



T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI
BALTALİMANI METİN SABANCI KEMİK HASTALIKLARI
EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
1. ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ
Klinik Şefi Doç. Dr. Vedat ŞAHİN

GENU VARUM DEFORMİTESİ OLAN HASTALARDA AYAK BİLEĞİ VE KALÇA AÇILARININ İNCELENMESİ

Uzmanlık Tezi
Dr. Ahmet ISSIN

İstanbul, 2010

**T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI
BALTALİMANI METİN SABANCI KEMİK HASTALIKLARI
EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
1. ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ
Klinik Şefi Doç. Dr. Vedat ŞAHİN**

GENU VARUM DEFORMİTESİ OLAN HASTALARDA AYAK BİLEĞİ VE KALÇA AÇILARININ İNCELENMESİ

**Uzmanlık Tezi
Dr. Ahmet ISSIN**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Vedat ŞAHİN
İstanbul, 2010**

ÖNSÖZ

İskelet sisteminde bir deformite geliştiğinde, genellikle, zamanla buna uygun telafi edici başka bir deformite de gelişir. Ortopediste başvuru primer deformite nedeniyle olabileceği gibi buna uygun gelişmiş telafi edici deformite nedeniyle de olabilir. Ortopedistler sıklıkla karşılaştıkları skolyoz, ekstremité kısalığı, kas kısalıkları ve eklem kontraktürleri karşısında çoğu zaman buna neden olabilecek ya da bunun sebep olabileceği deformiteleri de bilir ve uygun tanıyı bu şekilde koyup, tedaviyi buna göre düzenlerler. Alt ekstremité kısalığının, pelvik eğriliğe de, ayakta ekin ve kavus deformitesine de neden olabilmesi; artmış lomber lordozun, kalça kaynaklı olabilmesi bunlara örnektir. Varus diz ortopedi polikliniklerinde en sık görülen bozukluklar arasında olmasına rağmen, diz dışında bir bileşenin olup olmadığı pek ilgilenilen bir durum değildir. Bu çalışmada varus diz ve eşliğinde ilgili olabilecek diğer durumları araştırmayı amaçladım.

Uzmanlık eğitimim boyunca yetişmemde büyük emeği geçen, klinik şefimiz ve başhekimimiz değerli hocam Doç. Dr. Vedat Şahin'e

Pediyatrik ortopedi konusunda ayrıcalıklı tecrübeler edinmemizi sağlayan, öğrencisi olabildiğim için kendimi şanslı hissettiğim ve onur duyduğum değerli hocam Doç Dr. Ayşegül Bursalı'ya sonsuz şükran ve saygılarımı sunarım.

Eğitimimde tecrübelerinden çok yararlandığım klinik uzmanlarımızdan, Dr. Mehmet Ordueri, Dr. Ramadan Öke, Dr. S. Turgay Er, Dr. Bilal Demir ve Dr. Timur Yıldırım'a;

Asistanlık hayatımın sorunsuz geçmesini sağlayan kıdemli ağabeylerim Dr. Bahattin Kerem Aydın, Dr. Ahmet Şükrü Mercan, Dr. Uğur Şafak Erdost, Dr. Şükrü Sarper Gürsu ve Dr. Ertan Yılmaz'a;

Kırık redüksiyonunu ve birçok ortopedik acili bana ilk öğreten Dr. Oytun Derya Tunç'a; elime ilk kez neşter veren uzman ağabeyim Dr. Devrim Özer'e;

Bu yola beraber koyulduğumuz asistan arkadaşlarım Dr. Ali Öner, Dr. Özgün Erçeltik ve Dr. Ahmet Şadi Kılınç'a;

Senelerdir yüzlerini herkesten daha çok gördüğüm, gündüzümü gecemi beraber geçirdiğim asistan arkadaşlarım Dr. Nizamettin Koçkara, Dr. Batuhan Kobaner ve Dr. Mehmet Nuri Konya'ya;

Yardımlarını ve saygılarını hiçbir zaman eksik etmeyen asistan kardeşlerim Dr. Hakan Sofu, Dr. Ali Kurtuldu, Dr. Serda Duman, Dr. İsmet Yalkın Çamurcu, Dr. Hakan Saygılı ve Dr. Çağrı Özcan'a;

Birlikte çalışmaktan zevk aldığım hastanemizin diğer tüm hekimlerine, hemşirelerine, teknisyenlerine ve çalışanlarına;

Anneme ve babama;

Sonsuz sevgilerimi sunar, teşekkür ederim.

Dr. Ahmet ISSIN

İstanbul 2010

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1 GİRİŞ.....	1
1.2 ALT EKSTREMİTE EKLEMLERİ ANATOMİSİ.....	3
1.3 NORMAL DİZİLİM VE EKLEM ORYANTASYONU	17
1.4 GÖRÜNTÜLEME VE ÖLÇÜMLER.....	22
1.5 ALT EKSTREMİTE BİYOMEKANİĞİ.....	23
1.6 OSTEOPOROZ VE OSTEOMALAZİ.....	35
1.7 OSTEoARTRİT	37
1.8 VARUS GONARTROZU VE ÖNEMİ.....	41
1.9 KALÇA VE AYAK BİLEK ARTROZU	52
2. GEREÇ ve YÖNTEM.....	57
2.1 HASTA SEÇİMİ.....	57
2.2 ÖLÇÜM PARAMETRELERİ.....	57
2.3 RADYOLOJİK İNCELEME	58
2.4 KEMİK MİNERAL YOĞUNLUĞU ÖLÇÜMLERİ	59
2.5 İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	59
3. BULGULAR.....	60
3.1 KEMİK MİNERAL YOĞUNLUĞU BULGULARI	60
3.2 İSTATİSTİKSEL BULGULAR.....	60
4. TARTIŞMA	80
5. SONUÇLAR	88
6. ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR	91
ÖZGEÇMİŞ	103

ÖZET

Gonartroz ve diz varusu sıklıkla bir arada bulunan durumlardır. Diz varusunun, eklem kıkırdağı incilmesi, proksimal tibial metafizin çökmesi ve bunlara ek olarak ligaman laksitesi nedeniyle olduğuna inanılır. Bu çalışmada varus dizin diğer eklemlerdeki etkisi ve varsa, sayılanlar dışındaki diğer bileşenlerini araştırmak ve aralarındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

Çalışmada, Ocak 2005 - Ocak 2010 tarihleri arasında, varus gonartrozu nedeniyle YTO ameliyatı olmuş ve uygun şekilde çekilmiş ameliyat öncesi orteoröntgenogramları bulunan 164 hastanın 315 alt ekstremite orteoröntgenogramı incelendi. 53 hastanın KMY ölçümleri yapıldı. Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde; varus dizlerde mL DFA açılarının varus yönünde artmış olduğu görüldü. mTFA değişimi üzerinde mL DFA ve MPTA'nın neredeyse eşit oranda ve beraberce toplam %52,2'lik bir etkisi olduğu, mL DFA'nın, mTFA değişimini ters yönde ($\beta = -0,765, p<0,001$), MPTA'nın, mTFA değişimi aynı yönde ve mL DFA'dan biraz daha fazla ($\beta = 0,798, p<0,001$) etkilediği görüldü. Aynı açı ile yere basan bacaklarda, mTFA ile LD TA arasında aynı yönde orta güçte bir ilişki olduğu görüldü ($r=0,634, R=0,40, p<0,001$). mTFA ile MNSA arasında aynı yönde zayıf bir ilişki olduğu ($r =0,15, R=0,02, p<0,01$); MNSA açısı daha düşük olan femur boyunlarından yapılan KMY ölçümlerinde femoral Z ve T değerlerinin daha yüksek değerler aldığı ve arada orta zayıf yönde bir ilişki olduğu ($r = -0,394, R=0,155, p<0,01; r= -0,352 R=0,124, p<0,01$) tespit edildi.

Sonuç olarak; varus gonartrozunda, femur distal eklem yüzünün olması gereken valgusu yeterince gösterememesi de deformiteye önemli derecede katkıda bulunur. Muhtemelen ayak bileğinin anormal yüklenmesine bağlı olarak distal tibial metafiz lateral bölgesinde de çökmeler gözükür ve LD TA açısı düşerek ayak bileği valgus deformitesi gelişir. Varus gonartrozu olan bazı bireylerde muhtemelen femur boynu yük değişimine bağlı olarak femur boyun şaft açısı azalır ve bu bireylerin femoral KMY'leri normalden yüksek değerler gösterir.

Anahtar Kelimeler: varus, valgus, alt ekstremite, dizilim, ayak bileği, diz, kalça, femur boynu, artroz, orteoröntgenogram, kemik mineral yoğunluğu

ABSTRACT

ANALYSIS OF ANKLE AND HIP ORIENTATION ANGLES IN GENU VARUM PATIENTS

Gonarthrosis and genu varum almost constantly coexist. It's usually believed that, knee varus is consequence of joint cartilage degradation, collapse of tibial metaphysis, and ligament laxity. In this study, it's been intended to evaluate the effect of knee varus on neighboring joints and to find out the other components and relations of it if exist.

315 lower extremity orthoroentgenograms of 164 patients who had undergone HTO operation between 2005 and 2010 has been evaluated. BMD scans of 53 patients have been gathered. Statistical analysis of those data showed that; in varus knees mL DFA increases and thus distal femoral joint orientation shows less valgus. The effect of mL DFA on mTFA is almost the same as MPTA. Both together; they explain 52.2% of variance in mTFA. mL DFA has a negative and MPTA has a positive and significant influence on mTFA ($\beta = -0.765$, $p < 0.001$) and ($\beta = 0.798$, $p < 0.001$) respectively. mTFA and LD TA are positively correlated if joint orientation to the ground is controlled ($r = 0.634$, $R = 0.40$, $p < 0.001$). A slight but significant correlation between mTFA and MNSA was found ($r = 0.15$, $R = 0.02$, $p < 0.01$). Moreover, it's observed that femur necks which show less valgus have higher femoral Z and T BMD values ($r = -0.394$, $R = 0.155$, $p < 0.01$; $r = -0.352$, $R = 0.124$, $p < 0.01$) respectively.

It's been concluded that; in varus gonarthrosis, decrease in distal femoral joint valgus angle is also a very important contributor to the deformity. Abnormal forces applied to ankle during skew gait may cause collapse in distal lateral tibial metaphysis and decrease in LD TA in varus knees. Probably, due to abnormal loading angles to the femoral neck, MNSA decreases in some patients with genu varum and those femoral necks have higher BMD values probably because of compression of material inside cancellous bone.

Key Words: varus, valgus, lower extremity, alignment, ankle, knee, hip, femoral neck, arthrosis, orthoroentgenogram, bone mineral density

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KMY	Kemik mineral yoğunluğu
OA	Osteoartrit
BT	Bilgisayarlı tomografi
RA	Romatoid artrit
GA	Gövde ağırlığı
VKİ	Vücut kitle indeksi
YTO	Yüksek tibial osteotomi
TDP	Total diz protezi
ÖÇB	Ön çapraz bağ
MK	Moment kolu
YTK	Yer tepki kuvveti
AP	Anteroposterior (ön-arka)
CE	Center edge (merkez-kenar)
MPa	Mega Pascal
KPa	Kilo Pascal
DEXA	Dual Energy X-Ray Absorptiometry
AMA	Anatomik mekanik aks arası açısı
MPTA	Medial proksimal tibial açısı
LDTA	Lateral distal tibial açısı
mLDFA	Mekanik lateral distal femoral açısı
aLDFA	Anatomik lateral distal femoral açısı
aMDFA	Anatomik medial distal femoral açısı
mMDFA	Mekanik medial distal femoral açısı
MNSA	Medial neck (boyun) - şaft açısı
aTFA	Anatomik tibio-femoral açısı
mTFA	Mekanik tibio-femoral açısı
LDT-YDA	Lateral distal tibial - yer düzlemi arası açısı
MAS	Mekanik aks sapması

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1: Os pelvis, Asetabuler yüzden görünüş ve Y kırırdağı	3
Şekil 1.2: Asetabuler yüzden bakış. Facies lunata, fossa acetabuli ve labrum.	4
Şekil 1.3: Asetabulum normal açılanması.....	4
Şekil 1.4: Kalça eklemi koronal kesit.	5
Şekil 1.5: Kalça eklem kapsülü ve ligamanları.	6
Şekil 1.6: Femur boyun açısı. Femur antetorsiyon açısı	7
Şekil 1.7: Femur proksimali ve önemli yapıları.	7
Şekil 1.8: Femur distal eklem yüzü.....	8
Şekil 1.9: Patella ve eklem yüzleri.	9
Şekil 1.10: Tibia proksimali eklem yüzleri, menisküs ve iç bağlar.	10
Şekil 1.11: Diz eklemi bağları anterior ve posteriordan görünüm.	11
Şekil 1.12: Menisküs koronal kesit.	12
Şekil 1.13: Menisküslerin normal pozisyonu ve diz fleksiyonundaki pozisyonu.....	12
Şekil 1.14: Diz eklemi ve bağları. Lateral ve medialden görünüm.	13
Şekil 1.15: Tibia ve fibula distal eklem yüzü.	14
Şekil 1.16: Talokrural eklem ve Talus superior eklem yüzü	15
Şekil 1.17: Talus, kalkaneus ve naviküler kemik ilişkisi.	15
Şekil 1.18: Ayak bilek eklemi bağları anterior ve posteriordan görünüm.	16
Şekil 1.19: Tibia ve femurun anatomik ve mekanik aksları.....	17
Şekil 1.20: Femur ve tibiada eklem oryantasyon açılarının ölçümü.	18
Şekil 1.21: Alt ekstremitede anatomik ve mekanik akslara göre açılar.	19
Şekil 1.22: Alt ekstremitte duruş şekilleri ve açısal ilişkileri.....	20
Şekil 1.23: Varus ve valgus dizde MAS ve dizi ilgilendiren yapıların etkilenmesi	24
Şekil 1.24: Kapalı ve açık kinematik zincir.	25
Şekil 1.25: Kalça hareket açıklığı.	26
Şekil 1.26: Asetabuler inklinasyon açısı	27
Şekil 1.27: Wiberg'in merkez kenar açısı	27
Şekil 1.28: Merkez-kenar açısı ile temas yüzeyi arasındaki ilişki.	28
Şekil 1.29: Kalça ekleminin kaldırma özelliği.	29
Şekil 1.30: Ayakta durma pozisyonunda femur başı yük dağılımı haritaları.....	30

Şekil 1.31: Femur başında oluşan kuvvetler ve trabeküler sistemin bunlara uyumu.....	30
Şekil 1.32: Dizin hareket açıklığı ve çapraz bağların işlevi.....	32
Şekil 1.33: Femur interkondiler aksı ve hareket aksı.....	32
Şekil 1.34: Ayak bileği hareket açıklığı.	34
Şekil 1.35: Ayakta trabeküler sistemin şematik görünümü.	34
Şekil 1.36: Normal ve osteoporotik bir vertebranın görünümü.	35
Şekil 1.37: Normal ve osteoartritlik tibianın kesit grafikleri	37
Şekil 1.38: Normal ve varus deformiteli femur.	39
Şekil 1.39: Normal ve OA lı dizin makro radyografisi.....	40
Şekil 1.40: Medial platoda çökmesi olmayan ve olan varustaki diz.	41
Şekil 1.41: Vücut ağırlığına karşı yer temas vektörü bunun yarattığı moment.	42
Şekil 1.42: Dizilime göre kompartman basıncı grafiği.	43
Şekil 1.43: Proksimal tibial kapalı ve açık kama valgus osteotomisi	48
Şekil 1.44: YTO prosedüründen sonra tibial platoda yük dağılımının değişimi.....	49
Şekil 1.45: Ayakkabı ve diz adduksiyon momenti ilişkisi.....	50
Şekil 1.46: Diz adduksiyon momenti üzerine çeşitli tedavilerin etkileri.	52
Şekil 1.47: Ayak bilek varusunda supramalleoler açık kama osteotomisi	54
Şekil 1.48: Sokolovsky osteotomisi.	55
Şekil 1.49: Modifiye transtrokanterik derotasyon osteotomisi	56
Şekil 2.1: Diz ve ayak bileğinde merkez noktalar.	58
Şekil 3.1: Verilerin histogramları.....	61
Şekil 3.2: Verilerin Q-Q Plot grafikleri.....	61
Şekil 3.3: mTFA-aTFA ve mTFA-MNSA arasındaki saçılım grafikleri.	64
Şekil 3.4: aLDFA-mLDFA ve mTFA-mLDFA arasındaki saçılım grafikleri.	64
Şekil 3.5: mTFA-MPTA ve mTFA-LDT-YDA arasındaki saçılım grafikleri.....	65
Şekil 3.6: MPTA-LDTA ve LDT-YDA-LDTA arasındaki saçılım grafikleri.	65
Şekil 4.1: 7 cm MAS olması durumunda gerçekleşen oryantasyon değişimleri.....	83
Şekil 4.2: Subtalar eklemin telafi mekanizması.	85

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.1: Alt ekstremite dizilim ve eklem oryantasyon açılarının normal değerleri. ...	19
Tablo 1.2: Dizilim, kilo ve göreceli gonartroz riski ilişkisi.	44
Tablo 1.3: OA hastalarının ve normal bireylerin karşılaştırılması.	45
Tablo 1.4: Dizilim bozukluğu şiddeti ve gonartroz riski arasındaki ilişki.	46
Tablo 1.5: Ayakkabının alt ekstremite moment kuvvetlerine etkisi.	51
Tablo 3.1: Değişkenlerin dağılımı.	60
Tablo 3.2: Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testi sonuçları.	61
Tablo 3.3: Gruplar arasındaki ortalama farklılıkları.	62
Tablo 3.4: Gruplar arası farkın Kruskal-Wallis analizi ile test edilmesi.	62
Tablo 3.5: $-5 \geq -10$ ve ≤ -10 grupları arasında Mann-Whitney U testi.	63
Tablo 3.6: > -5 ve $-5 \geq -10$ grupları arasında Mann-Whitney U testi.	63
Tablo 3.7: > -5 ve ≤ -10 grupları arasında Mann-Whitney U testi.	63
Tablo 3.8: Değişkenler arasında yapılan Spearman korelasyon testi.	66
Tablo 3.9: Değişkenler arasında yapılan Pearson korelasyon testi.	67
Tablo 3.10: MPTA kontrolünde mTFA ile mL DFA arasındaki kısmi korelasyon.	69
Tablo 3.11: mL DFA kontrolünde mTFA ile MPTA arasındaki kısmi korelasyon.	70
Tablo 3.12: LDT-YDA kontrolünde mTFA ile LD TA arasındaki kısmi korelasyon.	71
Tablo 3.13: Gruplar arasında KMY değerlerinin Shapiro-Wilk testi.	72
Tablo 3.14: Gruplar arası Levene testi.	72
Tablo 3.15: Gruplar arası KMY değerlerinin ortalama ve ortanca değerleri.	73
Tablo 3.16: Gruplar arasında KMY değerleri için uygulanan Kruskal-Wallis testi.	73
Tablo 3.17: KMY değerleri ile açı değerleri arasındaki Spearman korelasyon tablosu.	74
Tablo 3.18: KMY değerlerinin gruplara göre ortalama ve ortancaları.	75
Tablo 3.19: MNSA gruplarının Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri.	75
Tablo 3.20: Gruplar arasındaki Mann-Whitney U testi.	76
Tablo 3.21: Sağ MNSA ve femoral KMY değerleri için Shapiro-Wilk Testi.	76
Tablo 3.22: Sağ MNSA ve femoral KMY arasında Pearson korelasyon testi.	77
Tablo 3.23: Regresyon denklemi tablosu.	78
Tablo 3.24: Oluşturulan regresyon modeli için ANOVA tablosu.	78
Tablo 3.25: Regresyon denklemi katsayıları tablosu.	78

1. GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

Gonartroz, tüm osteoartritlerin içinde en sık görülenidir ve ortopedi kliniklerine başvurunun en sık sebeplerinden biridir. Gonartroz, klinikte en sık medial gonartroz ve ilişkili olarak varus diz şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bu özel durum varus gonartrozu olarak adlandırılır. Varus gonartrozunun tedavisinde, hastanın yaşı ve kliniği göz önünde bulundurularak, çeşitli tedavi yöntemleri arasından en uygunu seçilir. Özellikle genç ve kemik kalitesi yüksek hastalarda, yüksek tibial osteotomi bu tedavi yöntemleri arasında uygun bir tercih sebebidir.

