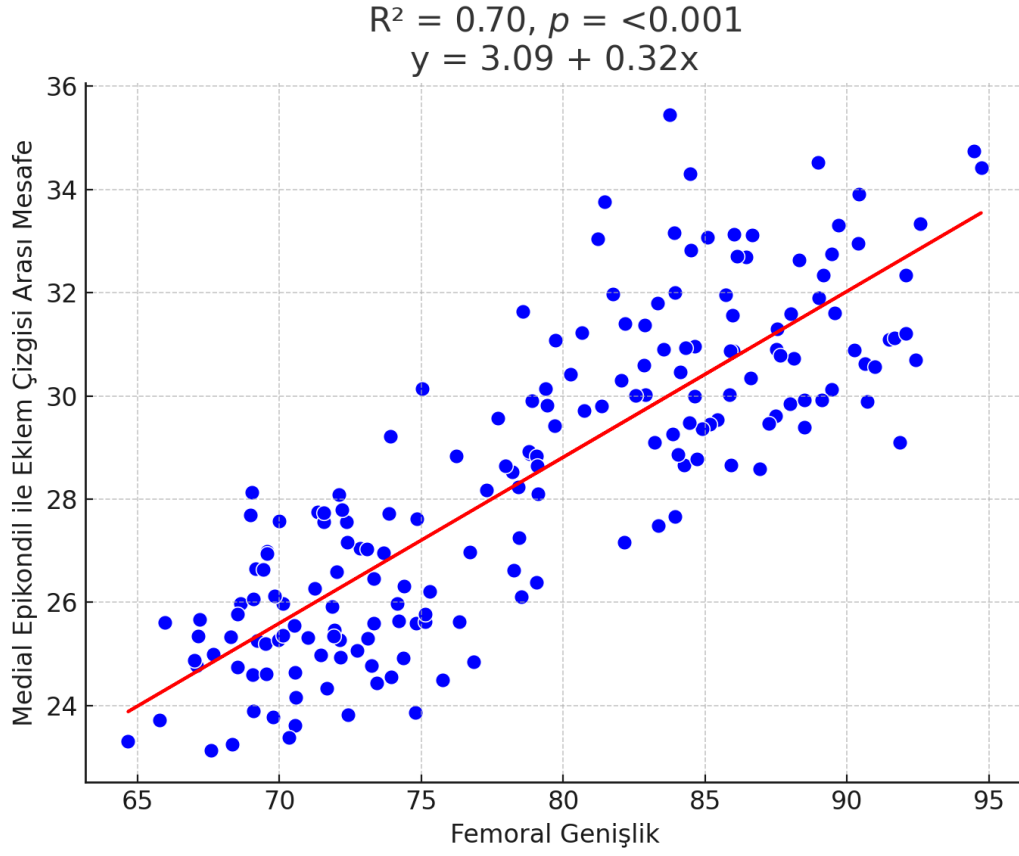
Şekil 4.31 BT’de femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi.

BT’de yapılan ölçümlerde femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında anlamlı bir korelasyon bulunamadı.



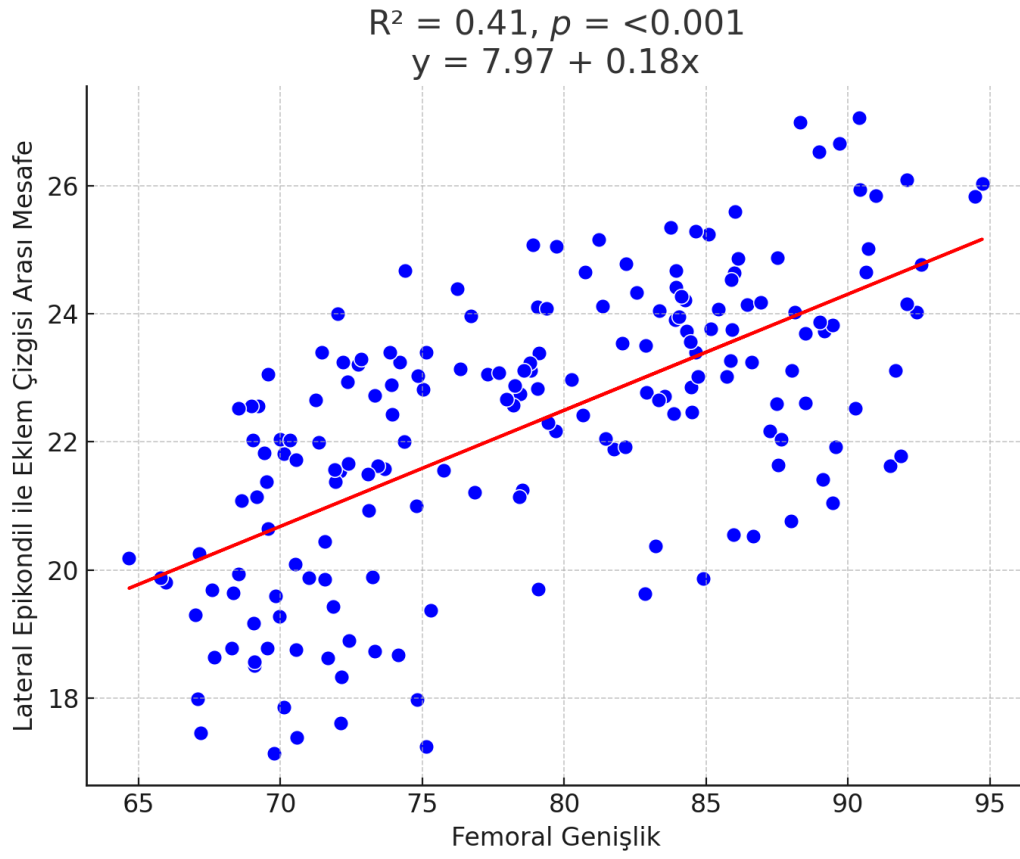
Şekil 4.32 MR’de femur genişliği ve adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi.

MR’de yapılan ölçümlerde femur genişliği ve adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında çok yüksek korelasyon gözlemlendi.