Tibia proksimal metafizi kaynaklı bu varus deformitesi, alt ekstremité dinamik aksının mediale doğru kaymasına neden olarak medial kompartmanın daha fazla yük taşımaya sebep olmakta; böylelikle hastalığın ilerlemesi logaritmik şekilde hızlanmaktadır. Literatürde tibia proksimal metafizi kaynaklı bu varus deformitesinin osteoartritin bir nedeni mi yoksa sonucu mu olduğunu kesin bir dille bildiren yayın bulunmamaktadır. Mevcut bilgiler, varus deformiteli dizlerde medial kompartman artrozu gelişiminin daha fazla olduğunu bildirmekten öteye geçmemektedir.

Varus diziliminde dizleri olan bir hastada, ayakta durur pozisyondayken, alt ekstremité dinamik aksı dizin medialinden geçmektedir. Bunun üzerinde yeterince çalışma yapılmıştır ve varus gonartrozundaki patogenezi de açıklar. Fakat alt ekstremité dinamiği dizden ibaret değildir. Ayakta durur pozisyonda aksiyel planda yük alan eklemler distalden proksimale doğru sırayla, talokalkaneal eklem, tibiotalar eklem, diz eklemi ve kalça eklemidir. Diz eklemi bu dizilimin ortasında olması nedeniyle önemlidir. Diz eklemiindeki bir varus deformitesi, eklem proksimalindeki femurun anatomik aksının distale doğru medialden uzaklaşmasına, eklem distalindeki tibianın anatomik aksının distale doğru mediale yaklaşmasına neden olur. Yere basan bir insan, bu dizilimdeki bir tibianın eğriliğini dengelemek için tibiotalar ve subtalar eklemlerden valgus efekti geliştirmek zorundadır. Aynı şekilde kalça eklemine bakacak olursak, femur boyun açısı dizdeki bu varus durumunda göreceli olarak varus konumuna gelmiş olacaktır.

Dizdeki varus deformitesinin diz dışındaki eklemleri ne kadar etkilediği konusunda literatürde bir çalışma yoktur.

Kliniğimizde varus gonartrozu olan hastalar sıklıkla tedavi edilmekte ve uygun hastalara yüksek tibial açık kama osteotomisi ameliyatı sıklıkla yapılmaktadır. Yüksek tibial osteotomi endikasyonu verilmeden önce, varus gonartrozu olan tüm hastalara alt ekstremitte dizilimini inceleme amaçlı ortoröntgenogram tetkiki yapılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, kliniğimizde varus gonartrozu nedeniyle ameliyat edilmiş hastaların geriye dönük olarak ortoröntgenogramlarının incelenmesi, deformite analizi yapılması, kemik yoğunluğu ölçümlerinin yapılması ve tüm elde edilen parametreler arasında ilişki olup olmadığının araştırılmasıdır.



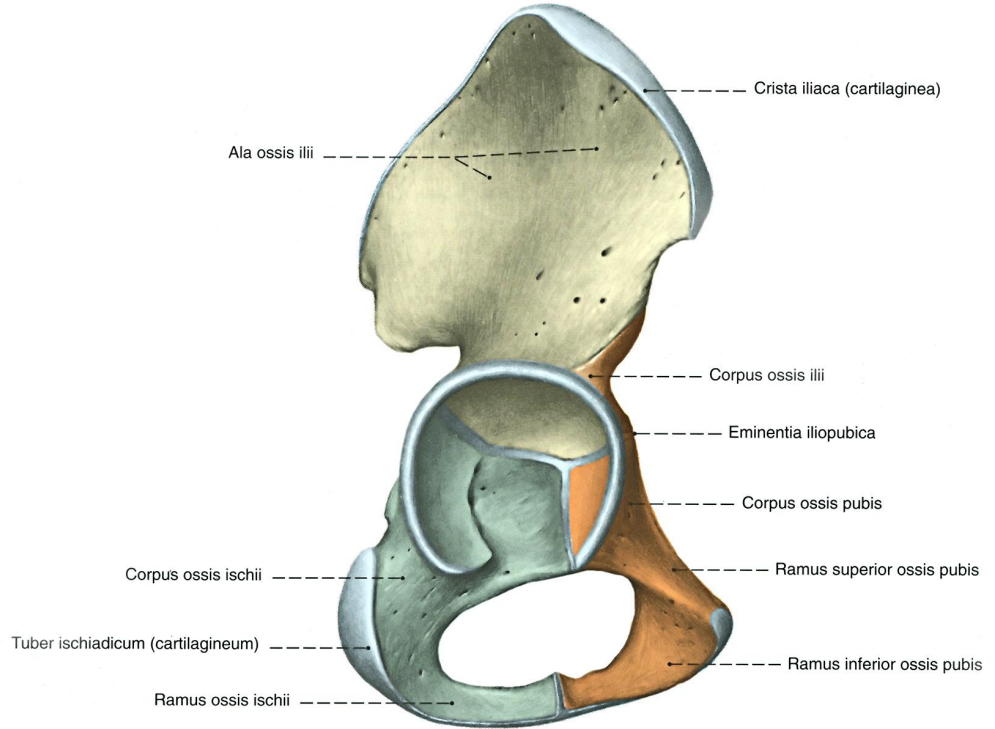
1.2 ALT EKSTREMİTE EKLEMLERİ ANATOMİSİ

Alt ekstremitte; kalça, uyluk, diz, baldır ve ayağı içine alan vücut bölgesine verilen isimdir. Proksimalden distale doğru; pelvis, koksofemoral eklem, femur, tibiofemoral eklem, patellofemoral eklem, tibia ve fibula, talokrural eklem, talokalkaneal eklem ve ayağın diğer tüm kemik ve eklemleri alt ekstremitenin elemanlarıdır (1).

1.2.1 KALÇA EKLEMİ

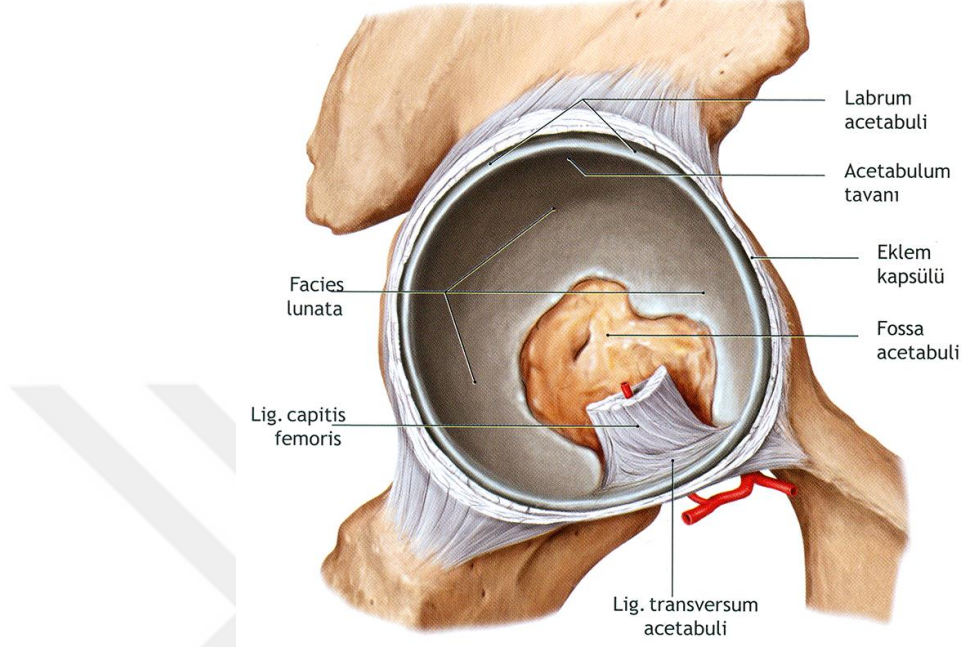
Kalça eklemi (articulatio coxae), femur başı ve asetabulum arasında oluşan sferoid tip bir eklemdir (1).

Asetabulum, pelvisi oluşturan ilium, pubis ve ischium kemiklerinin tümünü içeren yarım küre şeklinde konkav bir yapıdır. Bu üç kemiğin birleştiği alanda triradiat kırkırdak da denilen, ergenlikle beraber kapanan, Y şeklindeki kırkırdak yapı bulunur (Şekil 1.1). Asetabulum alanının yarısından biraz azını ilium, kalanını sırasıyla ischium ve pubis oluşturur. Femur başı ile eklem yapan yüzeyi, at nalı şeklinde, açıklığı aşağıya bakan, hyalin kaplı yüzeyi ile facies lunatadır. Asetabulumun oluşturduğu kürenin yarıçapı erişkinde yaklaşık 2,5 cm'dir (2).



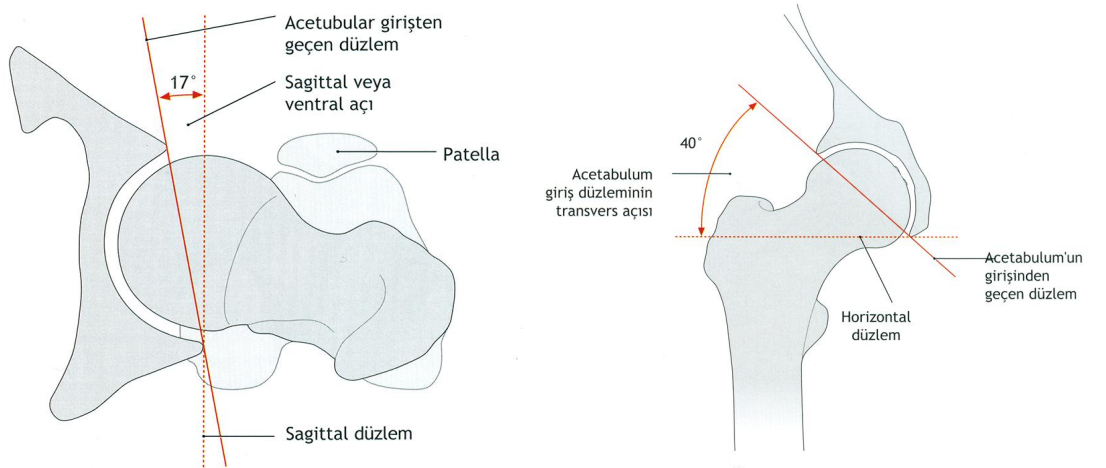
Şekil 1.1: Os pelvis, Asetabuler yüzden görünüş ve Y kırkırdığı.

Asetabulumun merkezi kıkırdak kaplı değildir. Fossa acetabuli adı verilen bu bölgede yağ dokusu ve ligamentum teres (ligamentum capitis femoris) bulunur (Şekil 1.2) (2).



Şekil 1.2: Asetabuler yüzden bakış. Facies lunata, fossa acetabuli ve labrum.

Asetabulumun açıklığı, erişkinlerde, horizontal düzleme göre ortalama 42° kaudale doğru, vücut sagittal aksıyla ortalama 15° ventrale doğrudur (Şekil 1.3) (2-4).



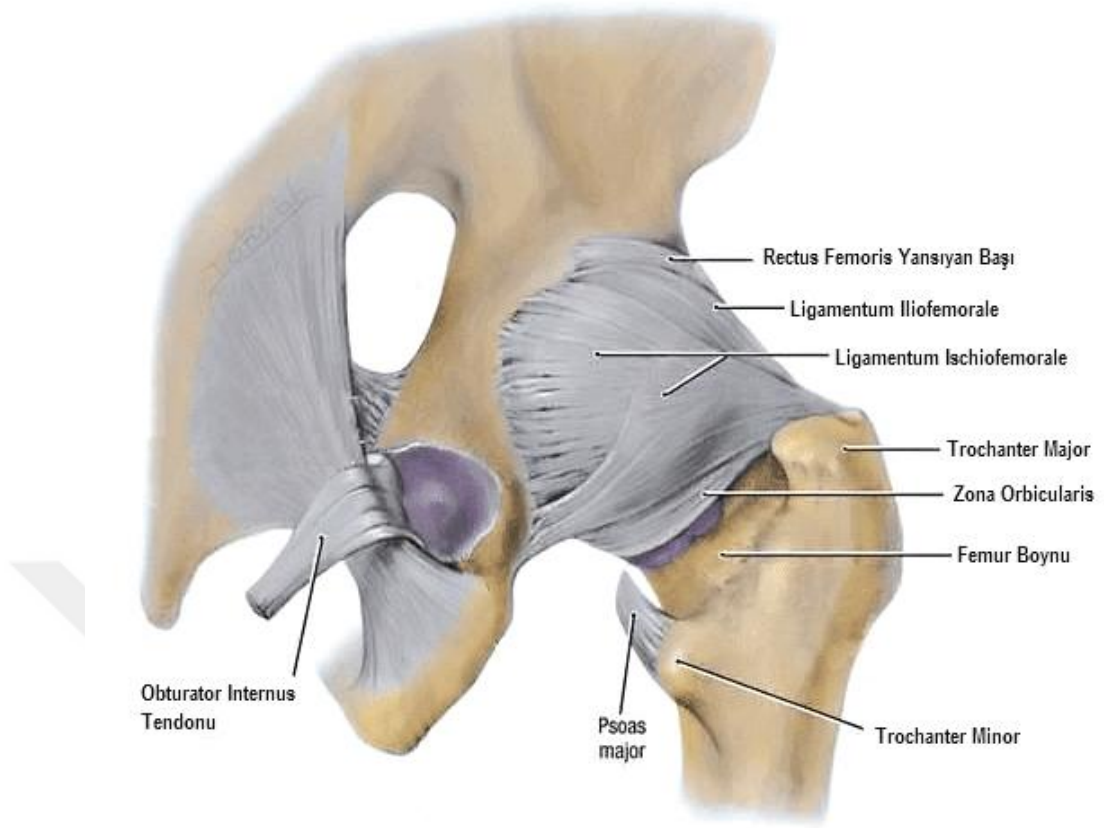
Şekil 1.3: Asetabulum normal açılanması.

Asetabuler çemberin dış yüzeyinde fibrokartilaj bir yapı olan labrum bulunur (Şekil 1.2, Şekil 1.4) (2). Asetabuler derinliği artırdığı düşünülse de bazı çalışmalarda labrumun eksizyonu kalça yük dağılımının değişmediği gösterilmiştir (5). Labrum propriosepsiyon duyusunu artırarak kalçanın korunmasına yardımcı olur; aynı zamanda bir conta görevi görerek kalçayı yerinde tutan vakum etkisini güçlendirir. Labrum, inferiorda, incisura acetabuli seviyesinde sonlanır ve bu bölgedeki devamlılığı transvers ligaman sağlar.



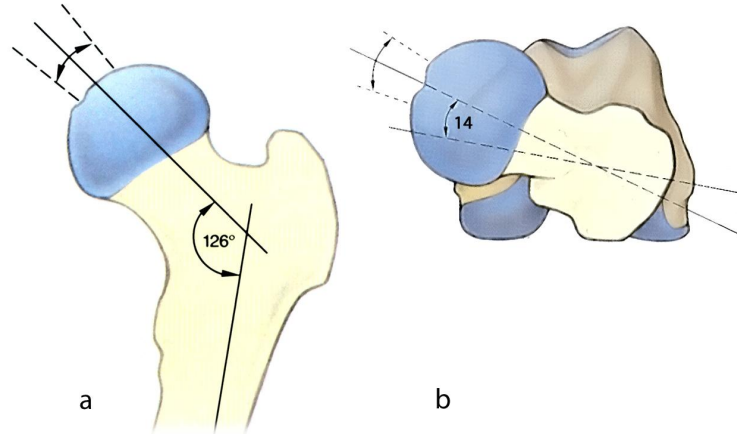
Şekil 1.4: Kalça eklemi koronal kesit.

Ligamentum teres, transvers ligaman lifleri ile karışarak incisura acetabuli seviyesinden çıkar ve femur başında merkezin hemen altındaki fovea capitis femorise yapışır. Labrumun hemen üzerinden ve transvers ligaman seviyesinden kalça eklem kapsülü başlar. Dairesel ve düz liflerden oluşur. Eklem kapsülü intertrokanterik alana ve femur boynuna doğru uzanır. Dairesel lifler femur boynu çevresinde zona orbicularis adı verilen yapıyı oluşturur. Kapsülün bir üst katmanında eklem stabilitesinde katkısı olan, ligamentum iliofemorale, ligamentum pubofemorale ve ligamentum ischiofemorale bulunur (Şekil 1.5) (6).



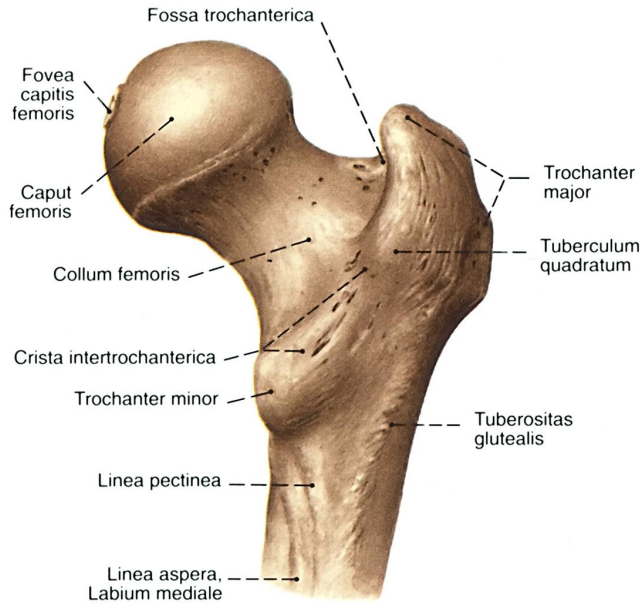
Şekil 1.5: Kalça eklem kapsülü ve ligamanları.

Femur başı kalın bir hyalin kıkırdakla kaplıdır. Medialde daha kalın olan bu kıkırdak periferde yaklaştıkça incelir. Femur başı merkezinin biraz altında fovea capitis femoris adı verilen kıkırdaksız bir alan bulunur ve bu alana ligamentum teres yapışır. Femur başı çapı çok değişken olmakla beraber ortalama 5 cm'dir ve 5/7 oranında bir küre oluşturur. Distalde femur boynu ile femur shaftına bağlanır. Buradaki anterior açılanmaya femoral torsiyon açısı, superiora doğru olan açılanmaya ise femur boyun açısı denilir. Femur boyun açısı yaşla beraber azalarak erişkinlikte ortalama 126°'ye, anteversiyon açısı ise yine yaşla beraber azalarak erişkinlikte ortalama 14°'ye ulaşır (Şekil 1.6) (3). Femur boyun açısı kadınlarda pelvisin geniş olması nedeniyle biraz daha fazladır.



Şekil 1.6: Femur boyun açısı (a). Femur antetorsiyon açısı (b).

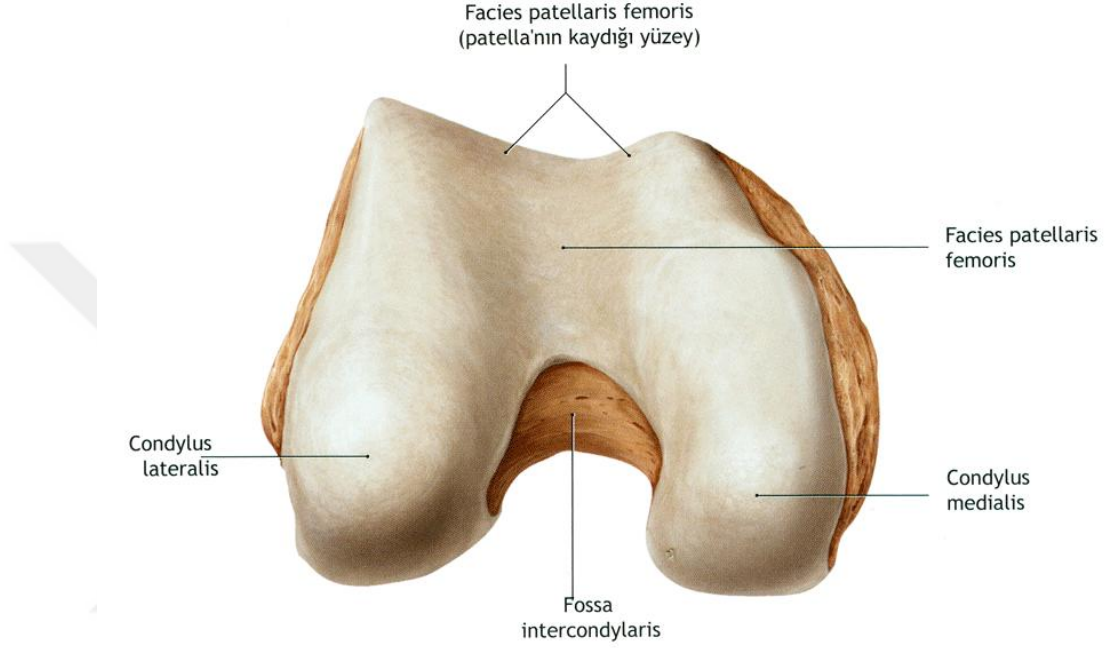
Femur boyun shaft bileşkesinde, superiorda, trokanter major bulunur. Bu lateral ve posteriora doğru olan çıkıntı femur başından yaklaşık 1 cm daha alçakta sonlanır. Üzerine m. gluteus medius, m. gluteus minimus ve m. piriformis yapışır. Trokanter majorun femur boynu ile medialden birleşme yerindeki çukur alana fossa trochanterica denir ve bu bölgeye m. obturator internus, m. gemellus superior, m. gemellus inferior, m. obturator externus yapışır. Femur shaftının anterior inferiorunda, femur boynu ile birleştiği yerde bulunan daha küçük çıkıntıya trochanter minor denilir. M. psoas major, m. psoas minor, m. iliacus için yapışma yeridir (Şekil 1.7) (3).



Şekil 1.7: Femur proksimali ve önemli yapıları.

1.2.2 DİZ EKLEMİ

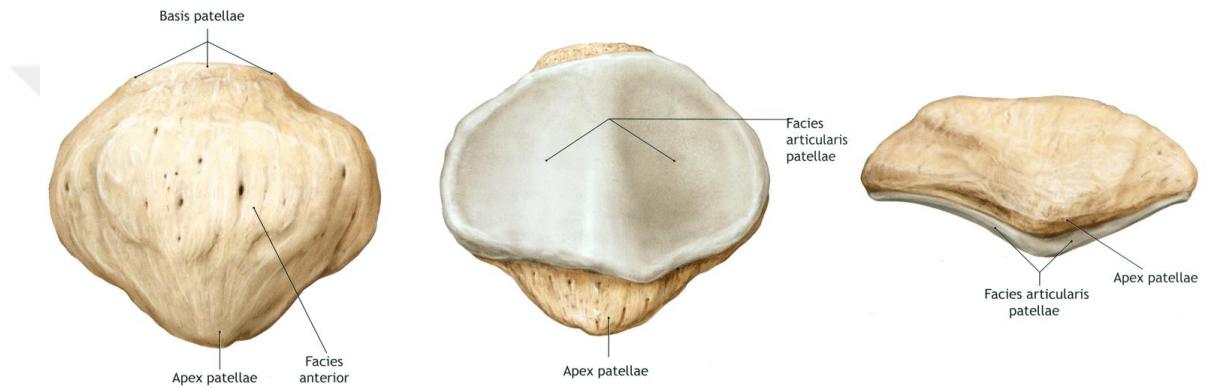
Diz eklemi (articulatio genus), tibia platosu, femur kondilleri ve patella posterior yüzü arasında oluşan vücudun en büyük ve en yüzeysel eklemdir (1). Tibia ve femur arasında trocho-ginglymus, patella ve femur arasında sellar tip eklem bulunur. Ekstansiyon ve fleksiyon hareketlerine ve bir miktar rotasyon hareketine izin verir.



Şekil 1.8: Femur distal eklem yüzü.

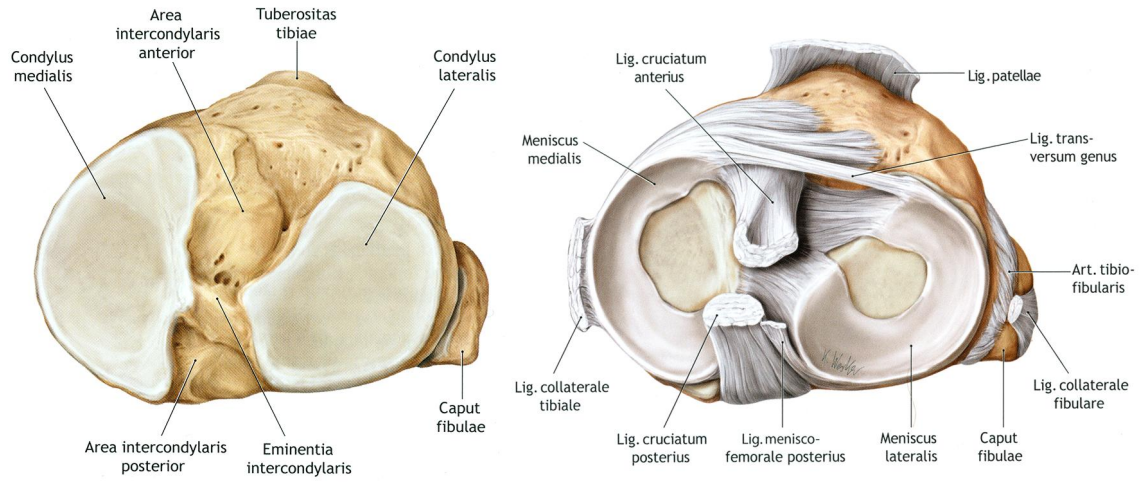
Femur distal eklem yüzü troklear tipteki medial ve lateral kondillerden oluşur (Şekil 1.8). Femur kondillerinin anterior yüzü oval yapıdayken posteriora doğru bu yüzey küresel hal alır. Bu nedenle, tam ekstansiyonda stabilizasyonu artırarak rotasyon hareketine izin vermezken fleksiyona geldikçe rotasyon hareketi de yapabilir. Her iki kondil arasında, anteriorda, patella ile eklem yapan oluk (facies patellaris) bulunur. Facies patellaristen başlayarak posteriora doğru medial ve lateral kondiller ortada fossa intercondylaris ile ayrılır. Medial kondil laterale göre daha büyük ve uzundur (Şekil 1.8) (2). Fossa intercondylaris içinde posterolateral duvardan, tibial eminensia anterioruna doğru uzanan ligamentum cruciatum anterius (ön çapraz bağ) ve anteromedial duvardan tibia posterioruna doğru uzanan ligamentum cruciatum posteriorus (arka çapraz bağ) bulunur.

Patella, dizin ekstansör mekanizması içinde, kuadriseps tendonu ve patellar tendon arasında yer alan, vücudun en büyük sesamoid kemiğidir. Kuadriseps kasının kaldıraç kolunu uzatarak ekstansiyonu güçlendirir. Diz fleksiyondayken femoral kondilleri korur. Posterioru vücuttaki en kalın eklem kıkırdağı ile kaplıdır. Eklem yüzü ortada vertikal bir çıkıntıyla lateral ve medial fasetlere ayrılır. Lateral faset eklem yüzeyinin 2/3'ünü oluşturur (Şekil 1.9) (2). Eklem yüzeyi teması dizin fleksiyonuyla değişir ve en geniş temas yüzeyi diz 45° fleksiyondayken olur. 45° üzeri fleksiyonda laterale açılarak femoral kondillerin içine iyice girer.



Şekil 1.9: Patella ve eklem yüzleri.

Tibia platosu, ortada eminentia intercondylaris, posterior ve anterior interkondiler alanlarla medial ve lateral olarak ikiye bölünür; condylus lateralis ve condylus medialis olarak adlandırılır (Şekil 1.10) (2). Her iki alan, üzerindeki eklem kıkırdağı ile beraber ekleme katılır. Tibianın medial kondili (platosu) , laterale oranla daha büyük ve düze yakın içbükeydir. Yükün büyük kısmını taşır. Lateral plato ise hafif içbükeydir. Tibia platosu posterioinferiora doğru 10° eğimlidir. Bu eğim, diz tam ekstansiyondayken femur kondillerinin binen yüküyle beraber posteriora doğru kayma etkisi yapmasına neden olur. Sağlam bir ön çapraz bağ ile bu kayma engellenir ve dizin kilitlenebilmesi sağlanır. Femoral eklem yüzlerinin dışbükey olması, bunlara karşılık gelen tibial eklem yüzlerinin ise neredeyse düz olması diz ekleminin uyumsuzluğuna ve sonuç olarak stabil olmamasına neden olur. Diz eklemini stabil halde tutan, eklemi çevreleyen kas, tendon ve bağlardır.

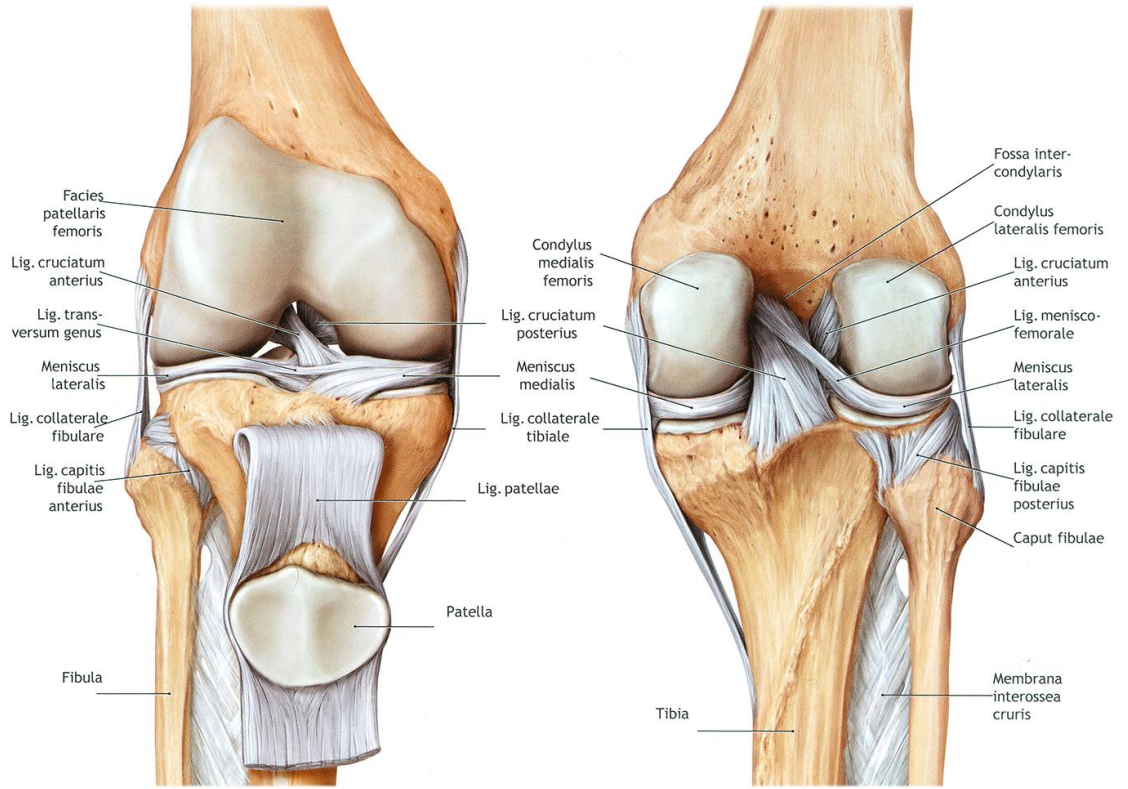


Şekil 1.10: Tibia proksimali eklem yüzleri, menisküs ve iç bağlar.

Diz içinde iki adet çapraz bağ bulunur. Bu bağlar eminentia interkondilarise yapışma yerlerine göre ön ve arka çapraz bağ olarak adlandırılırlar (Şekil 1.10, Şekil 1.11) (2).

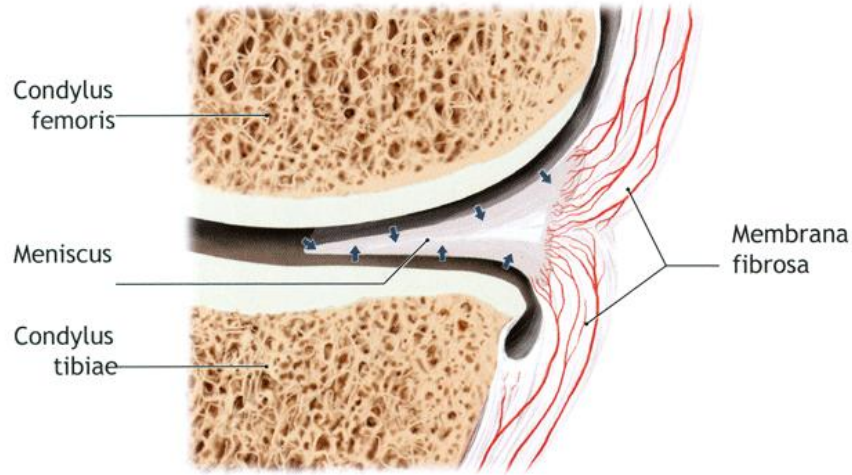
Ön çapraz bağ (ligamentum cruciatum anterius), eminentia interkondilarisin anterolateralinden başlar ve lateral femoral kondilin iç tarafında posteriora doğru oblik bir şekilde seyrederek yapışır. Anteromedial, intermedial ve posterolateral üç farklı demetten oluşmuştur. Posterolateral demet daha kalın ve sağlamdır. Ön çapraz bağ, diz ekstansiyondayken tibianın femur üzerinde öne kaymasını engeller, varus valgus zorlamalarına direnç sağlar, diz fleksiyondayken rotasyon hareketlerini kısıtlar.

Arka çapraz bağ, eminentia interkondilarisin posteromedialinden başlayarak anterosuperiora doğru uzanır, ön çapraz bağı çaprazlayarak medial femoral kondilin iç tarafında posterolateraline yapışır. Ön çapraz bağa göre daha sağlamdır ve daha az oblik seyreder. Anterolateral ve posteromedial olarak iki farklı demetten oluşur. Arka çapraz bağ, diz ekstansiyondayken tibianın arkaya kaymasını engeller, hiperekstansiyonu kısıtlar, diz fleksiyonu sırasında femurun arkaya kayma etkisini oluşturur.



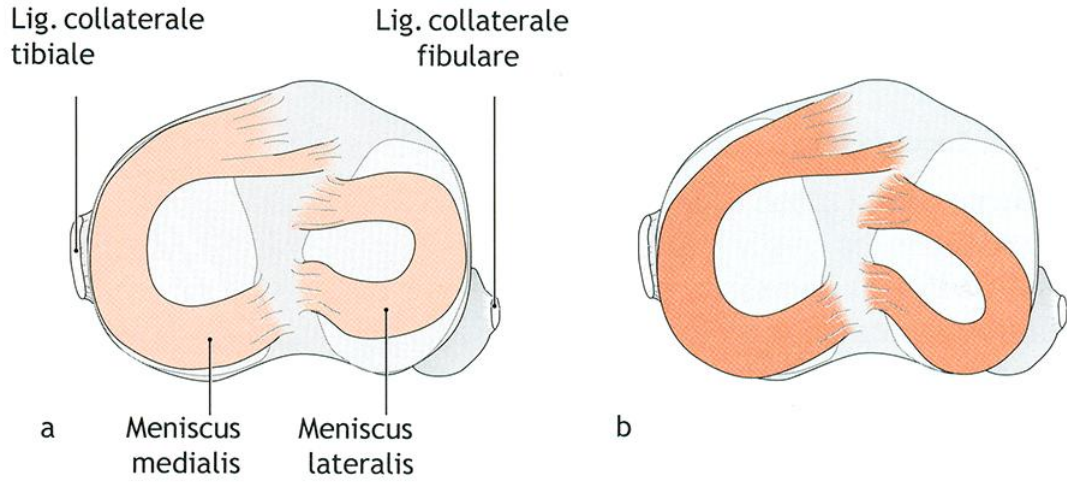
Şekil 1.11: Diz eklemi bağları anterior ve posteriordan görünüm.