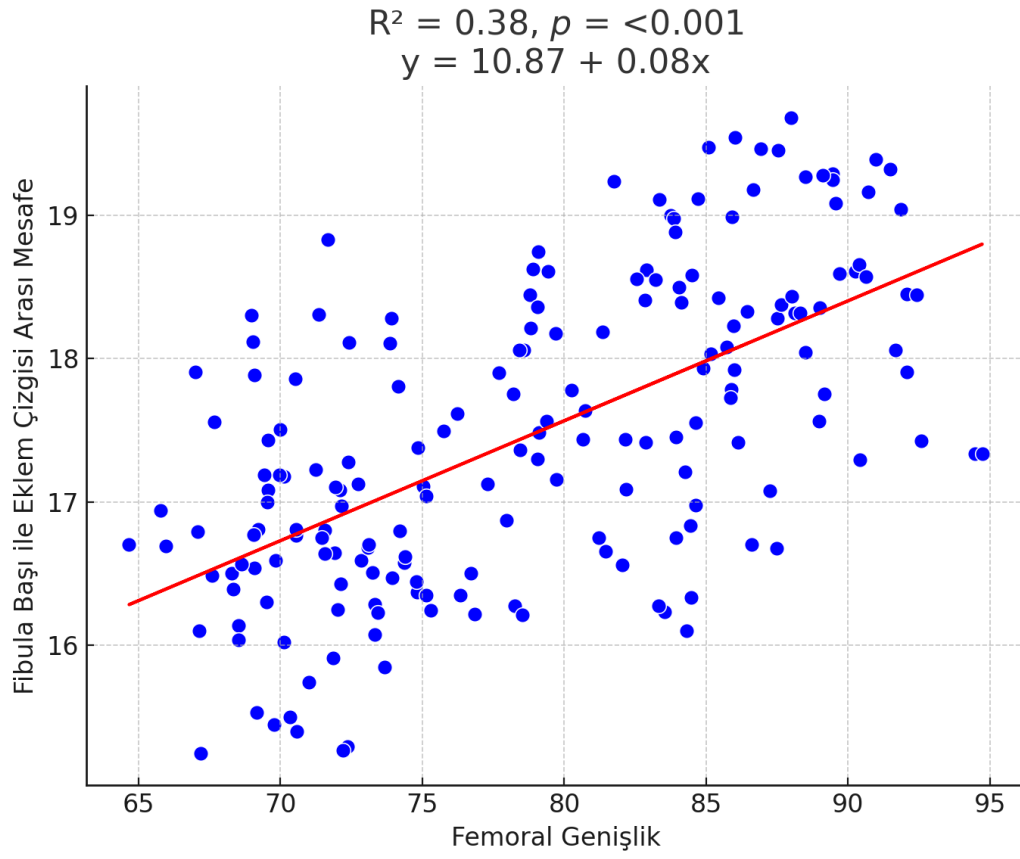
Şekil 4.33 MR’de femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

MR’de yapılan ölçümlerde femur genişliği ve medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında çok yüksek korelasyon gözlemlendi.



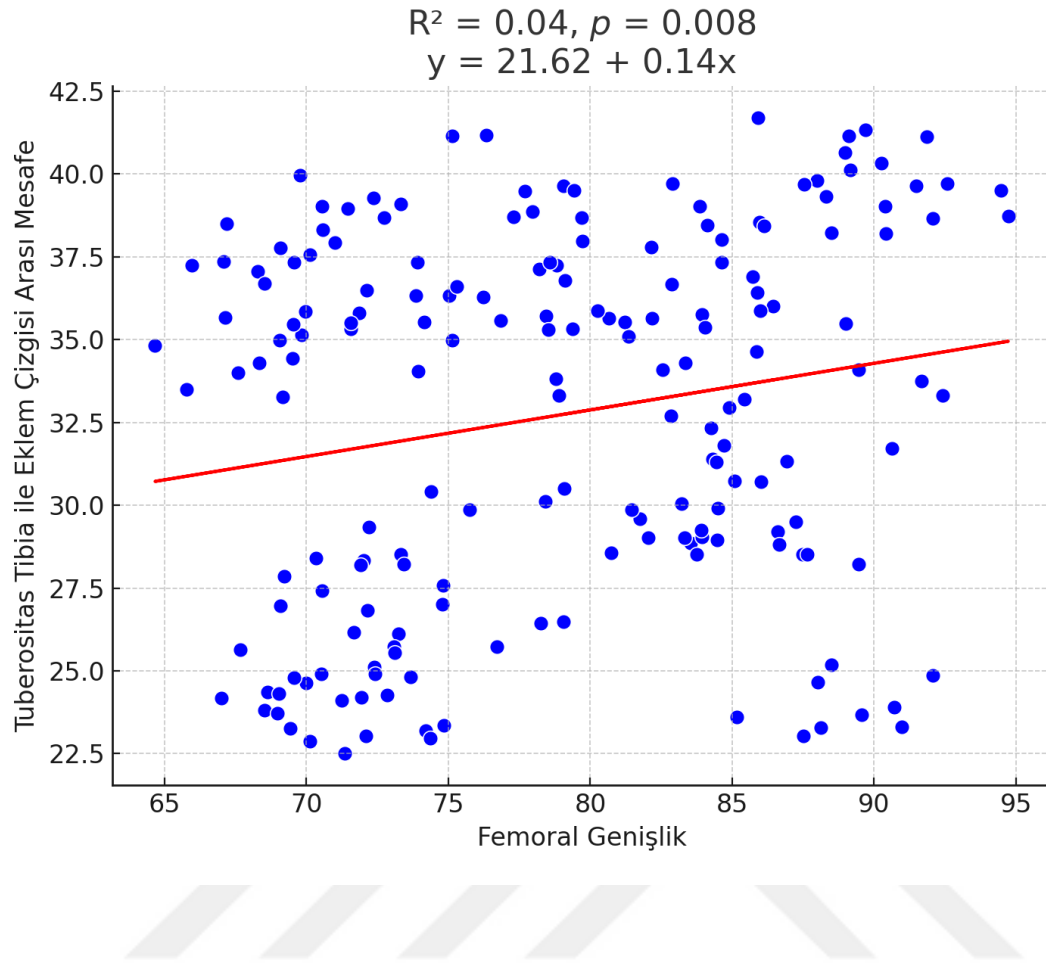
Şekil 4.34 MR’de femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

MR’de yapılan ölçümlerde femur genişliği ve lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında yüksek korelasyon gözlemlendi.