Menisküsler, femur eklem yüzüne uyumlu olmayan tibial eklem yüzeyini içbükey hale getirerek temas alanını artıran, fibrokartilajdan oluşmuş yarım ay şeklinde yapılardır. Tibial eklem yüzeylerinin periferde yaklaşık 2/3'ünü kaplarlar. Lateral tibial kondilde yer alan, lateral menisküs daha dairesel yapıdadır. Medial menisküs ise yarım daire şeklindedir (Şekil 1.10) (2,4). Menisküsler dize binen yükün önemli bir kısmını aktarırlar. Özellikle lateral menisküs neredeyse tüm yükü aktarırken, medial menisküs medial eklem aralığındaki yükün yarısına yakınını aktarır.



Şekil 1.12: Menisküs koronal kesiti.

Menisküsler, dik kesitlerde üçgen şeklinedirler. Medial menisküs laterale oranla daha kalındır, dışta kapsüle daha sıkı bağlanır. Lateral menisküs ise daha incedir, eklem kapsülüne ve dış yan bağa daha esnek bir biçimde bağlanır. Dizin fleksiyon ve rotasyon hareketleri sırasında daha fazla hareket eder (Şekil 1.13) (2). Bu nedenle daha az yırtılır.

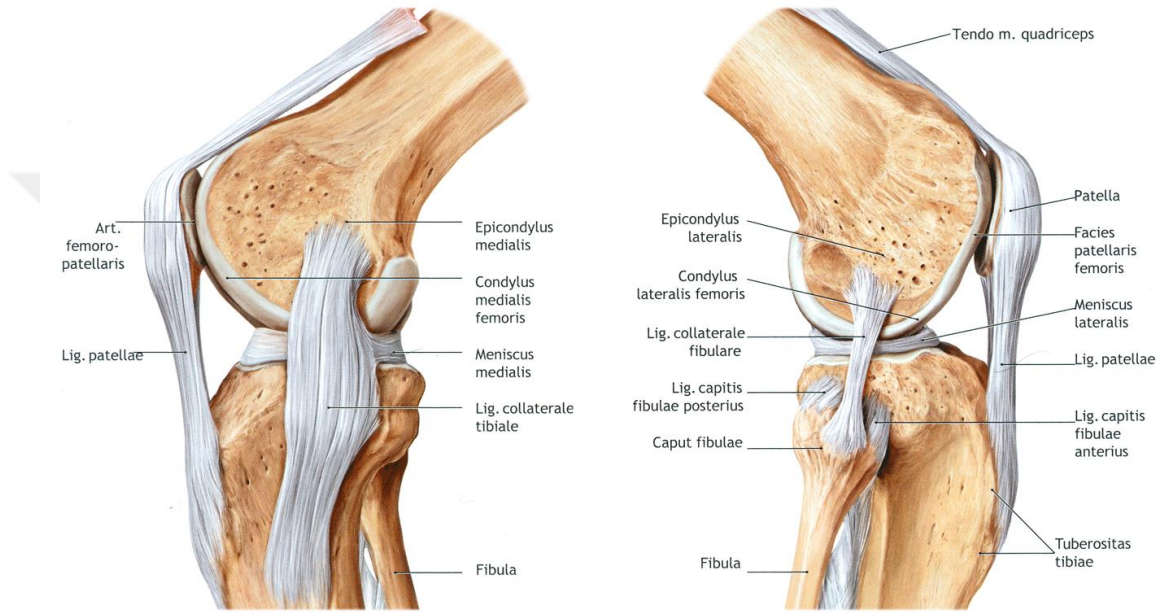


Şekil 1.13: Menisküslerin normal pozisyonu (a), diz fleksiyonundaki pozisyonu (b).

Lateral menisküsün posterior boynuzundan femura doğru uzanan iki adet bağ bulunur. Arka çapraz bağın önünde kalana ligamentum meniskofemorale anterior (Humpry) , arkasında kalana ligamentum meniskofemorale posterior (Wrisberg) adı verilir (Şekil 1.10) (2,4). Her iki menisküs anteriorda birbirlerine gevşek bir şekilde

ligamentum transversum genum ile bağlanırlar. Lateral menisküs ligamentum collaterale fibulare ye (dış yan bağ) gevşek bir şekilde bağlanırken, medial menisküs ligamentum collaterale tibiale ye (iç yan bağ) sıkı bir şekilde bağlanır (Şekil 1.10).

Menisküslerin dış %30'luk bir kısmı arteria popliteanın dalları olan, arteria inferior lateralis genus ve arteria inferior medialis genus tarafından beslenir. Orta kısımlar ise avaskülerdir ve sinoviyal sıvıdan beslenirler (Şekil 1.12).



Şekil 1.14: Diz eklemi ve bağları. Lateral ve medialden görünüm.

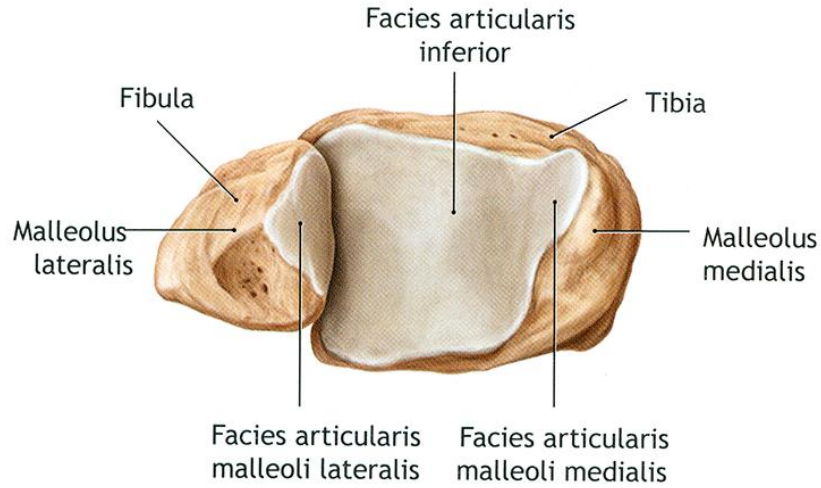
İç yan bağ, dizin valgusa gelmesini engeller. Yüzeyel ve derin olarak iki kesimden oluşur, medial stabilite için en önemli kısmı, yüzeyel kısmıdır. Bu kısmın anterior vertikal lifleri fleksiyonda gergindir. Buna karşın posterior oblik lifleri ekstansiyonda gergindir (Şekil 1.14).

Dış yan bağ, dizin varus zorlanmasına karşı gelmesini sağlayan en güçlü yapıdır. Ekstansiyonda gergin olan bağ, fleksiyonda bir miktar gevşeyerek hafif bir rotasyona izin verir. Her iki durumda da dizin varusa gitmesini engeller (Şekil 1.14).

1.2.3 AYAK BİLEĞİ EKLEMİ

Ayak bileği içinde aslen iki farklı eklem vardır. Bunlardan biri syndesmosis türünde bir eklem olan distal tibiofibular eklemdir. Sınırlı kayma ve genişleme hareketine izin verir. Ayak bileğinin asıl eklemi ise talocrural eklemdir, talus, fibula ve tibia olmak üzere üç kemikten oluşan ginglimus tipi bir eklemdir. Plantar fleksiyon ve dorsal fleksiyon (ekstansiyon) hareketine izin verir. Eklem aslen tibianın facies articularis inferioru ile trochlea tali arasında oluşur. Ayrıca medial malleol talusun medial fasetiyle, fibulaya ait lateral malleol talusun lateral faseti ile eklem yapar (Şekil 1.15) (2,3). Üzerine binen yükün yaklaşık %85'i tibia ile talus eklem yüzlerinden geçerken, bir kısmı fibula üzerinden aktarılır ayrıca medial malleol varus stresi sırasında yük aktarımında rol oynar.

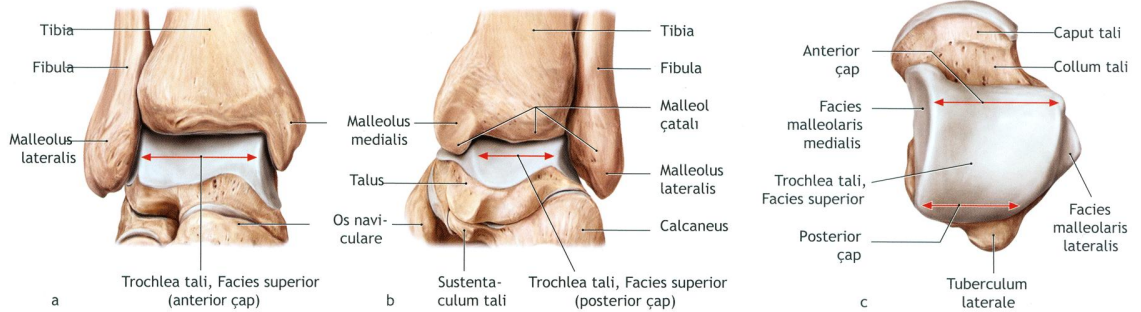
Tibia distal eklem yüzü talar eklem yüzüne uygun anteriorda genişliği daha fazla, lateralde daha uzun bikonveks yapıdadır. Medial malleol lateral yüzü de talus medial fasetiyle eklem oluşturur. Distal tibianın medial kenarı, talusun lateral fasetiyle eklemlenerek ayak bileğine lateral desteği sağlar (Şekil 1.15).



Şekil 1.15: Tibia ve fibula distal eklem yüzü.

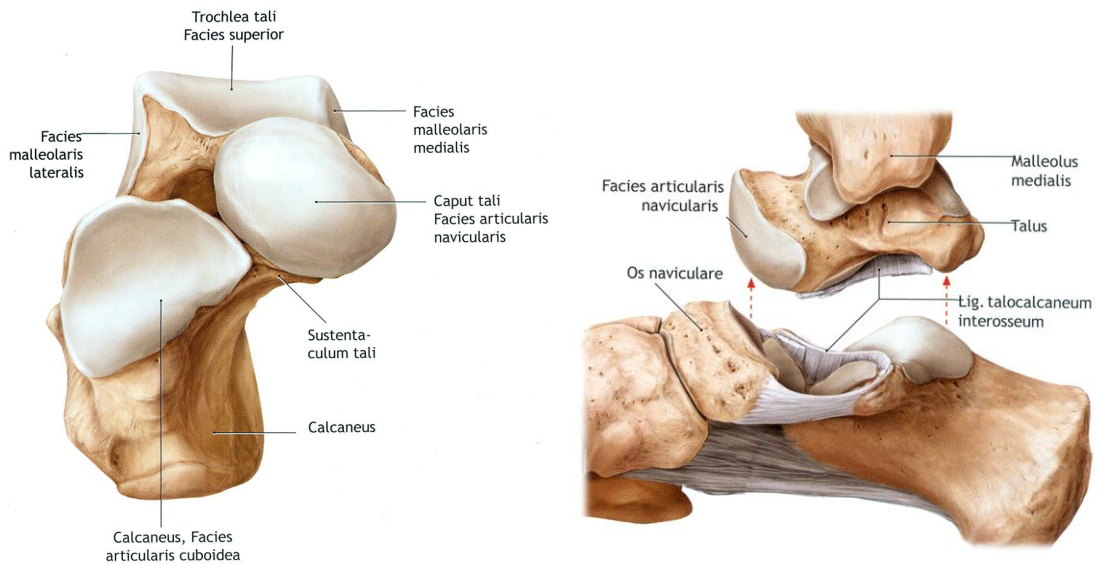
Talus; baş, boyun ve cisim olmak üzere 3 bölümden oluşur. Superior ve medial yüzde tibia, lateral yüzde fibula, inferior yüzde kalkaneus ve anterior yüzde naviküler kemik ile eklem yapar. Superiorda tibia ile eklem yapan yüzeyi anteriorda ortalama 2,5 mm (0-6 mm) daha geniştir ve posterioara gittikçe daralır. Tibiotalar eklem yüzü

ortalama 7 cm², lateral ve medial malleol ile yaptığı eklem yüzeyi ise yaklaşık 5 cm² dir (Şekil 1.16) (2,7).



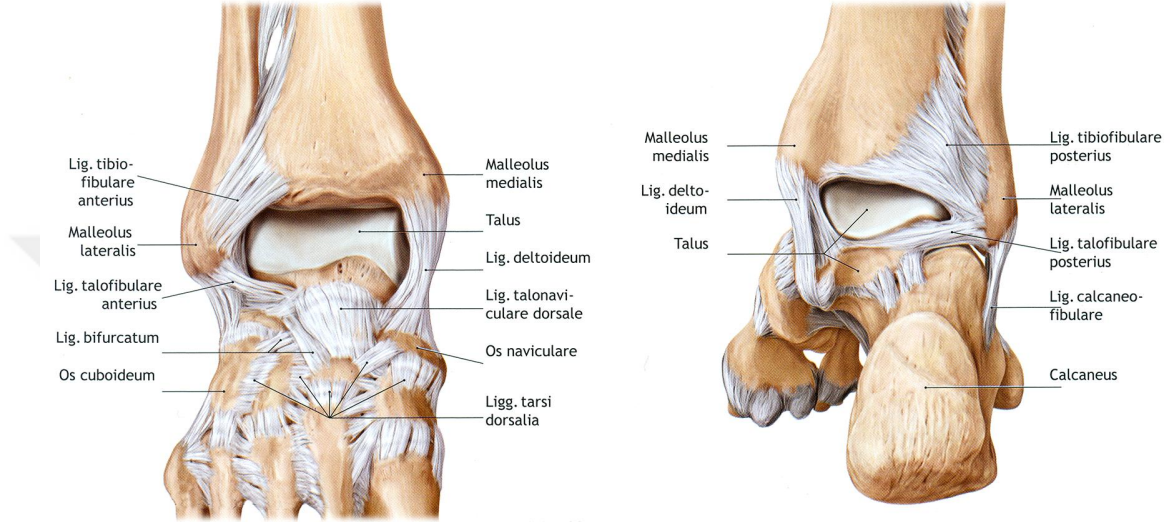
Şekil 1.16: Talokrural eklem (a ve b), Talus superior eklem yüzü (c).

Collum tali (boyun), anteroinferiora ve mediale doğru uzanır ve caput taliyi (baş) oluşturur ve oblik bir şekilde naviküler kemikle eklemleşir. Inferior yüzünün ön bölümü kalkaneusun medial kısmında bulunan sustentaculum tali üzerine oturur (Şekil 1.17). Hemen arkasında bulunan oluğa talokalkaneal bağ yapışır, burası damarların girdiği bölümdür. Talus gövdesi üst bölümünün tamamen yakını kıkırdak kaplıyken talus boynu kıkırdak kaplı değildir, eklemlere katılmaz, bu bölgeye bağlar yapışır. Talus hiçbir kasın yapışmadığı bir kemiktir.



Şekil 1.17: Talus, kalkaneus ve naviküler kemik ilişkisi.

Ayak bileğinde kapsül her iki eklem yüzünün yakınlarına tutunur. Önde daha aşağıya uzanarak talus boynuna yapışır. Yanlarda malleollerin üzerini örtmez. Eklem kapsülü önde geniş ve ince olup, buradan geçen tendon kılıfları ile kaynaşıp kalınlaşır. Arkada ise oldukça incedir (Şekil 1.18).



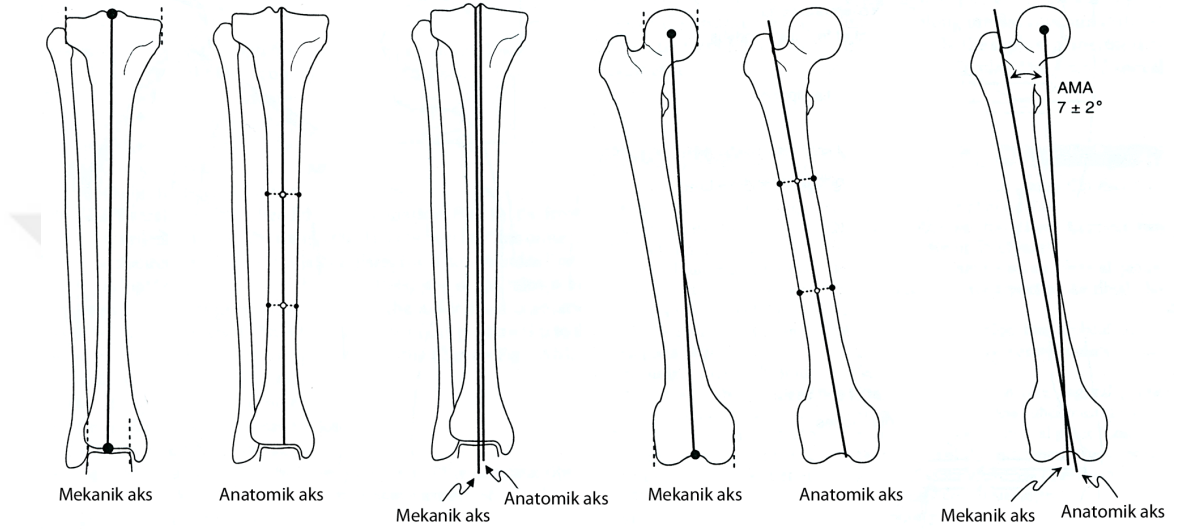
Şekil 1.18: Ayak bilek eklemi bağlarının anterior ve posteriordan görünümü.

Ligamentum mediale (deltoid ligaman), üçgen şeklinde kuvvetli bir bağdır. Tibionaviküler, tibiocalcaneal, tibiotalaris anterior ve posterior kısımları vardır. Ayağın dorsal ve plantar fleksiyonunu kısıtlar. Talusun ana stabilizatörüdür, fonksiyonel olarak kısa olan medial malleolün işlevini artırır.

Ligamentum lateralenin üç farklı komponenti vardır. Ligamentum talofibulare anterius talusun plantar fleksiyonda anteriora subluksasyonunu engeller. Ligamentum talofibulare posterius en güçlü bağdır ve talusun posteriora subluksasyonunu engeller. Ligamentum calcaneofibulare ise subtalar eklemnin en önemli stabilizatörüdür (Şekil 1.18) (2-4).

1.3 NORMAL DİZİLİM VE EKLEM ORYANTASYONU

Her uzun kemiğin anatomik ve mekanik bir aksı vardır. Mekanik aks, proksimal ve distal eklem yüzlerinin orta noktalarını birleştiren çizgidir. Anatomik aks ise kemik şaftının merkez noktalarından geçen çizgidir (Şekil 1.19). Mekanik aks, her zaman bir doğru iken, anatomik aks kemiğin eğriliğine bağlı olarak kavisli olabilir.

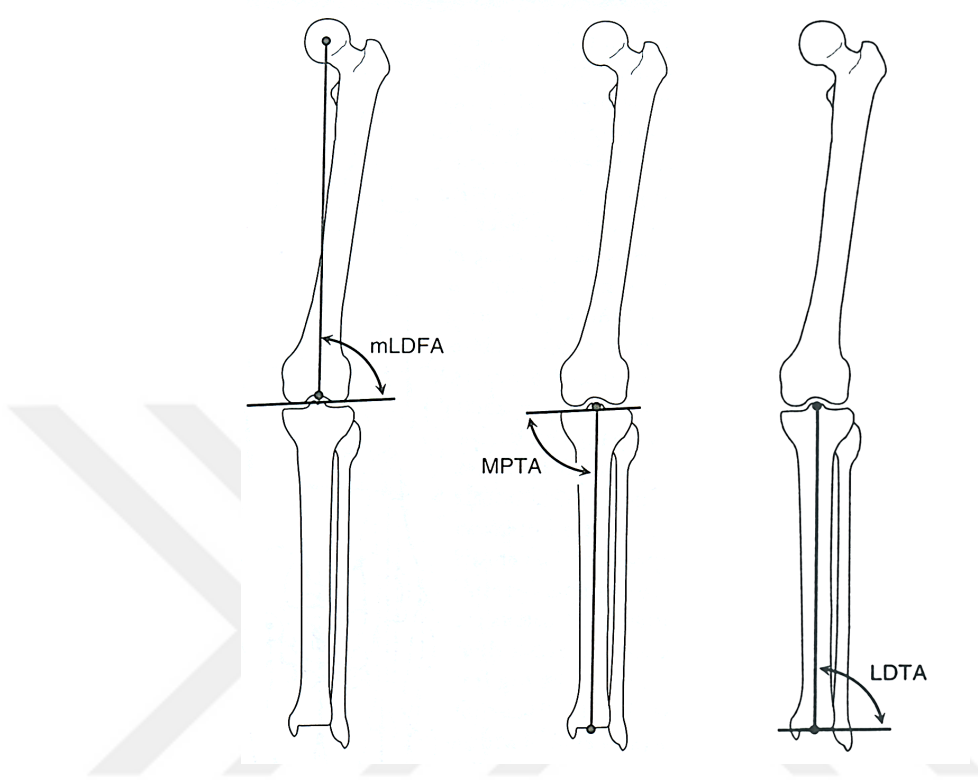


Şekil 1.19: Tibia ve femurun anatomik ve mekanik aksları.

Tibianın anatomik ve mekanik aksları normalde birbirine paraleldir. Böylelikle anatomik-mekanik aks arası açı (AMA) 0° 'dir. Femurda ise anatomik ve mekanik akslar arasında $7 \pm 2^\circ$ lik bir açı vardır (Şekil 1.19). Uzun kemiklerin bu anatomik ve mekanik akslarıyla, eklem çizgileri arasında tanımlanmış açılar vardır. Bu açılara çeşitli araştırmacılar tarafından çeşitli isimler verilmiştir. Bu yazıda Paley (8) tarafından kullanılan terminoloji kullanılacaktır.

Frontal düzlemde eklem çizgileri ile mekanik ve anatomik akslar arasında oluşan açığa “eklem oryantasyon açısı” adı verilir. Bu açının adı, açığı oluşturan mekanik (m) ya da anatomik (a) aksa göre belirlenir. Bu açı medialden (M) ya da lateralden (L) ölçülebilir. Femur (F) veya tibianın (T), Distal (D) ya da proksimal (P) eklemi tarif edebilir. Bu yazım kurallarına göre mLDFA, femurun mekanik aksı ile distal femoral eklem teğet çizgisi arasında kalan açının lateralden ölçüldüğünü belirtir. Benzer şekilde, MPTA, medialden ölçülen proksimal tibial eklem açısı; LDFA, lateralden ölçülen distal

tibial eklem açısıdır (Şekil 1.20). Tibiada mekanik ve anatomik akslar birbirine paralel olduğu için en başta (a) ya da (m) yazarak bunu belirtmek gereksizdir.



Şekil 1.20: Femur ve tibia eklemlerinde oryantasyon açılarının ölçümü.

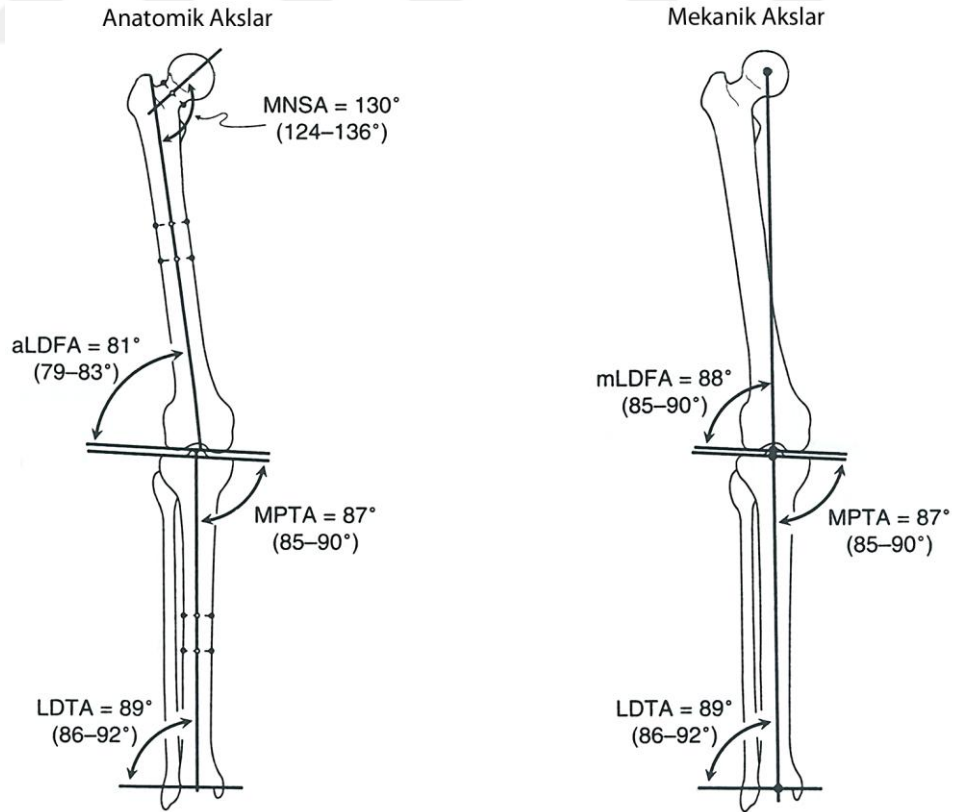
Bir eklemin ekstremiteye göre oryantasyon açısının medialden ya da lateralden ölçülmesinin bir önemi yoktur. Medial (M) ve lateral (L) açılar birbirinin bütünleyenidirler.

Alt ekstremitayı frontal düzlemde incelerken iki farklı tanım kullanılır; dizilim ve eklem oryantasyonu. Dizilim; kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin aynı doğru üzerinde olup olmadığını tarif ederken; oryantasyon, bir eklem yüzünün kemiğin mekanik ya da anatomik aksına göre durumunu belirtir. Normalde alt ekstremita mekanik aksı, kalça ile ayak bileği merkez noktaları arasında çizilen bir doğrudur. Bu doğru diz ekleminin merkez noktasının 8 ± 7 mm medialinden geçer. Merkez noktadan olan bu sapmaya, mekanik aks sapması (MAS) denir. MAS alt ekstremita dizilimi için bir fikir verir, fakat eklem oryantasyonları hakkında bilgi sağlamaz. Bir diğer parametre ise, uzun kemiklerin birbirlerine göre olan oryantasyonlarıdır. Alt ekstremitede, tibia ile femurun anatomik ve mekanik aksları arasındaki açılar ise bu ilişkiyi gösterir. Bu yazıda bu

açılar, mekanik tibiofemoral açı (mTFA) ve anatomik tibiofemoral açı (aTFA) olarak adlandırılacaktır. Bu ilişkiler çeşitli yazarlar tarafından araştırılmış ve normal değerler elde edilmeye çalışılmıştır (Tablo 1.1, Şekil 1.21) (8).

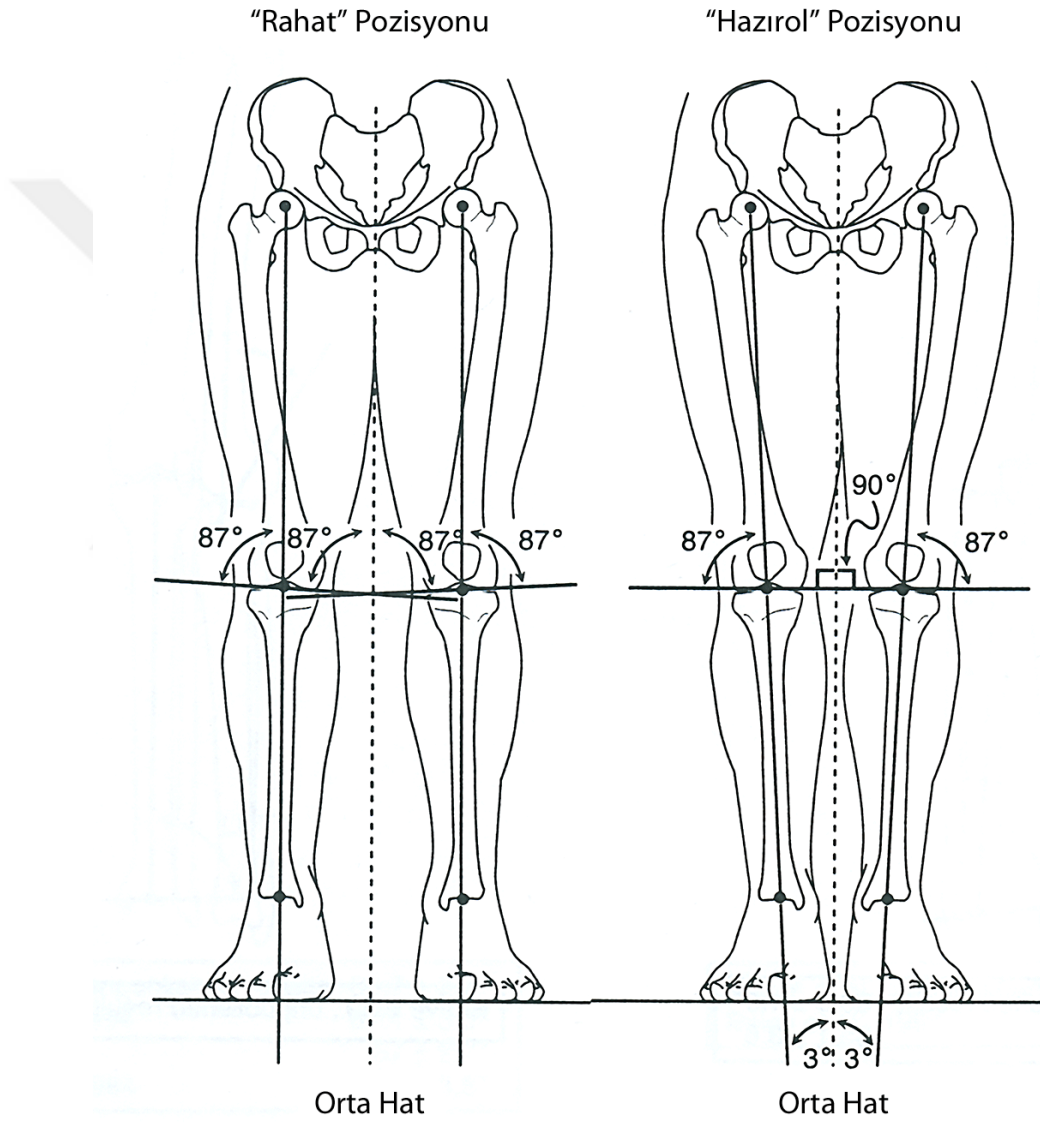
	Bhave	Paley	Chao
mTFA	$1,3 \pm 1,3^\circ$	-	$1,2 \pm 2,2^\circ$
MNSA	$122 \pm 2,6^\circ$	$129,7 \pm 6,2^\circ$	-
mLDFA	$88,1 \pm 1,5^\circ$	$87,8 \pm 1,6^\circ$	$88,1 \pm 3,2^\circ$
MPTA	$88,3 \pm 2^\circ$	$87,2 \pm 1,5^\circ$	$87,5 \pm 2,6^\circ$
LDTA	$88,7 \pm 2,7^\circ$	$88,6 \pm 3,8^\circ$	$87,1 \pm 3,3^\circ$

Tablo 1.1: Alt ekstremitte dizilim ve eklem oryantasyon açılarının normal değerleri.



Şekil 1.21: Alt ekstremitte anatomik ve mekanik akslara göre açılar.

Normal duruştan söz edilecekse iki tip ana normal duruş şeklini ayrı ayrı anlamak gerekir. “Hazır ol” tipi duruşta, ayak medial kenarları birbirine değ r. Bu tip duruşta alt ekstremit  mekanik aksı orta hat ile yaklaşık 3° lik bir açı oluşturur. Diz eklem çizgisi ise yere paraleldir. Normal yürümede, alt ekstremit  aksları “hazır ol” tarzı duruş  eklinindedir. “Rahat” tipi duruşta ise mekanik aks yer düzlemine diktir. Bu sefer de, diz eklem çizgisi yer düzlemi ile yaklaşık 3° lik bir açı oluşturur ( ekil 1.22).



Şekil 1.22: Alt ekstremit  duruş şekilleri ve açısal ilişkileri.

1.3.1 ALT EKSTREMİTE DİZİLİM BOZUKLUKLARI

Dizilim bozukluğu (malalignment), kalça, diz ve ayak bileğinin aynı doğrultuda olmadığı durumları tarif eder. Dizilim bozukluğu, frontal ya da sagittal planda olabilir. Alt ekstremitede frontal plandaki dizilim bozuklukları, sagittal plandaki dizilim bozukluklarından çok daha fazla önem arz eder. Çünkü diz ve ayak bileği sagittal düzlem üzerinde geniş bir harekete sahiptir. Diz ya da ayak bileği eklemi ilgilendiren oryantasyon bozuklukları ya da alt ekstremitde uzun kemiklerinin sagittal plandaki dizilim bozuklukları, bu geniş hareket kabiliyeti sayesinde telafi edilebilir. Frontal planda bu tür bir hareket olmadığı için herhangi bir dizilim bozukluğunun yarattığı etki telafi edilemeyecektir. Frontal planda alt ekstremitde yapılacak statik hesaplar ile dinamik etkiler de tahmin edilebilirken, neredeyse tüm hareketler sagittal planda olduğu için, sagittal plandaki dizilim bozukluğunun dinamik etkilerini de her zaman göz önünde bulundurmak gerekir.

1.3.2 FRONTAL PLAN DİZİLİM BOZUKLUKLARI

Frontal planda varus ve valgus olmak üzere iki tip dizilim bozukluğundan söz edilebilir. Valgus, Latince kelime anlamı olarak, dizin orta hattan uzaklaşmış olduğu manasına gelir ve aslında bugün anladığımız varusu tarif eder. Fakat günümüzde tanımları eklem değil, eklem distalindeki parçanın orta hattan uzaklaşmasına göre yaptığımız için tam ters anlamda kullanılmaktadır. Varus ismi ise, çarpık bacaklı olmasıyla ünlü, Roma generali Publius Quinctilius Varus'un isminden gelmektedir. Aslında Publius Quinctilius Varus, bugünkü anlamıyla valgus dizlere sahiptir.

Frontal planda mekanik aks sapması (MAS) normal sınırlar dışındaysa dizilim bozukluğundan söz edilir. MAS, frontal planda, femur ya da tibia'nın deformitesine, diz eklemi laksitesine ya da subluksasyonuna veya femoral ya da tibial kondil yetersizliklerine bağlı olabilir. Normalde, tibia ve femurun kondiler teğetleri birbirine paralel ya da 3°'ye kadar açılanma yapabilir. Eğer bu açılanma 3°'den büyükse eklem bağlarının laksitesi ya da eklem kıkırdığının tek kompartmanda incilmesi söz konusudur. Diz eklem çizgisi, aslında medial ve lateral tibial ve femoral kondillerin ayrı ayrı çizilen iki çizgisinden ibarettir. Bu çizgiler normalde birbirleri üzerine binerler. Eğer eklemi oluşturan tibial ya da femoral kondillerde bir deformite varsa, bu iki çizgi üst üste binmez. mL DFA (dolayısıyla mMDFA) ve MPTA normal sınırlar dışında ise

frontal planda dizilim bozukluğuna katkıda bulunuyor demektir. Sonuç olarak MAS mediale doğru artarsa, deformite varus deformitesi, laterale doğru artarsa, valgus deformitesi olarak adlandırılır.

Frontal planda olan deformiteler eklemlerin hareketi ile telafi edilemeyeceği için daha çok statik problemlere yol açarlar. Kalça her üç aksta da hareketi olan bir eklemdir ve deformiteye direnci bu nedenle fazladır. Ayak bileği eklemi tibiotalar ve talokalkaneal eklemleri içerir. Tibiotalar eklem sagittal planda hareket ederken, talokalkaneal eklem frontal planda hareket kabiliyeti vardır. Bir eklem kompleksi olarak ele alınırsa ayak bileğinin de alt ekstremite frontal plan dizilim bozukluklarında telafi yeteneği bir miktar vardır. Fakat diz sadece sagittal planda hareketi olan ve çok sınırlı rotasyon hareketi yapabilen bir eklemdir. Bu yüzden ki, alt ekstremite frontal plan dizilim bozukluklarında diz en çok etkilenen eklemdir (9).

1.4 GÖRÜNTÜLEME VE ÖLÇÜMLER

Alt ekstremite dizilim bozukluklarını araştırmak için tercih edilen görüntüleme yöntemi, frontal plan deformiteleri için ayakta her iki ayak basarken kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin grafiye dâhil olduğu uzun AP ortoröntgenogramdır. İdeal bir alt ekstremite ortoröntgenogramı X ışını tek seferde, yaklaşık 3 metre ileriden, dizlere odaklanmış şekilde verilerek elde edilebilir. Böylelikle, grafide büyütme etkisi (magnifikasyon) %5'in altında kalacaktır. Grafi, ayağın pozisyonundan bağımsız olarak, her iki patella ileriye gösterirken çekilmelidir.