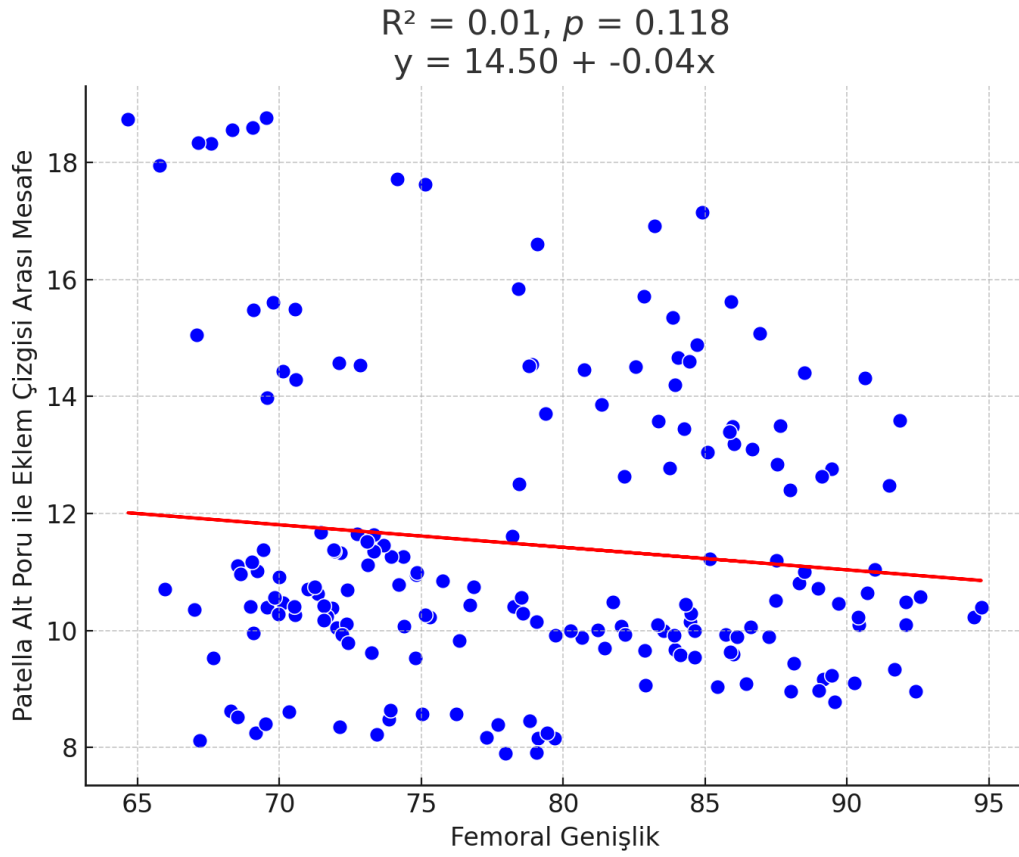
Şekil 4.35 MR’de femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

MR’de yapılan ölçümlerde femur genişliği ve fibula başı ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında yüksek korelasyon gözlemlendi.



Şekil 4.36 MR’de femur genişliği ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

MR’de yapılan ölçümlerde femur genişliği ve tüberositas tibia ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında korelasyon gözlenmedi.



Şekil 4.37 MR’de femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafenin korelasyon analizi

MR’de yapılan ölçümlerde femur genişliği ve patella alt ucu ile eklem çizgisi arasındaki mesafe arasında korelasyon gözlenmedi.

Bu üç farklı görüntüleme yönteminde yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçların istatistiksel olarak benzer olduğu görüldü.

5. TARTIŞMA

Primer ve revizyon total diz protezi sırasında diz eklem hattının doğru konumlanması, hasta sonuçlarını doğrudan etkileyen bir adımdır. Özellikle kemik kayıplarının sık olduğu revizyon total diz protezi ameliyatlarında , gerekli anatomik işaretler eksik veya belirsiz olabilir, bu nedenle diz eklem hattının nasıl doğru bir şekilde tanımlanacağı ve restore edileceği konusunda hala fikir birliği yoktur [4]. Daha önceki çalışmalarda anatomik referans noktaları olarak medial ve lateral epikondil, adduktör tüberkül, fibula başı, patella alt ucu ve tuberositas tibia kullanılmıştır. Bu belirtilen noktalardan femur distalinin medial ve lateral noktalarını birleştiren eklem çizgisine olan uzunluklar ölçülmüştür. Bu uzunluklar yaş, cinsiyet, ırk, vücut kitle indeksi gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Sonuçları standardize etmek için hem kendi aralarındaki hem de bunların femur genişliği (FG)'ye oranları kullanılmıştır [5, 6].

Direk grafi ile yaptıkları ölçümlerde Gürbüz ve arkadaşları [62] Türk popülasyonunda ortalama femur genişliğini 87.2 ± 10.8 mm, Boya ve Araç'ın [63] benzer şekilde Türk popülasyonunda yaptıkları çalışmada 90.21 ± 9.59 mm, Xiao ve arkadaşları [64] 88.3 ± 7.2 mm, Gao ve arkadaşları [6] 89.44 ± 8.77 mm, Luyckx ve arkadaşları [5] 85.4 ± 7.1 , Romero ve arkadaşları [65] 79.9 ± 6.5 mm , Iocano ve arkadaşları [66] 89.7 ± 8.4 olarak belirtmişlerdir.

BT görüntüleme sistemi ile yaptıkları çalışmalarında Fan ve arkadaşları [67] Çin popülasyonunda ortalama femur genişliğini 78.16 ± 5.71 mm şeklinde raporlamışlardır.