1.4.1 STANDART GRAFİLERDE ÖLÇÜMLER

Küçük kasete çekilen normal diz grafileri, eklem oryantasyonu hakkında bir miktar fikir verebilirken ekstremite dizilimini bu grafilerden saptamak zordur. Mekanik aks tespiti için uzun kemiklerin proksimal ve distal eklem yüzlerinin orta noktalarını saptamak önemlidir. Küçük kasete çekilen normal diz grafilerinde bu mümkün olmamaktadır. Anatomik aks ölçümü ise görüntüye girdiği kadarıyla femoral ve tibial shaftın orta noktaları tespit edilerek yapılabilir. Bu tip bir ölçümün, altın standart olan uzun grafilerde yapılan mTFA ile bağıntısı olmakta beraber çok da iyi değildir (13).

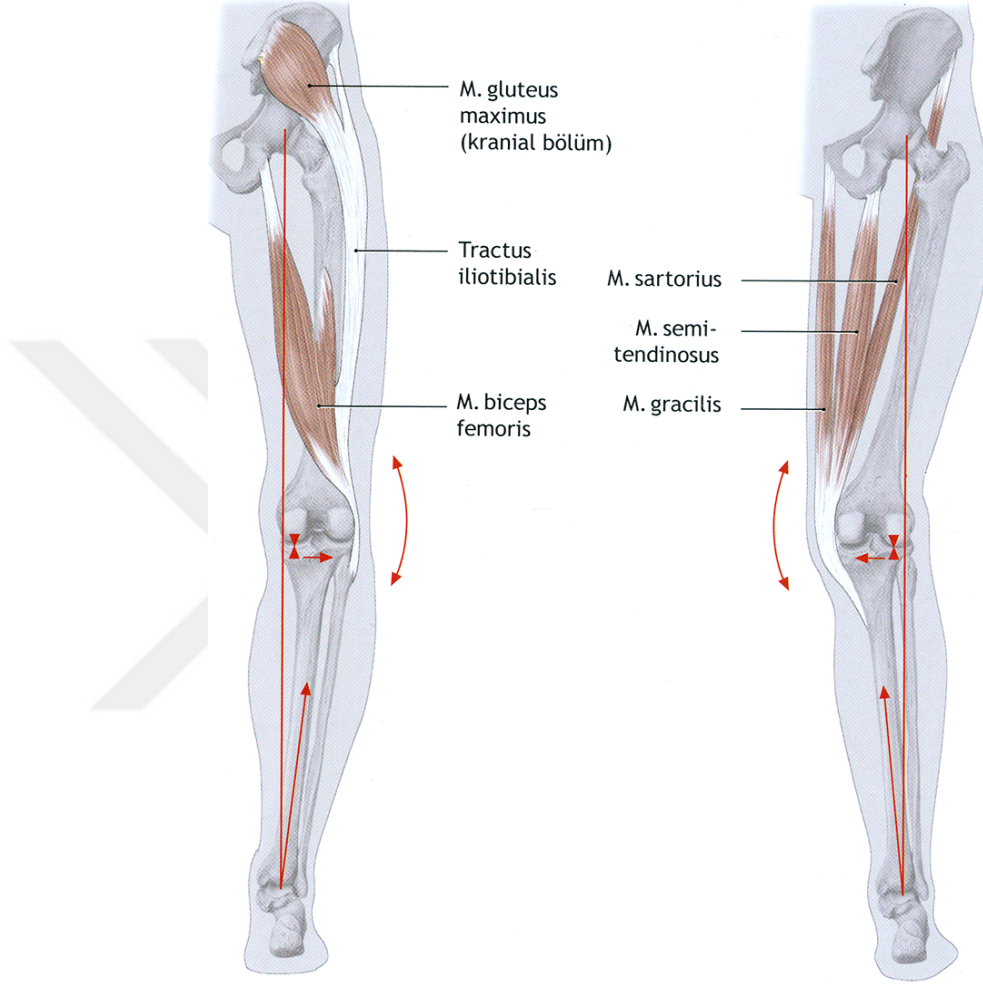
1.4.2 ORTORÖNTGENOGRAMDA ÖLÇÜMLER

Alt ekstremitte ortoröntgenogramı değerlendirmede Paley'in tarif ettiği yol gayet güzeldir (8). Uzun bir cetvel ya da uzunluk ölçülmeyecek ise düz çizgi çizmeye yardımcı herhangi bir nesne, açı ölçmek için de şeffaf gonyometre ya da iletke yeterlidir. Öncelikle eklemlerin merkez noktaları işaretlenir. Kalça merkezinden, ayak bileği merkezine bir doğru çizilir. Bu doğrunun diz eklemi kestiği nokta işaretlenir. Bu noktanın diz eklemi merkez noktasına olan uzaklığı mekanik aks sapmasını (MAS) gösterir. Normalde $8\pm 7\text{mm}$ 'dir. Daha sonra, distal femoral eklem oryantasyon çizgisi çizilir. Kalça merkezinden, diz merkezine çizilen doğru ile arasındaki açı ölçülür. Açı lateralden ölçülürse bu bize mLDFA'yı verir. Normal değeri $85^\circ\text{-}90^\circ$ 'dir. Bir sonraki aşama, tibia proksimal eklem merkezi ile ayak bileği merkezi arasında çizilen doğru ile proksimal tibial eklem oryantasyon çizgisi arasındaki açıyı ölçmektir. MPTA'nın normal değeri $85^\circ\text{-}90^\circ$ 'dir. Distal femoral ve proksimal tibial eklem oryantasyon çizgileri arasında normalde $0^\circ\text{-}2^\circ$ açı vardır. Bu sınırlar dışındaki değerler eklem laksitesi ya da kıkırdak kaybına bağlı sorunları gösterir. Bunların ayırt edilmesi için de stres grafileri çekilebilir. Distal femoral eklem merkez noktası ile proksimal tibial eklem merkez noktası arasında dikey planda 3 mm'den fazla mesafe varsa eklem subluksasyonundan söz edilir. Bütün bu deformiteler MAS'a büyük oranda katkıda bulunurlar. Ortoröntgenogramda LDFA ve MNSA da ölçülebilir. Fakat mekanik aks çizgisinin iki ucunda bulunan bu eklemlerdeki oryantasyon bozuklukları MAS'a diz çevresi deformiteleri kadar katkıda bulunmaz.

1.5 ALT EKSTREMİTE BİYOMEKANİĞİ

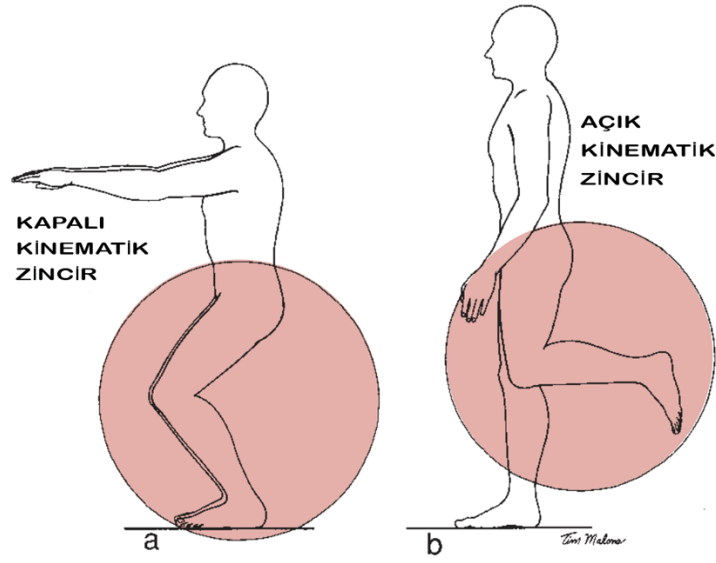
Alt ekstremiteler, ayağın yerle tekrar eden teması sonucu çeşitli güçlere maruz kalırlar. Yer tepki kuvveti ayaktan kalçaya kadar tüm alt ekstremitte elemanlarını etkileyerek gövdeye ulaşır. Alt ekstremitte elemanları birbirine bağlanarak kinematik zincir oluşturur ve gövde ile pelvik bölgede birleşirler. Bu bakımdan yürüme, ayakta durma gibi durumlar değerlendirilirken bu kinematik zincirin davranışı ve diğer gövde elemanlarıyla ilişkisi göz önüne alınmalıdır. Zira yerle teması olan bir ayağın hareketi, dizi, kalçayı, pelvisi ve bu sayede tüm gövdeyi etkilemektedir (14). Alt ekstremitteyi oluşturan unsurlardan herhangi birindeki bir bozukluk, bu ilişki zinciri sayesinde sorunun tek bir bölgeye sınırlı kalmayacağı anlamına gelir. Alt ekstremitte mekanik

aksını değiştiren bir dizilim bozukluğunda, tek tek femurun ve tibianın yere göre oryantasyonu değişir. Diz, kalça ve ayak bileği eklemleri ve eklem ile ilişkili kas ve bağlar dâhil tüm yapıları bu bozukluktan etkilenecektir (şekil 1.23).



şekil 1.23: Varus ve valgus dizde MAS ve dizi ilgilendiren yapıların etkilenmesi.

rnek olarak; diz ekleminin varus dizilimine gelmesiyle mekanik aks mediale doğru kayar, kalça göreceli olarak varus dizilimine gelir. Bunun tam tersi önerme de doğrudur. Kalaya yapılan varus osteotomileri sonrasında da mekanik aks mediale doğru kayar ve bu kaymanın dizde yarattığı adduksiyon momenti nedeniyle diz varusa doğru gider (12).



Şekil 1.24: Kapalı (a) ve açık (b) kinematik zincir.

Kinematik, basitçe, hareketi sebep ve sonuçlarını ele almadan inceleyen bilim dalıdır. Eklem ve uzuvların hareketleri bu disiplin içinde incelenebilir. Kinematik zincir, bir dizi katı cismin birbirlerine tek noktadan bağlı olduğu, her bir cismin uzay içindeki hareketinin, diğer cisimlerin hareketini etkilediği bir sistemi anlatır. Kinematik zincirler kapalı ya da açık olarak ikiye ayrılır. Eğer zincir sonlarındaki cisim sabit ise bu bir kapalı kinematik zincirdir. Zincir sonundaki cisim, hiçbir kısıtlamaya maruz kalmadan hareket edebiliyorsa bu bir açık kinematik zincirdir. Bunlar kinematiğin mühendislik tanımlarıdır. İnsan hareketlerini tarif ederken bu tanımlardan yararlanılır (10,11).

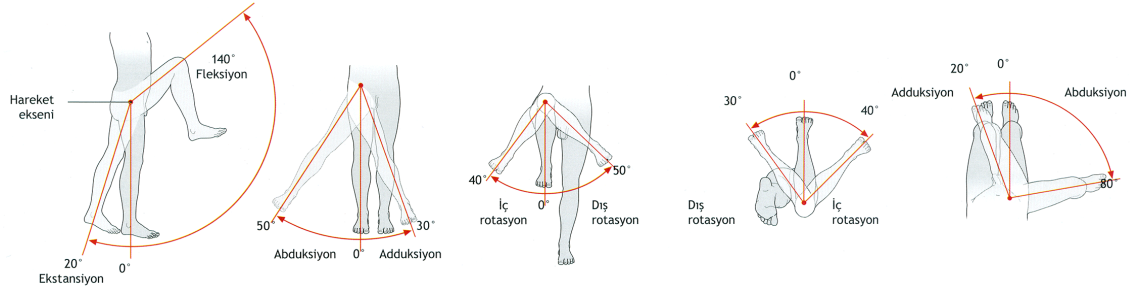
İnsan anatomik pozisyonlarında genellikle kapalı kinematik zincirler oluşturur. Mesela, ayakta duran bir insan, çömelmek istediği zaman ayaklar zemin ile temasta ve serbestçe hareket edemez bir durumdadır. Böyle bir durumda çömelme hareketini yapabilmesi için dizlerini bükmesi, dizler büküldüğü zaman bir üst eklem olan kalça eklemine fleksiyona getirmesi, dengesini sağlamak için lomber lordozunu azaltması gerekmektedir (Şekil 1.24). İnsan vücudu aynı zamanda açık kinematik zincir hareketleri de yapabilir. Ayakta duran bir insanın dizini kıvrması buna örnektir (Şekil 1.24). Özellikle alt ekstremitayı ilgilendiren çoğu fonksiyonel aktivite, kapalı kinematik zincir hareketidir (14).

Kinematik zincir mantığını algılamak, ortopedide problemleri saptamak için önemlidir. Zira ilgili deformiteler, yaralanmalar, eşlik eden hastalıklar, bu tip zincirleme

eklem-uzuv hareketleri nedeniyle oluşur. Zincirin bir halkasında meydana gelecek problem tüm sistemi etkilemektedir. Diğer eklemler bu durumu telafi edecek hareketler yapmak zorunda kalabileceği gibi, başka patolojiler de geliştirebilir. Örnek olarak, diz hareketi kısıtlanmış bir hastanın yürüme sırasında ayağını yerden kesebilmesi için kalça ekleminden salınım yapması ya da ayağı fazlaca dorsifleksiyona zorlaması gerekebilir. Benzer şekilde kalça ekstansiyonu kısıtlı bir hastanın ayakta dik durabilmesi için lomber lordozunu artırması, yürüyüş sırasında paravertebral kaslarını daha çok kullanması gerekir. Üst ekstremit eklemleri genellikle her yöne bağımsız hareket edebildiği için açık kinematik zincir oluşturur ve bu tip problemler daha az yaşanır.

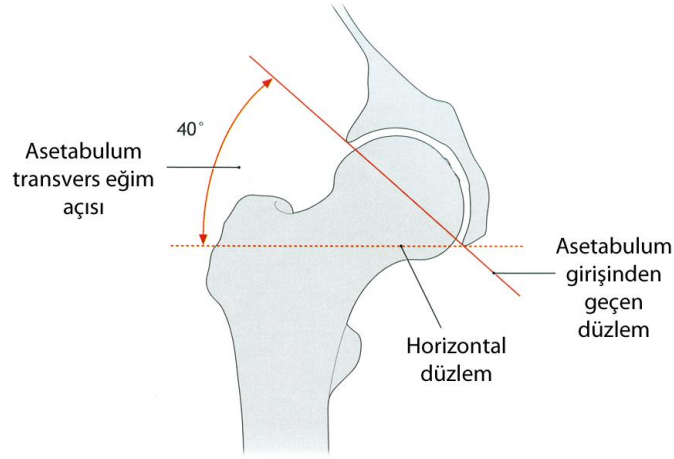
1.5.1 KALÇA BİYOMEKANİĞİ

Kalça eklemi; yaklaşık 20° ekstansiyon, 120° fleksiyon, 40° abduksiyon, 30° adduksiyon, 35° iç rotasyon, 45° dış rotasyon hareketine izin verebilen küresel bir eklemdir (Şekil 1.25) (15).



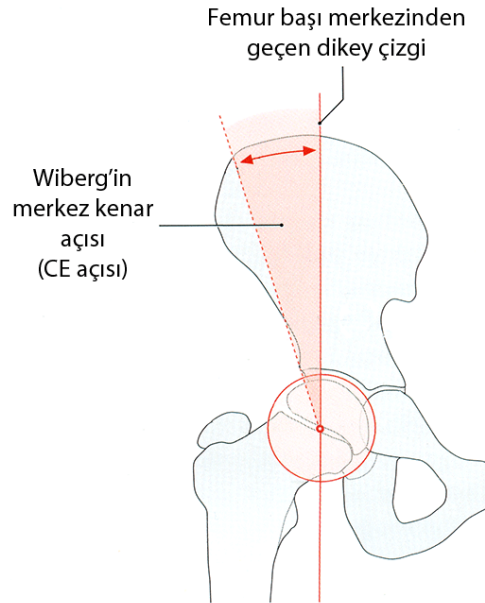
Şekil 1.25: Kalça hareket açıklığı.

Kalça eklemi küresel bir yapı oluştursa da gerçekte sadece üst kısmı tam olarak dairesel bir yapı gösterir (16). Femur başının ayakta duran insanda asıl yük taşıyan alanı da superior bölümüdür (17). Asetabulum femur başını ayakta duruş pozisyonunda tamamen örtmez. Normal bireylerde, asetabuler inklinasyon 45° iken femur başının ortalama %73'ü asetabulum tarafından örtülür. Displazik kalçalarda asetabuler inklinasyon azalır. Asetabuler eğim (inklinasyon) 52° olduğunda femur başı örtümü %73'ten %52'ye kadar azalacaktır (18).



Şekil 1.26: Asetabuler inklinasyon açısı.

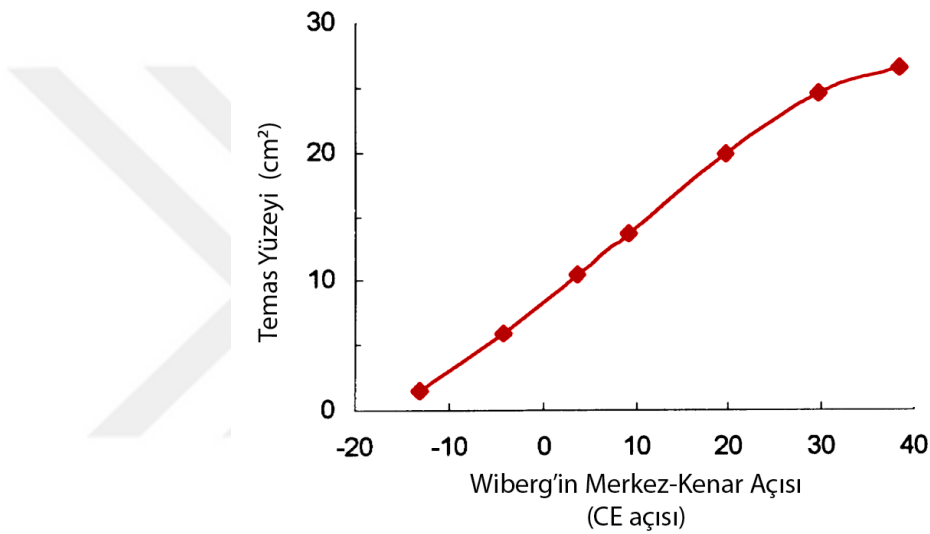
Asetabulum ve femur arasındaki temas yüzeyi bacağın fleksiyon, abduksiyon ve bir miktar dış rotasyonu ile artırılabilir. Bu pozisyon aynı zamanda “kurbağa pozisyonu” (frog-leg) olarak da bilinir. Kapandji’ye göre kalçanın gerçek fizyolojik duruşu da bu şekildedir (15). Asetabulumun femur başını örtümünü değerlendirmek için kullanılan bir diğer parametre de, femur başı merkezi ile asetabulumun kemik tavanının laterali arasında çizilen çizgi ile vücut dikey eksenindeki açıdır. Merkez-kenar açısı, İngilizce “center-edge” CE açısı, ya da Wiberg açısı olarak adlandırılır. Wiberg açısı yaşla beraber artarak erişkinlikte nihai değerine ulaşır.