MR görüntüleriyle üzerinden gerçekleştirdikleri çalışmalarında Aljuhani ve arkadaşları [68] femur genişliğini 76.9 ± 6.1 mm, Tantavisut ve arkadaşları [69] Tayland popülasyonunda 76.7 ± 3.99 mm, Maderbacher ve arkadaşları [70] ise 79.9 ± 7.0 mm olarak bildirmişlerdir.

Kadavra üzerinde yaptıkları incelemelerde Özkurt ve arkadaşları [71] Türk popülasyonu femur genişliğini $82,76 \pm 7.74$ mm, Hou ve arkadaşları [72] ise $78,62 \pm 5,79$ mm olarak bildirmişlerdir.

Kendi çalışmamızda Türk popülasyonunun ortalama femur genişliği direk grafide, BT'de ve MR'da sırasıyla $85,69 \pm 8,45$ mm, $78,83 \pm 7,11$ mm, $78,88 \pm 7,73$ mm olarak ölçülmüştür.

Romero ve arkadaşları [65] revizyon total diz protezi ameliyat öncesi eklem hattının belirlenmesini değerlendirdikleri çalışmasında gerçek uzunluğunu bildikleri protez genişliğinin ameliyat sonrası çekilen direk grafide %9,2 (%4 ile %14 arasında) daha büyük olduğunu bildirmişlerdir [65]. Mevcut çalışmada direk grafide incelenen parametrelere ait değerlerin BT ve MR görüntülemesinde daha büyük olması magnifikasyon ile açıklanabilir.

Direk grafi yöntemi ile Gürbüz ve arkadaşları [62] yaptıkları çalışmada adduktör tüberkül eklem çizgisi arası mesafeyi 47.9 ± 6.2 mm, Boya ve Araç'ın [63] 47.33 ± 6.01 mm olarak ,

Iocano ve arkadaşları [66] 48.7 ± 4.8 mm, Luyckx ve arkadaşları [5] $44,6 \pm 4,3$ mm, Gao ve arkadaşları [6] $49,4 \pm 5,0$ mm, Xiao ve arkadaşları [64] 49.4 ± 4.3 mm bildirmişlerdir

BT üzerinden yaptıkları çalışmalarda Fan ve arkadaşları [67] adduktör tüberkül eklem çizgisi arasındaki mesafeyi 44.40 ± 3.76 mm olarak bildirmişlerdir.

MR görüntüleme yöntemi ile yaptıkları çalışmada Maderbacher ve arkadaşları [70] adduktör tüberkül eklem çizgisi arası mesafeyi 45.4 ± 4.4 mm olarak bildirmişlerdir.

Hou ve arkadaşları [72] kadavralarla yaptıkları çalışmalarında adduktör tüberkül eklem çizgisi arasındaki mesafeyi 37.23 ± 4.34 mm olarak raporlamışlardır.

Kendi çalışmamızda Türk popülasyonunun direk grafide, BT’de ve MR’da adduktör tüberkül ile eklem çizgisi arası mesafe sırasıyla $43,10 \pm 4,45$ mm, $39,77 \pm 3,88$ mm, $39,69 \pm 4,32$ mm olarak ölçülmüştür.

Direk grafi yöntemiyle medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki uzaklığı Luyckx ve arkadaşları [5] $27,7 \pm 3,0$ mm, Romero ve arkadaşları [65] $31,6 \pm 2,5$ mm , Gao ve arkadaşları [6] $28,3 \pm 3,1$ mm, , Iacono arkadaşları [66] $30,7 \pm 3,9$ mm olarak bildirmişlerdir.

MR görüntüleme sistemiyle yaptıkları çalışmalarında medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki uzaklığı Aljuhani ve arkadaşları [68] $18,6 \pm 2,5$ mm, Maderbacher ve arkadaşları [70] $33,9 \pm 3,3$ mm, Tantavisut ve arkadaşları [69] ise $27,1 \pm 2,7$ mm olarak raporlamışlardır.

Kadavra üzerinden yapılan çalışmalarında Özkurt ve arkadaşları [71] medial epikondil ile eklem çizgisi arasındaki uzaklığı $28,95 \pm 3,3$ mm, Hou ve arkadaşları [72] ise $29,14 \pm 4,56$ mm olarak bildirmişlerdir.

Kendi çalışmamızda Türk popülasyonunun direk grafide, BT’de ve MR’da medial epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe sırasıyla $30,94 \pm 3,26$ mm, $28,56 \pm 2,78$ mm, $28,46 \pm 2,97$ mm olarak ölçülmüştür.

Direk grafi ile yaptıkları çalışmalarında lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafeyi Luyckx ve arkadaşları [5] $27,1 \pm 2,7$ mm, Romero ve arkadaşları [65] $25,1 \pm 2,7$ mm, Gao ve arkadaşları [6] $26,9 \pm 2,9$ mm ve belirtmişlerdir.

MR görüntüleme ile yapılan çalışmalarda lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafeyi Maderbacher ve arkadaşları [70] 30.6 ± 3.9 mm, Aljuhani ve arkadaşları [68] $24,4 \pm 2,8$ mm, Tantavisut ve arkadaşları [69] da $21,7 \pm 2,5$ mm olarak belirtmişlerdir.

Kadavralarla çalışan Özkurt ve arkadaşları [71] ise lateral epikondil ile eklem çizgisi arasındaki mesafeyi $23,97 \pm 3,27$ mm, Hou ve arkadaşları [72] $21,91 \pm 3,60$ mm olarak bildirmişlerdir.

Kendi çalışmamızda Türk popülasyonunun direk grafide, BT’de ve MR’da lateral epikondil ile eklem çizgisi arası mesafe sırasıyla $24,21 \pm 2,27$ mm, $22,33 \pm 2,01$ mm, $22,29 \pm 2,18$ mm olarak ölçülmüştür.

Direk grafide çalışan Gürbüz ve arkadaşları fibula başı eklem çizgisi arası mesafeyi 20.5 ± 4.0 , Luyckx ve arkadaşları [5] 15.1 ± 3.7 mm, Gao ve arkadaşları [6] 20.0 ± 4.0 mm, Iacono ve arkadaşları [66] 16.7 ± 4.0 mm, Hou ve arkadaşları [72] ise 19.50 ± 7.48 mm olarak bildirmişlerdir.

MR görüntüleri üzerinden yaptıkları çalışmalarda fibula başı eklem çizgisi arası mesafeyi Tantavisut ve arkadaşları [69] ise 12.6 ± 3 mm, Maderbacher ve arkadaşları [70] 15.3 ± 3.1 mm olarak bildirmişlerdir.

Kendi çalışmamızda Türk popülasyonunun direk grafide, BT'de ve MR'da fibula başı ile eklem çizgisi arası mesafe sırasıyla 18.96 ± 1.19 mm, 17.47 ± 1.01 mm, 17.47 ± 1.05 mm olarak ölçülmüştür.

Aljuhani ve arkadaşları [68] ise tibiofemoral eklemden eklem çizgisine olan mesafeyi MR görüntüleme sistemi ile 25.8 ± 3.1 mm olarak ölçmüşlerdir.

Tüberositas tibiadan eklem çizgisine olan mesafeyi MR görüntüleme ile Tantavisut ve arkadaşları [69] 21.3 ± 3.6 mm, Aljuhani ve arkadaşları [68] ise 29.1 ± 6.0 mm olarak bildirmişlerdir.

Kendi çalışmamızda Türk popülasyonunun Tüberositas tibiadan eklem çizgisine olan mesafe direk grafide, BT'de ve MR'da sırasıyla 35.60 ± 6.20 mm, 32.85 ± 5.60 mm, 32.72 ± 5.59 mm olarak ölçülmüştür.

Tantavisut ve arkadaşları [69] MR görüntüleri ile patella alt ucundan eklem çizgisine olan mesafeyi 7.6 ± 4.8 mm olarak raporlamıştır.

Kendi çalışmamızda Türk popülasyonunun patella alt ucundan eklem çizgisine olan mesafeyi direk grafide, BT'de ve MR'da sırasıyla 12.36 ± 2.71 mm, 11.43 ± 2.54 mm, 11.46 ± 2.59 mm olarak ölçülmüştür.

Son literatür çalışmalarının birçoğunda olduğu gibi bu çalışmanın sonuçları da femur genişliği ile addüktör tüberkülden eklem çizgisine olan mesafe arasında çok yüksek bir korelasyon olduğunu ortaya koydu [6, 62-64, 73]. Ayrıca buna ek olarak bu çalışma bu ilişkiyi sadece tek bir görüntüleme yöntemiyle değil direk grafi, BT ve MR gibi üç farklı görüntüleme tekniği ile ayrı ayrı gösterdi.

Ayrıca yapılan birçok çalışmada femur genişliği ile medial epikondilden eklem çizgisine olan mesafe arasında yüksek bir korelasyon olduğu ameliyat öncesi ve ameliyat sırasında medial epikondili referans alarak cerrahi planlama yapılabileceği belirtilmiştir [71, 74]. Bu çalışmada medial epikondilin de diz eklemine olan mesafesiyle femur genişliği ile arasında çok yüksek bir korelasyona sahip olduğu gözlemlendi. Ancak güncel literatürde hala medial epikondilin gerek ameliyat öncesi görüntüleme teknikleri ile gerekse ameliyat esnasında belirlenmesi hakkında

net bir görüş birliği yoktur [75]. Bir başka sorun ise özellikle revizyon vakalarında kemik erozyonu ve osteolizis sebebiyle epikondillerin referans nokta olarak bulunmasında zorluklardır. Bu sebepler de dikkate alındığında diz eklem seviyesinin belirlenmesinde adduktör tüberkülün kullanılması daha doğru sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

Lateral epikondilden eklem çizgisine olan mesafe arasında yüksek düzey bir korelasyon olduğu gözlemlendi. Ancak gerek adduktör tüberkülün daha güvenilir bir işaret noktası olması gerekse lateral epikondilin tıpkı medial epikondil gibi tespitinde yaşanabilecek zorluklar sebebiyle kullanımı sınırlıdır.

Fibula başı ile eklem çizgisi olan mesafe ile femur genişliği arasında yüksek düzey korelasyon gözlemlendi. Fibula başı ile ilgili olarak, fibula başının ucunun görüntüleme yöntemleri ile tespiti kolay olsa da ameliyat sırasında çok daha zorlayıcı olabilir. Maderbacher ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada [76] eklem seviyesini hesaplamak için karşı taraftaki dizde fibula başı kullanmayı önermiş ve çok yüksek doğruluk bildirmiş olmasına rağmen diğer çalışmalar [62, 77] karşı taraf dizlerde uygulandığında diğer yöntemlere kıyasla böyle bir güvenilirliği doğrulamamıştır.

Femur genişliği ile tibia tüberkülünden ve patella alt ucundan eklem çizgisine olan mesafeler arasında anlamlı bir korelasyon gözlenmedi.

Direk grafi, BT ve MR görüntüleme teknikleri ile ayrı ayrı yapılan ölçümler ile elde edilen sonuçların yapılan diğer çalışmalar gibi istatistiksel olarak birbirine benzer olduğunu görüldü. Bu sebeple, BT'deki yoğun radyasyon maruziyeti ve MR'nin ise yüksek maliyeti diz eklem seviyesinin belirlenmesinde direk grafinin en ideal yöntem olduğunu düşündürmektedir [78, 79].

6. SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçlarından yola çıkarak diz eklem çizgisinin belirlenmesinde adduktör tüberkülün kullanılması en doğru ve güvenilir yöntem olduğunu düşünmekteyiz. Bunun yanı sıra medial epikondil ve lateral epikondil de özellikle primer vakalarda diz eklem seviyesinin belirlenmesinde kullanılabilir. Çalışmada üç görüntüleme yöntemiyle tüm sonuçlar kıyaslanmış ve istatistiksel olarak birbirlerinden farkları gözlenmemiştir. Bu sebeple rutin klinik uygulamalarında ameliyat öncesi değerlendirmelerde direk grafinin kullanımını önermekteyiz. Daha önce diz protezi yapılmış hastalarda revizyon diz protezi ameliyat öncesinde kemik kayıplarını değerlendirmek için implant baskılı BT kullanılabilir. Kemik ve yumuşak dokuya yönelik daha detaylı inceleme yapılmak istenirse bu üç farklı yöntemin kombine olarak kullanılmasının daha doğru sonuçlar verebilir.