Şekil 1.27: Wiberg'in merkez kenar açısı.

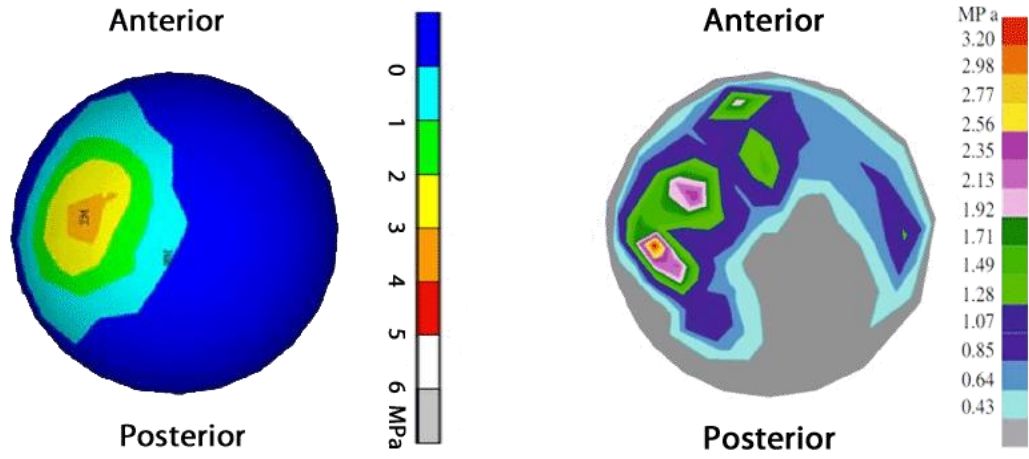
Bilgisayarlı tomografi (BT) ile yapılan ölçümlerde normal CE açısı değeri, erişkin bayanlarda ortalama 35° , erkeklerde ortalama 38° olarak bulunmuştur (19). Direkt grafilere yapılan ölçümlerde de erişkin yaşlarda, kadın erkek gözetmeksizin benzer sonuçlar elde edilmiştir (20).

CE açısı femur asetabulum ilişkisi içinde, yüzey temas alanını değerlendirmek için kullanılabilir. Genda ve arkadaşları, radyografi ve bilgisayar modellemeleri kullanarak CE açısının artmasıyla yüzey temas alanının önemli derecede arttığını göstermişlerdir (Şekil 1.28) (21).



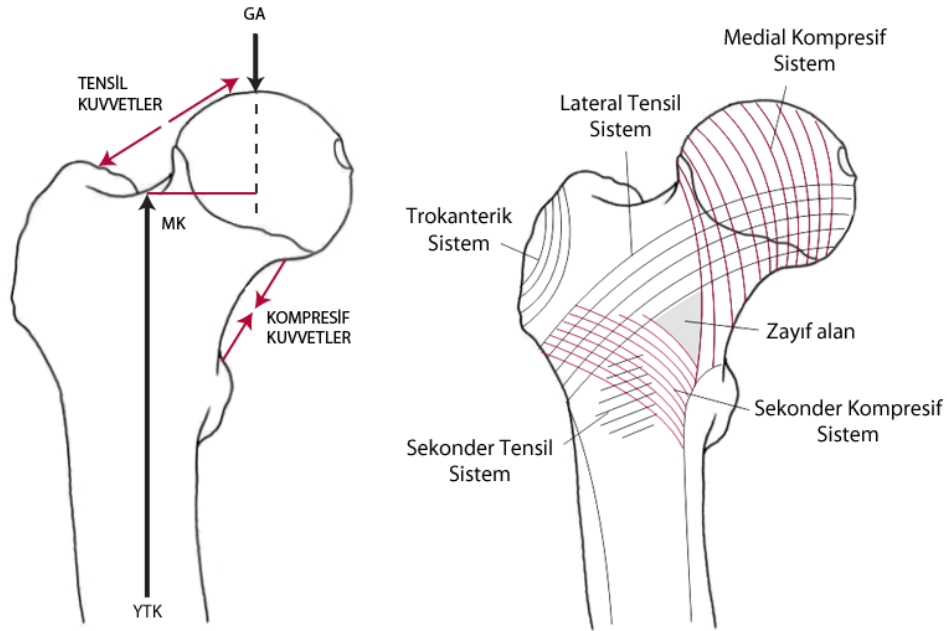
Şekil 1.28: Merkez-kenar açısı ile temas yüzeyi arasındaki ilişki.

Kalça eklemi, vücudun üst yarısının yükünü taşır. Fakat sahip olduğu biyomekanik özellikler nedeniyle maruz kaldığı kuvvetler vücut ağırlığından çok daha fazladır. Femur başında yürürken 5,5 MPa, sandalyeden ayağa kalkma hareketinde 18MPa'a kadar basınç oluşabilmektedir (22). 5,5 MPa atmosfer basıncının yaklaşık 50 katıdır.



Şekil 1.30: Ayakta durma pozisyonunda femur başı yük dağılımı haritaları.

Femur başı, büyük kuvvetlere maruz kalır ve bu kuvvetler femur boynu aracılığıyla femur shaftına iletilir. Femur baş ve boynu bu kuvvetlere direnecek biçimde şekillenir. Femurun yapısal dinamiği ilk kez Koch tarafından incelenmiştir. Koch kemik içindeki trabeküler sistemin, üzerine aldığı yükü distale ne kadar efektif bir şekilde aktardığını, en az materyal ile en verimli taşıma kapasitesine ulaştığını hayranlık belirten ifadelerde anlatmıştır (25). Koch'un bu tespitleri günümüzde de geçerlidir (Şekil 1.31).

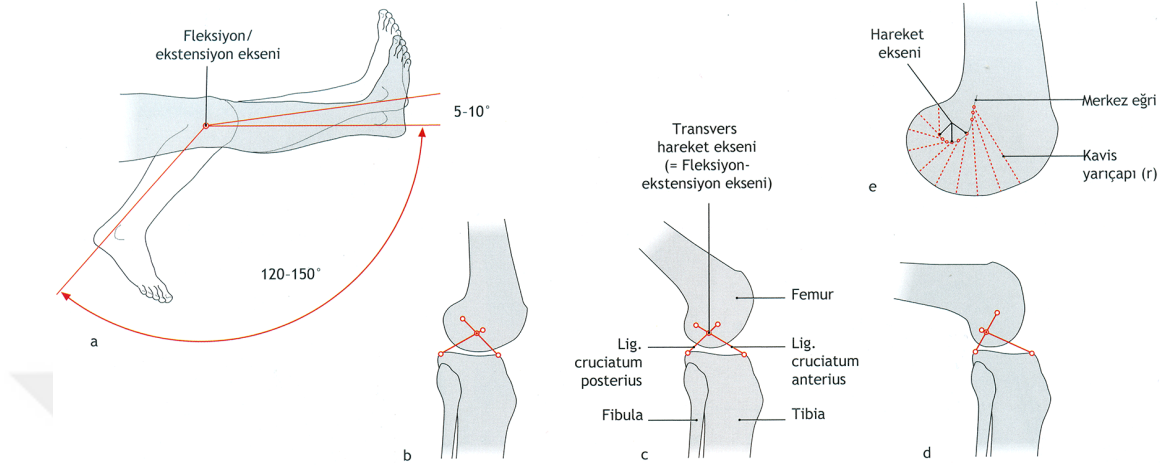


Şekil 1.31: Femur başında oluşan kuvvetler ve trabeküler sistemin bunlara uyumu.

Femur baş ve boyun bölgesi spongioz kemiğindeki trabeküler sistemin dizilimleri en az materyalle en fazla kuvvete dayanacak şekildedir. Medial femoral kortekse üzerine gelen kompresif yükleri aktaran, primer ve sekonder kompresif sistemler ve lateral korteksten kuvvet alarak üzerine uygulanan gerilme kuvvetlerine karşı koyan primer ve sekonder tensil sistemler bunlardan ilk göze çarpanlarıdır (Şekil 1.31). Bu iki sistem trabekülleri mekanik ve matematik kurallara uyumlu olarak dik açıyla kesişerek baskı ve gerilme kuvvetlerine karşı dayanıklılığı sağlarlar. Tensil ve kompresif sistemlere ayrı ayrı binen yükler nedeniyle, femur başına asetabulumdan iletilen kuvvetin 10 kata kadarı femur boynu içinde oluşabilmektedir. Alt ekstremité kinematiki içinde kalça ekleminin diğér yapıları etkilemesi de mümkündür. Yapılan çalışmalarda gösterilmiştir ki, kalça abduktor mekanizma gücü yetersiz bireylerde yürüme sırasında pelvis salınan ayağın olduğu tarafa doğru düşmekte, bu da vücut ağırlık merkezini basan ayakta uzaklaştırarak sonuçta basan ayak tarafında dizde artmış bir varus momentine yol açmaktadır (26). Kalça abduktor kasları güçlü gonartrozlu bireylerde, gonartroz şiddetinin daha az olmasının nedeni muhtemelen bu şekilde bir yürüme şekli ile dize binen varus momentini azalttıkları içindir (27). Benzer sonuca ulaştıran başka bulgular da literatürde mevcuttur. Kalça abduktor kuvvetsizliğı olan koşucularda, muhtemelen dizde oluşan varus momentine bağılı olarak lateral yapılar gerilmekte (Şekil 1.23) ve iliotibial bant sendromu sık gözükmeğtedir. Üstelik kalça abduktor güçlendirici egzersizler sonrasında bu sporcuların semptomlarının geçtiğı de bildirilmiştir (28).

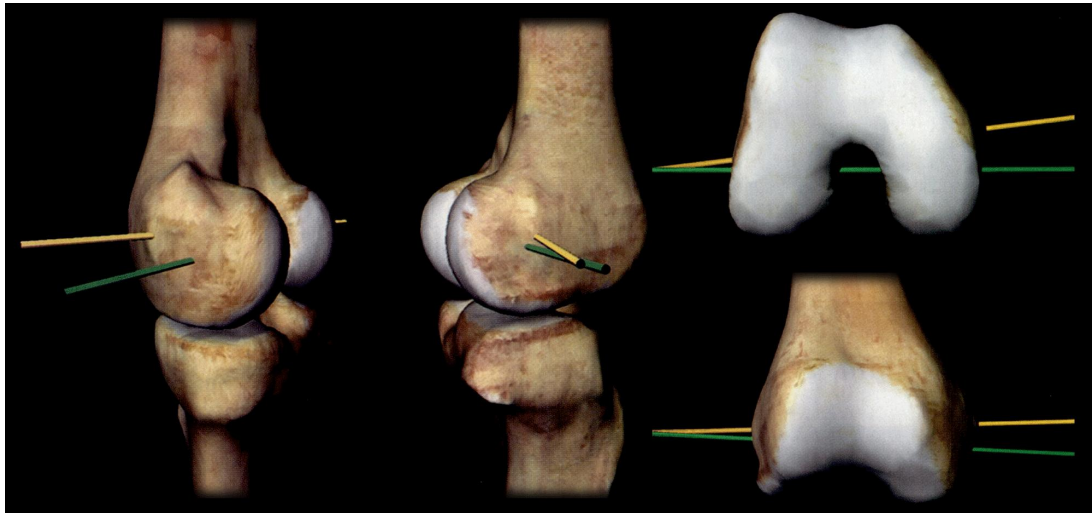
1.5.2 DİZ BİYOMEKANİĞİ

Diz, yaklaşık 140° fleksiyon, 1° - 2° ekstansiyon ve kısıtlı olarak da rotasyon hareketi yapabilen bir eklemdir (Şekil 1.32).



Şekil 1.32: Dizin hareket açıklığı (a) ve çapraz bağların işlevi (b,c,d,e).

Dizin fleksiyon ekstansiyon hareketi her iki kondilin posteriorundan geçen tek bir silindirik aks üzerinde olmaktadır. İnterkondiler aks ile hareket aksı aynı hat üzerinde değildirler ve birbirlerine açılma gösterirler (Şekil 1.33) (29). Belli bir fleksiyon açısından sonra ön ve arka çapraz bağların da etkisiyle, femoral kondiller, tibial plato üzerinde kayma hareketi de yapmaktadırlar.



Şekil 1.33: Femur interkondiler aksı (sarı) ve hareket aksı (yeşil).

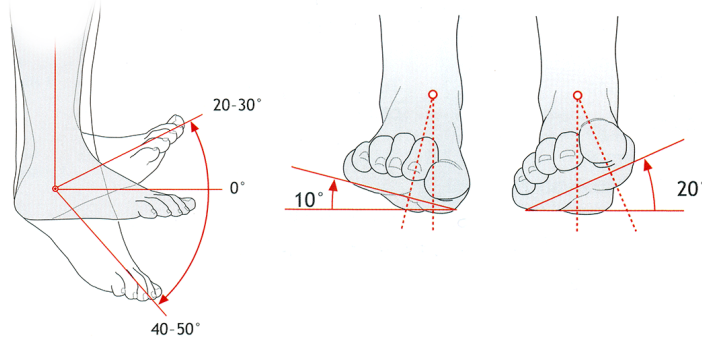
Diz, alt ekstremitte kinetik zincirinin tam ortasında yer alan bir eklemdir. Sadece sagittal düzlem üzerinde hareketi vardır; frontal plandaki deformiteleri telafi edemez. Aynı zamanda alt ekstremitte herhangi bir deformite en çok dizde mekanik aks sapmasına neden olur (Şekil 1.23). Bu yüzden deformitelerden en çok etkilenen eklemdir.

Diz eklem çizgisinin diğer referans noktalarla olan ilişkisi, femur uzunluğundan, kalçanın genişliğinden ve duruş pozisyonundan etkilense de, tek ayak üzerinde duruş pozisyonunda bu ilişkiler hemen herkes için aynıdır. Tek ayak duruş pozisyonunda, ayak bileği eklemi merkezi yer çekimi merkezi haline gelir ve bu merkez ile mekanik aks arasında $3^{\circ} \pm 1,5^{\circ}$ açı mevcuttur. Distal femoral eklem yüzü ile femur mekanik aksına çizilen bir dik arasında 7° ila 11° arasında değişmekle beraber ortalama 9° valgus söz konusudur.

Mekanik aks diz eklemine tam ortasından geçmez. Femoral ve tibial kondiller ise simetrik yapıda değildir. Bu yapısal özelliklerden dolayı, dize binen yüklerin yaklaşık %70'i diz medial kompartmanı tarafından taşınır. Üstelik üzerine basma ile artan adduksiyon momenti bu yükün tahmin edilenden daha fazla artmasına neden olur (30). Femur boynu trabeküler sisteminin maruz kaldığı kuvvetlere göre şekillenmesi gibi, bu artan yüklere cevaben, tibia proksimal spongiozası da kendi içinde farklılıklar gösterir. Tibia medial kondilinde kemiğin daha yoğun ve güçlü olduğu birçok çalışmada doğrulanmıştır (31-34). Tibia medial kondil kemik yoğunluğu yaşlanmayla beraber özellikle 60 yaş üzeri kadınlarda belirgin derecede azalır. Özellikle yük taşıma özelliği fazla olan ve bu nedenle kemik mineral yoğunluğu daha yüksek olan medial kondil merkez bölgesinde bu azalma daha belirgindir. Erkeklerde bu tip bir azalma saptanmamıştır (35).

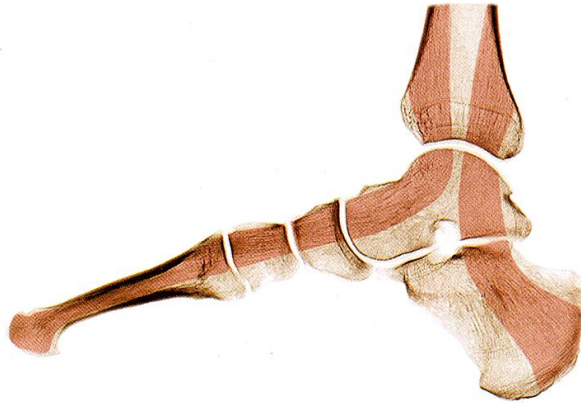
1.5.3 AYAK BİLEĞİ BİYOMEKANİĞİ

Talokrural eklem; tibiotalar, talofibular ve fibulotalar eklemleri içerir. Sadece sagittal planda silindirik harekete izin veren, yüksek eklem yüzü uyumu olan, menteşe tipi bir eklemdir. Yaklaşık 25° dorsifleksiyon ve 45° plantar fleksiyon yapabilir. Ayak bileği talokrural ve subtalar eklem olarak bir bütün halinde düşünülürse frontal planda yaklaşık 20° inversiyon ve 10° derece eversiyon hareketi de yapabilir (Şekil 1.34).



Şekil 1.34: Ayak bileği hareket açıklığı.

Tibiotalar ekleme, lateral ve medial malleoller tarafından her iki yandan kemik desteği sağlanır. Lateral malleol tibia aksıyla AP planda laterale doğru ortalama 12,6° medial malleol ise 28,1° açılanma yapar (36). Talus eklem yüzünün anterioru posteriora doğru daha geniş olduğu için, dorsifleksiyon sırasında malleoller arası mesafe esneyerek bir miktar açılır (Şekil 1.16). Bu sayede eklem alanı genişleyerek birim alana binen yük azaltılır. Basma sırasında, vücut ağırlığı talus üzerinden kalkaneus ve ayağın ön kısmına aktarılır. Diğer yapılarda olduğu gibi trabeküler sistem bu yük aktarımına uygun olarak şekillenmiştir (Şekil 1.35) (2).

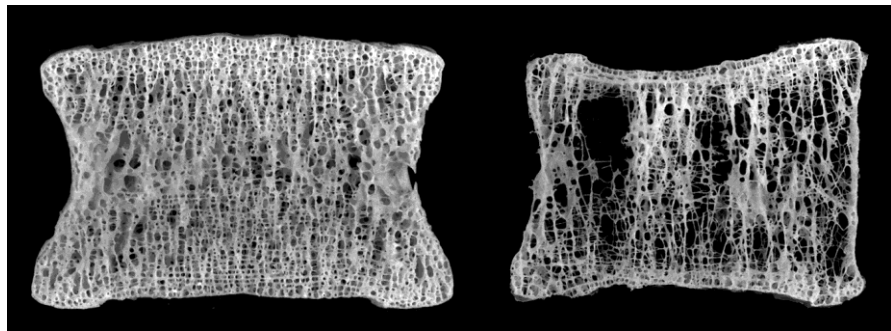


Şekil 1.35: Ayakta trabeküler sistemin şematik görünümü.