KAYNAKLAR

1. Koshire, S., S.S. Mohanty, S.A. Keny, A.K. Rai, T.N. Rathod, and P. Kamble, *The influence of joint line restoration on functional outcome after primary total knee arthroplasty: A prospective study*. J Clin Orthop Trauma, 2022. **34**: p. 102023.
2. van Lieshout, W.A.M., K.P. Valkering, K.L.M. Koenraadt, F.S. van Etten-Jamaludin, G. Kerkhoffs, and R.C.I. van Geenen, *The negative effect of joint line elevation after total knee arthroplasty on outcome*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019. **27**(5): p. 1477-1486.
3. König, C., A. Sharenkov, G. Matziolis, W.R. Taylor, C. Perka, G.N. Duda, et al., *Joint line elevation in revision TKA leads to increased patellofemoral contact forces*. J Orthop Res, 2010. **28**(1): p. 1-5.
4. Pereira, G.C., E. von Kaeppler, M.J. Alaia, K. Montini, M.J. Lopez, P.E. Di Cesare, et al., *Calculating the Position of the Joint Line of the Knee Using Anatomical Landmarks*. Orthopedics, 2016. **39**(6): p. 381-386.
5. Luyckx, T., L. Beckers, W. Colyn, H. Vandenuecker, and J. Bellemans, *The adductor ratio: a new tool for joint line reconstruction in revision TKA*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2014. **22**(12): p. 3028-33.
6. Gao, Z., X. Mao, C. Xiang, Y. Gao, X. Zhang, and Z. Guo, *An accurate method for locating the joint line during revision total knee arthroplasty: A radiologic study in the Chinese population*. Knee, 2021. **29**: p. 510-519.
7. Esmer, A.F., K. Başarır, and M. Binnet, *Diz eklemine cerrahi anatomisi*. Totbid Dergisi, 2011. **10**(1): p. 38-44.
8. Lippi, D. and S.T. Donell, *The knee's connections*. Knee, 2023. **43**: p. A3-a4.
9. Brouwer, G.M., A.W. van Tol, A.P. Bergink, J.N. Belo, R.M. Bernsen, M. Reijman, et al., *Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee*. Arthritis Rheum, 2007. **56**(4): p. 1204-11.
10. Thompson, J.C., *Netter's concise orthopaedic anatomy*. 2009: Elsevier Health Sciences.
11. Özkan, O., *Anatomiye Güncel Bakış II*. 2024: Akademisyen Kitabevi.
12. Sobotta, J., *Sobotta: atlas de anatomía humana*. Vol. 1. 2006: Ed. Médica Panamericana.
13. Fox, A.J., F. Wanivenhaus, and S.A. Rodeo, *The basic science of the patella: structure, composition, and function*. %J The journal of knee surgery, 2012. **25**(02): p. 127-142.
14. Örgüç, Ş., *Diz Eklemi: Sinovya*. 2016.
15. GÜNGÖR, Y., H.İ. AÇAR, and M. BOZKURT, *Ön Çapraz Bağ Fonksiyonel Anatomisi*. J Türkiye Klinikleri Orthopaedics, 2022. **15**(1): p. 1-4.
16. Logterman, S.L., F.B. Wydra, and R.M. Frank, *Posterior cruciate ligament: anatomy and biomechanics*. Current reviews in musculoskeletal medicine, 2018. **11**: p. 510-514.
17. Blitzer Charles, M., *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, 1993. **9**(4): p. 414-416.

18. Tubbs, R.S., M.M. Shoja, and M. Loukas, *Bergman's comprehensive encyclopedia of human anatomic variation*. 2016: John Wiley & Sons.
19. Ramos, D., M. Peach, A. Mazzocca, X. Yu, S. Kumbar, S. Nukavarapu, et al., *Regenerative Engineering of Musculoskeletal Tissues and Interfaces*. 2015, Elsevier Amsterdam, The Netherlands:.
20. Poh, S.-Y., K.-S.A. Yew, P.-L.K. Wong, S.-B.J. Koh, S.-L. Chia, S. Fook-Chong, et al., *Role of the anterior intermeniscal ligament in tibiofemoral contact mechanics during axial joint loading*. *The Knee*, 2012. **19**(2): p. 135-139.
21. Nelson, E.W. and R.F. LaPrade, *The anterior intermeniscal ligament of the knee: an anatomic study*. *The American journal of sports medicine*, 2000. **28**(1): p. 74-76.
22. Tubbs, R.S., J. Michelson, M. Loukas, M.M. Shoja, M.R. Ardalan, E.G. Salter, et al., *The transverse genicular ligament: anatomical study and review of the literature*. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 2008. **30**: p. 5-9.
23. Kopf, S., M.-P. Sava, C. Stärke, and R. Becker, *The menisci and articular cartilage: a life-long fascination*. *EFORT open reviews*, 2020. **5**(10): p. 652-662.
24. Rovesti, G.L. and B. Böhme, *Double-Needle Meniscal Suture Technique: Technical Description and Clinical Application in Dogs*. *Animals*, 2024. **14**(18): p. 2717.
25. ÇAKAR, B., *Menisküs Anatomisi, Biyomekaniği ve Fonksiyonları*. *Türkiye Klinikleri Sports Medicine-Special Topics*, 2023. **9**(2): p. 1-6.
26. Mameri, E.S., S.P. Dasari, L.M. Fortier, F.G. Verdejo, S. Gursoy, A.B. Yanke, et al., *Review of meniscus anatomy and biomechanics*. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 2022. **15**(5): p. 323-335.
27. Beaufils, P., R. Becker, S. Kopf, O. Matthieu, and N. Pujol, *The knee meniscus: management of traumatic tears and degenerative lesions*. *EFORT open reviews*, 2017. **2**(5): p. 195-203.
28. Scott, W.N., *Insall & Scott surgery of the knee E-book*. 2011: Elsevier Health Sciences.
29. Amis, A., P. Firer, J. Mountney, W. Senavongse, and N. Thomas, *Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament*. *The Knee*, 2003. **10**(3): p. 215-220.
30. Schein, A., G. Matcuk, D. Patel, C.J. Gottsegen, T. Hartshorn, D. Forrester, et al., *Structure and function, injury, pathology, and treatment of the medial collateral ligament of the knee*. *Emergency Radiology*, 2012. **19**(6): p. 489-498.
31. D'Ambrosi, R., K. Corona, G. Guerra, M. Rubino, F. Di Feo, and N. Ursino, *Biomechanics of the posterior oblique ligament of the knee*. *Clinical Biomechanics*, 2020. **80**: p. 105205.
32. Meister, B.R., S.P. Michael, R.A. Moyer, J.D. Kelly, and C.D. Schneck, *Anatomy and kinematics of the lateral collateral ligament of the knee*. *The American journal of sports medicine*, 2000. **28**(6): p. 869-878.
33. Vieira, E.L.C., E.Á. Vieira, R.A. Aguiar, C.S. Lopes, A.M. Steffen, and M. Cohen, *Are the popliteofibular ligament, the arcuate ligament, and the fibular insertion of the popliteus muscle the same structure? An anatomic and terminological study*. *Journal of Anatomy*, 2022. **241**(2): p. 478-483.
34. Ege, R., *Diz anatomisi, Diz sorunları*, E. Rıdvan, Editor. 1998, Bizim Büro Basımevi: Ankara. p. 27-54.
35. Masouros, S., A. Bull, and A. Amis, *Biomechanics of the knee joint*. *Orthopaedics and Trauma*, 2010. **24**(2): p. 84-91.
36. Varshney, M.K., *Essential Orthopedics: Principles and Practice 2 Volumes*. Vol. 1. 2016: JP Medical Ltd.
37. Azar, F.M., S.T. Canale, and J.H. Beaty, *Campbell's operative orthopaedics*. 2020: Elsevier Health Sciences.
38. Ambrožič, B., U. Slokar, U. Brulc, and S. Novak, *Anatomic Knee Joint Realignment, Clinical Anatomy of the Knee: An Atlas*. 2021, Springer. p. 207-247.

39. Almaawi, A.M., J.R. Hutt, V. Masse, M. Lavigne, and P.-A. Vendittoli, *The impact of mechanical and restricted kinematic alignment on knee anatomy in total knee arthroplasty*. The Journal of arthroplasty, 2017. **32**(7): p. 2133-2140.
40. Jagadeesh, N., R. Paidipati, A. Parameshwar, and V.M. Shivalingappa, *Correlation of tibial parameters like medial, lateral posterior tibial slope and medial plateau depth with ACL injuries: randomized control study*. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology, 2023. **33**(4): p. 1267-1274.
41. Boling, M., D. Padua, S. Marshall, K. Guskiewicz, S. Pyne, and A. Beutler, *Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome*. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 2010. **20**(5): p. 725-730.
42. Grelsamer, R.P., W.W. Colman, and V.C. Mow, *Anatomy and mechanics of the patellofemoral joint*. Sports Medicine and Arthroscopy Review, 1994. **2**(3): p. 178-188.
43. Blønd, L., *Statements concerning the patellofemoral joint*. Orthop Sports Med Open Access J, 2020. **3**: p. 317-321.
44. Mortensen, A.J., T.C. Ludwig, B.M. Adams, T.F. Adeyemi, and S.K. Aoki, *The blackburne–peel index for determining patellar height is affected by tibial slope*. Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation, 2021. **3**(2): p. e359-e365.
45. Mora, J.C., R. Przkora, and Y. Cruz-Almeida, *Knee osteoarthritis: pathophysiology and current treatment modalities*. Journal of pain research, 2018: p. 2189-2196.
46. Jang, S., K. Lee, and J.H. Ju, *Recent updates of diagnosis, pathophysiology, and treatment on osteoarthritis of the knee*. International journal of molecular sciences, 2021. **22**(5): p. 2619.
47. Michael, J.W.-P., K.U. Schlüter-Brust, and P. Eysel, *The epidemiology, etiology, diagnosis, and treatment of osteoarthritis of the knee*. Deutsches Arzteblatt International, 2010. **107**(9): p. 152.
48. Ringdahl, E. and S. Pandit, *Treatment of knee osteoarthritis*. American family physician, 2011. **83**(11): p. 1287-1292.
49. Richmond, J., D. Hunter, J. Irrgang, M.H. Jones, B. Levy, R. Marx, et al., *Treatment of osteoarthritis of the knee (nonarthroplasty)*. JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2009. **17**(9): p. 591-600.
50. Wainwright, T.W., M. Gill, D.A. McDonald, R.G. Middleton, M. Reed, O. Sahota, et al., *Consensus statement for perioperative care in total hip replacement and total knee replacement surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations*. Acta Orthop, 2020. **91**(1): p. 3-19.
51. Kurtz, S., K. Ong, E. Lau, F. Mowat, and M. Halpern, *Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030*. J Bone Joint Surg Am, 2007. **89**(4): p. 780-5.
52. Postler, A., C. Lützner, F. Beyer, E. Tille, and J. Lützner, *Analysis of Total Knee Arthroplasty revision causes*. BMC Musculoskelet Disord, 2018. **19**(1): p. 55.
53. Hadi, M., T. Barlow, I. Ahmed, M. Dunbar, P. McCulloch, and D. Griffin, *Does malalignment affect patient reported outcomes following total knee arthroplasty: a systematic review of the literature*. Springerplus, 2016. **5**: p. 1-13.
54. Hofmann, A.A., S.M. Kurtin, S. Lyons, A.M. Tanner, and M.P. Bolognesi, *Clinical and radiographic analysis of accurate restoration of the joint line in revision total knee arthroplasty*. The Journal of arthroplasty, 2006. **21**(8): p. 1154-1162.
55. Liow, M.H.L., Z. Xia, M.K. Wong, K.J. Tay, S.J. Yeo, and P.L. Chin, *Robot-assisted total knee arthroplasty accurately restores the joint line and mechanical axis. A prospective randomised study*. The Journal of arthroplasty, 2014. **29**(12): p. 2373-2377.
56. Liu, W., T. Ge, L. Luo, H. Peng, X. Xu, Y. Chen, et al., *A novel focal ordinal loss for assessment of knee osteoarthritis severity*. Neural Processing Letters, 2022. **54**(6): p. 5199-5224.
57. Kalb, R.L., *X-ray evaluation of the knee*. Hospital Practice, 1997. **32**(8): p. 103-105.

58. Sodhi, N., D.J. Jacofsky, A. Chee, and M.A. Mont, *Benefits of CT scanning for the management of knee arthritis and arthroplasty*. The Journal of Knee Surgery, 2021. **34**(12): p. 1296-1303.
59. Guermazi, A., S. Zaim, B. Taouli, Y. Miaux, C.G. Peterfy, and H.K. Genant, *MR findings in knee osteoarthritis*. European radiology, 2003. **13**: p. 1370-1386.
60. Koo, T.K. and M.Y. Li, *A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research*. J Chiropr Med, 2016. **15**(2): p. 155-63.
61. Dejour, H., G. Walch, L. Nove-Josserand, and C. Guier, *Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 1994. **2**: p. 19-26.
62. Gürbüz, H., M. Çakar, M. Adaş, A. Tekin, M.K. Bayraktar, and C.Z. Esenyel, *Measurement of the knee joint line in Turkish population*. Acta Orthop Traumatol Turc, 2015. **49**(1): p. 41-4.
63. Boya, H. and S.Ş. Araç, *Does severe osteoarthritis in knees with varus deformity alter the adductor ratio?* Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica, 2017. **51**(6): p. 437-441.
64. Xiao, J., S. Wang, W. Chen, Y. Yang, T. Liu, and J. Zuo, *A Study to Assess the Accuracy of Adductor Tubercle as a Reliable Landmark Used to Determine the Joint Line of the Knee in a Chinese Population*. J Arthroplasty, 2017. **32**(4): p. 1351-1355.
65. Romero, J., B. Seifert, O. Reinhardt, O. Ziegler, and O. Kessler, *A useful radiologic method for preoperative joint-line determination in revision total knee arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res, 2010. **468**(5): p. 1279-83.
66. Iacono, F., M. Lo Presti, D. Bruni, G.F. Raspugli, S. Bignozzi, B. Sharma, et al., *The adductor tubercle: a reliable landmark for analysing the level of the femorotibial joint line*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013. **21**(12): p. 2725-9.
67. Fan, A., T. Xu, X. Li, L. Li, L. Fan, D. Yang, et al., *Using anatomical landmarks to calculate the normal joint line position in Chinese people: an observational study*. J Orthop Surg Res, 2018. **13**(1): p. 261.
68. Aljuhani, W.S., A.A. Alsaeed, M.O. Alrashed, A.M. Alanazi, and M.J. Alsalman, *Lateral epicondyle to the joint line distance is a precise landmark for determination of an accurate knee joint line: an observational retrospective study*. J Exp Orthop, 2023. **10**(1): p. 62.
69. Tantavisut, S., C. Amarase, S. Ngarmukos, C. Tanavalee, and A. Tanavalee, *Knee joint line related to bony landmarks of the knee: a radiologic study in a Thai population*. Knee Surg Relat Res, 2022. **34**(1): p. 5.
70. Maderbacher, G., A. Keshmiri, J. Schaumburger, H.R. Springorum, F. Zeman, J. Grifka, et al., *Accuracy of bony landmarks for restoring the natural joint line in revision knee surgery: an MRI study*. Int Orthop, 2014. **38**(6): p. 1173-81.
71. Ozkurt, B., T. Sen, D. Cankaya, S. Kendir, K. Basarir, and Y. Tabak, *The medial and lateral epicondyle as a reliable landmark for intra-operative joint line determination in revision knee arthroplasty*. Bone Joint Res, 2016. **5**(7): p. 280-6.
72. Hou, Y., J. Jiang, H. Liu, R. Wang, J. Wu, Y. Wang, et al., *Identification of the joint line in revision total knee arthroplasty using a multiple linear regression model: a cadaveric study*. Arch Orthop Trauma Surg, 2023. **143**(8): p. 5239-5248.
73. Luyckx, T., L. Beckers, W. Colyn, H. Vandenuecker, and J. Bellemans, *The adductor ratio: a new tool for joint line reconstruction in revision TKA*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2014. **22**: p. 3028-3033.
74. Lutz, B., A. Trubrich, T. Kappe, H. Reichel, and R. Bieger, *The epicondylar ratio can be reliably used on X-ray of the knee to determine the joint line*. Arch Orthop Trauma Surg, 2018. **138**(9): p. 1287-1292.
75. Yoshino, N., S. Takai, Y. Ohtsuki, and Y. Hirasawa, *Computed tomography measurement of the surgical and clinical transepicondylar axis of the distal femur in osteoarthritic knees*. J Arthroplasty, 2001. **16**(4): p. 493-7.

76. Maderbacher, G., A. Keshmiri, F. Zeman, J. Grifka, and C. Baier, *Assessing joint line positions by means of the contralateral knee: a new approach for planning knee revision surgery?* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015. **23**(11): p. 3244-50.
77. Servien, E., D. Viskontas, B.M. Giuffrè, M.R. Coolican, and D.A. Parker, *Reliability of bony landmarks for restoration of the joint line in revision knee arthroplasty.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2008. **16**(3): p. 263-9.
78. Herzog, R.J., J.F. Silliman, K. Hutton, W.G. Rodkey, and J.R. Steadman, *Measurements of the intercondylar notch by plain film radiography and magnetic resonance imaging.* Am J Sports Med, 1994. **22**(2): p. 204-10.
79. Sarmah, S.S., S. Patel, F.S. Hossain, and F.S. Haddad, *The radiological assessment of total and unicompartmental knee replacements.* J Bone Joint Surg Br, 2012. **94**(10): p. 1321-9.