1.6 OSTEOPOROZ ve OSTEOMALAZİ

1.6.1 OSTEOPOROZ

Osteoporoz, kemik kitlesinde ilerleyici azalma, kemik yapının mikro mimarisinin bozulması ve kırık riskinde artma ile karakterize, multifaktöriyel, sistemik bir kemik hastalığıdır. Kemiğin yapısında mineral, organik matriks oranında değişiklik olmaz. Osteoporoz, primer ve sekonder olmak üzere ikiye ayrılır. Primer osteoporoz, iki şekilde karşımıza çıkar. Tip-1 (postmenopozal) osteoporoz; bayanlarda menopoz sonrası östrojen yetersizliğine bağlıdır. Trabeküler kemik kaybı ön plandadır. Vertebrada çökme kırıkları ve düşük enerjiyle oluşan radius distal metafiz kırıkları daha sık görülür. Parathormon düzeyleri hafif baskılanmıştır. Tip-2 (senil) osteoporoz; yaşlılığa bağlı metabolik değişimlerden dolayı oluşur. Kadın ve erkeklerde benzer sıklıkla görülür. Hem trabeküler hem kortikal kemik kaybı vardır. Femur boyun ve proksimal tibia kırıkları daha sık görülür. Parathormon düzeyleri normal ya da hafif artmış, kan vitamin D düzeyleri düşmüştür. Eğer osteoporoz, sekonder bir nedene bağlı oluşuyorsa buna sekonder osteoporoz denilir. Hormonal bozukluklar, kortikosteroid ve diğer ilaçların kullanımı, kalsiyum emilimi ve metabolizmasını bozan gastrointestinal hastalıklar, karaciğer hastalıkları, alkolizm, sigara, yetersiz beslenme vb. sekonder osteoporoz nedenlerindendir. Osteoporotik kemiğin makro ve mikro mimarisi bozulmuştur. Trabeküler yapılar daha belirginleşmiş fakat incelmış ve aralarındaki boşluklar artmıştır (Şekil 1.36). Kortikal kalınlık azalmış, kırığa karşı direnç düşmüştür.



Şekil 1.36: Normal ve osteoporotik bir vertebranın görünümü.

Vertebra gibi spongioz kemiklerde, çökme kırıkları sıklıkla görülür. Ayrıca, radius distali ve tibia proksimali gibi spongioz içeriği yüksek olan kemik bölgelerinde

düşük enerjili kırıklar meydana gelebilir. Osteoporoz tanısı kemik mineral yoğunluğu (KMY) ölçümü ile konulur. Her ne kadar kantitatif BT ile ölçümler kemik yoğunluğu hakkında en gerçek sonucu verse de fiyat performans yönünden altın standart günümüzde DEXA ile ölçümlerdir. DEXA ile trabeküler kemikten yoğun bölgelerde birim alan başına kemik yoğunluğu ölçülür. Bu değerler kişinin yaşına göre (Z) ve normal genç erişkinlere göre (T) skorlanır. Bu değerler standart sapma miktarıdır. Dünya sağlık örgütü T değerine göre tanıyı önermektedir. T değeri -1'e kadar normal, -1 ila -2,5 arası osteopeni, -2,5'tan küçük değerler osteoporozu göstermektedir. Osteoporoz tedavisinde, postmenopozal kadınlarda hormon replasman tedavileri veya tek başına östrojen, bifosfanatlar (alendronat, risedronat), kalsitonin, selektif östrojen reseptör modülatörleri (raloksifen), parathormon ve türevleri (teriparatid), stronsiyum renalat, anabolik steroidler tek başlarına ya da kombinasyon tedavileri şeklinde kullanılabilir (37).

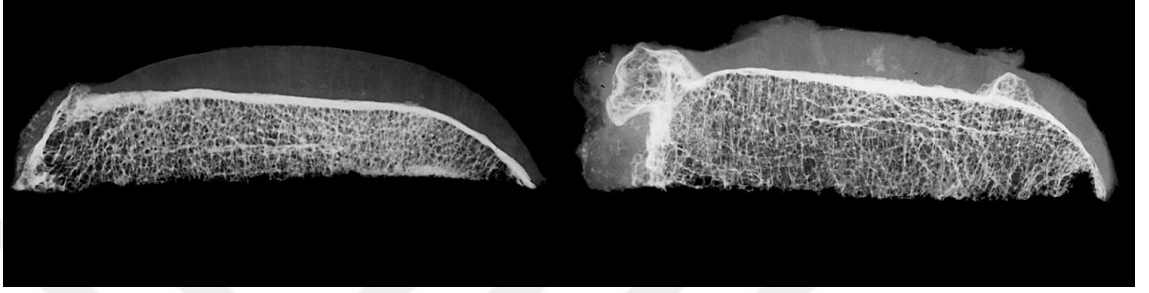
1.6.2 OSTEOMALAZİ

Erişkin kemik kalitesini etkileyen diğer bir durum da osteomalazidir. Osteomalazi kemiğin osteoid matriksinin mineralizasyonundaki bozukluk sonucu gelişir. Vitamin D eksikliği ve yolağındaki bozukluklar nedeniyle olabilir. D vitamininin aktif metabolitine dönüşmesi için güneş ışığı şart olduğundan, yeterli güneş ışığı almayanlarda da osteomalazi görülebilir. Kemik yıkım yapım dengesi bozulmamıştır, fakat yeni oluşan kemiğin mineralizasyonu eksiktir. Bu da, yumuşak ve kalitesiz kemiklere neden olur. Erişkinlerde klinik belirtileri osteoporoz ile benzerdir. Kronik yorgunluk ve kas güçsüzlüğü bu belirtilere eşlik edebilir. Laboratuvar testlerinde, hafif azalmış serum kalsiyum düzeyleri, idrar kalsiyum atılımında azalma, azalmış serum fosfat düzeyleri ve artmış alkalen fosfataz düzeyleri görülür. Parathormon düzeyi çoğu zaman belirgin derecede yüksektir. Osteomalazi için en önemli test serum vitamin D düzeylerinin ölçümüdür. Ayırıcı tanılar için vitamin D metabolizmasındaki ara ürünlere de bakılabilir. Radyolojik olarak az görülmekle beraber çökme kırıkları görülebilir. Milkman sendromu (yalancı kırıklar) patognomoniktir.

Osteomalazi tedavisinde D vitamini replasmanı ve beraberinde kalsiyum ile fosfat alımının artırılması yeterlidir (37).

1.7 OSTEOARTRİT

Osteoartrit, farklı etiyojileri olan fakat benzer biyolojik, morfolojik ve klinik özelliklere sahip bir grup rahatsızlığa verilen genel bir isimdir (38). Temel olarak eklem kıkırdığının kronik, geri dönüşümsüz kaybıyla karakterizedir; fakat subkondral kemik, ligamanlar, kapsül, sinoviyal zarlar ve eklem çevresi kasları da etkiler (Şekil 1.37) (39).



Şekil 1.37: Normal ve osteoartritlik tibianın kesit grafipleri.

Primer ve sekonder osteoartrit olarak iki sınıfa ayrılır. Primer (idiyopatik) osteoartrit, altta yatan bir neden bulunamayan osteoartritlere verilen isimdir. Eğer altta yatan endokrinolojik, gelişimsel, travmatik, nörolojik, metabolik hastalık tespit edilebiliyorsa sekonder osteoartrit olarak adlandırılır.

Osteoartritin bu tanımı ve sınıflandırılması genel olarak kullanılmasına rağmen günümüzde primer osteoartrit tanımından uzak durulmaya çalışılmaktadır. Yaşla beraber primer osteoartritin görülme sıklığının artması nedeniyle senil osteoartrit olarak adlandıranlar da vardır. Kimi yazarlar ise sadece el osteoartridine primer osteoartrit demekle, diğer formların şu anda bilemediğimiz muhtemelen minör konjenital problemlere bağlı olarak geliştiğini düşünmektedirler. Obezite ile osteoartrit ilişkisini destekleyen çalışmalar arttıkça obeziteyi sekonder osteoartrit sınıfına alanlar da artmaktadır (7). Herhangi birinin yaşam boyu osteoartrit olma oranı %45'tir, obezlerde bu oran %66'ya çıkmaktadır. Sistemik osteoartrit ve el osteoartridine daha fazla ve diz osteoartridine daha az olmak üzere %50 ila %65 oranında genetik yatkınlık söz konusudur (40). Osteoartrit 65 yaş altında kadınlarda ve erkeklerde benzer oranda görülürken özellikle eroziv osteoartrit ve el osteoartriti 65 yaş üzerinde kadınlarda aynı yaş grubundaki erkeklerden 12 kat daha fazla görülür (41). Gene, kadınlarda çok daha

sık görülen primer jeneralize osteoartrit içinde ele alınan el osteoartritinde, ailesel yatkınlık olabileceği uzun zamandır bilinmektedir (42).

Osteoartrit tanısı, hastanın şikâyeti, klinik muayenesi ve grafi ile konulur. Hasta ilgili eklemlerinde uzun süredir olan ağrıdan bahseder. Bu ağrı lokalize edilebilen, egzersizle artan, ağrı kesici ile azalan bir ağrıdır. İlgili eklemlerin hareket açıklıkları azalmıştır ve hareketle ağrı olabilir. Eklemlerde krepitasyonlar, eklem çevresinde enflamasyona bağlı şişlik, eklem çevresi kaslarında kullanmamaya bağlı atrofiler görülebilir.

Grafilerde primer osteoartritlerde çift taraflı tutulum göze çarpar. Genellikle her iki el birden etkilenir. Genel olarak tutulan eklem aralığı azalmıştır. Subkondral erozyon ve skleroz sahaları, subkondral epifizial kemikte rezorbsiyon kistleri, eklem çevresinde ve kırıkda içinde osteofit adı verilen kemik çıkıntıları görülebilir (Şekil 1.37). Birden fazla kompartmanı bulunan diz gibi eklemlerde, yük taşıma oranı fazla olan kompartmanda bunlar daha belirgindir.

Tedavisinde ağrı kesiciler, fizyoterapi, eklem üzerindeki yükü azaltıcı breys ve cihazlar, eklem oryantasyonunu değiştirerek etkilenen alanlardan yükü başka bölgeye taşımayı sağlayan cerrahi girişimler ve eklem protezleri uygulanabilir.

1.7.1 OSTEOARTİT ve OSTEOPOROZ

Osteoartrit vücut ağırlığı ile yakından ilişkilidir (7,40). Vücut ağırlığı ile ilişkili olan osteoporozun da bu nedenle osteoartrit ile en azından dolaylı olarak ilişkili olması kaçınılmazdır. Birçok çalışmada osteoporoz ile osteoartrit arasında ters bir ilişki olduğu gösterilmiştir. Osteoartrit hastalarında yapılan KMY ölçümleri normal popülasyondan %5 ila %15 yüksektir (43,48). Osteopenik kadınların şiddetli osteoartrit geliştirmedikleri, toplumun %1'inden daha azında osteoartrit ve osteoporozun beraber gözüktüğü gösterilmiştir (44). El osteoartriti ya da primer jeneralize osteoartrit daha çok postmenopozal bayanlarda görülmesi nedeniyle sıklıkla osteoporoz ile birlikte görülen durumlardır. Buna rağmen bu iki durum arasında ilişki saptanamamış; iki durumun da, beraber görülebilen fakat farklı iki ayrı hastalık olarak değerlendirilmesi gerektiği çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (45,46). Görünen odur ki, büyük eklem osteoartriti ile osteoporoz arasında, primer jeneralize osteoartrit ya da el osteoartritinden çok daha güçlü bir ilişki mevcuttur (47). Osteoporoz, büyük eklem osteoartriti için koruyucu bir

faktör değildir. Osteoporozlu hastalarda da, normal popülasyondaki kadar osteoartrit görülebilmektedir. Fakat osteoartritin şiddeti muhtemelen kilo ile alakalı olarak biraz daha düşüktür. Oysa bunun tam tersi bir önerme doğrudur. Osteoartritli hastalarda sistemik osteoporoz görülme oranı anlamlı derecede düşüktür. Bunun da nedeni osteoartriti olan hastaların genellikle kilolu hastalar olmaları ve kilonun osteoporoz için koruyucu faktör olmasıdır (50). Birçok çalışma ile bu fikir desteklenmiştir. Orta yaşta ve osteoartrozu olan kadınlarda kemik mineral yoğunluğu küçük ya da büyük eklem osteoartrozu gözetmeksizin, osteoartrozu olmayan benzer kilodaki kadınlara oranla %3 ila %10 daha fazladır (49). Literatürde aksi sonuçlar gösteren çalışmalara da rastlanmaktadır. Çok geniş bir denek grubuyla yapılan güvenilir bir çalışmada, diz osteoartriti olan hastaların, femur boynundan yapılan KMY ölçümlerinin normalden %5 ila %9 daha yüksek olduğu fakat humerus üst ucu değerlerinin normal popülasyonla aynı olduğu gösterilmiştir (48). Osteoartrit hastalarının humerus üst uç KMY'lerinin normal olmasına karşın, femur boyun KMY'lerinin %10'a varan oranda fazla olması da, gonartroz nedeniyle yük aksı değişen femur boynundaki trabeküler değişikliklere bağlanabilir (Şekil 1.38). Osteoartrit hastalarındaki KMY artışının, mineral yoğunluğundaki artış nedeniyle değil, genel olarak kemik muhteviyatındaki artıştan ileri geldiği de iddia edilmiştir (51).



Şekil 1.38: Normal ve varus deformiteli femur ve trabeküler yapıdaki değişiklikler.

Yapılan bir dizi çalışmada, DEXA da karşılaşılabilecek ölçüm hatalarından kaçınmak için kemik trabeküler yapılarını daha iyi inceleyebilen ve bu tip hatalardan etkilenmeyen dijital makro röntgenlerde “fraktal signature analysing” yöntemi uygulanmış, varus gonartrozu mevcut tüm dizlerde medial kompartman subkondral alanda hem dikey hem de yatay kemik trabeküllerinin arasındaki boşluğun artmış, trabeküllerin incelmış ve belirginleşmiş olduğu görülmüştür (Şekil 1.39). Bu da varus gonartrozu olan hastaların proksimal tibialarının, DEXA da yüksek kemik yoğunluğuna sahip görünmesine rağmen aslında osteoporotik olduğunun bir kanıtıdır (52-55).



Şekil 1.39: Normal ve osteoartritli dizin makro radyografisi. Trabeküler yapıların morfolojisindeki değişiklikler görülebilmektedir.

Osteoartroz hastalarının serumlarında kemik ve kıkırdak yıkım ürünlerinin arttığı bilinmektedir. Bu artışın lokalize yıkımlardan ya da değişmiş kemik metabolizmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Erken evre diz osteoartriti hastalarında, bir oral bifosfanat olan risedronat kullanımının, eklem aralığı mesafesinin daralmasını engellemesi de muhtemelen hastalığın patogenezinde rol alan subkondral kemik yıkımını engellemesindendir (56,57). Bu varsayımı destekleyecek bir başka sonuç da, Terauchi ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışma ile ortaya çıkarılmıştır. Terauchi, dizde varus deformitesinin, proksimal medial tibiadaki çökme olmadan medial eklem aralığının daralmasından da olabileceğini hatırlatıp (Şekil 1.40); bu tip hastalarda KMY'nin yüksek olmasına karşılık proksimal medial tibiada çökme olduğu için varus dize sahip hastalarda, KMY'nin düşük olduğunu göstermiştir (58).



Şekil 1.40: Medial platoda çökmesi olmayan ve olan varustaki diz.

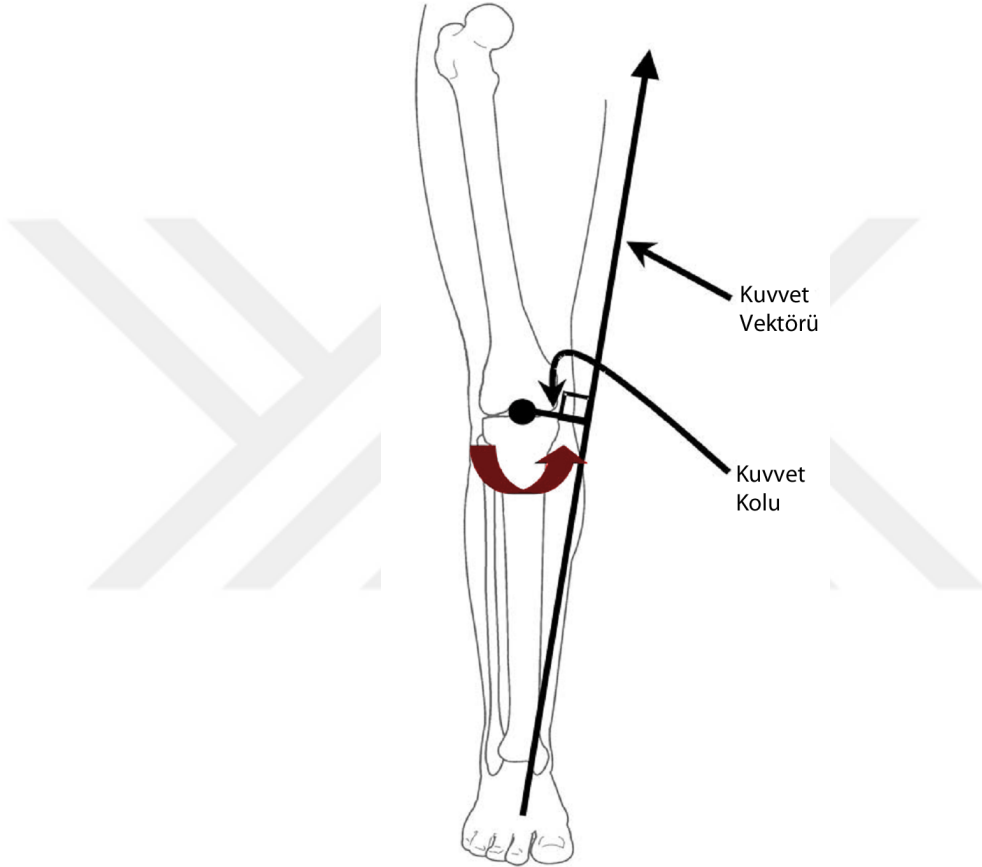
Buna mukabil başka bir çalışmada romatoid artriti olan hastalarda KMY ölçümleri ile diz deformitesinin belirgin derecede bağıntılı olduğu gösterilmiş, RA hastalarında diz deformitelerinden korunmak için kemik stokunun korunması önerilmiştir (59).

1.8 VARUS GONARTROZU VE ÖNEMİ

Diz osteoartriti (Gonartroz), alt ekstremitte osteoartritleri içinde en sık görülenidir. Kalça osteoartritinden yaklaşık 3 kat, ayak bileği osteoartritinden yaklaşık 8 kat daha sık görülür (60,61). Diz eklemi, alt ekstremitte eklemleri içinde en yüksek temas alanına sahip olan eklemdir. 500N yük altında 1120 mm² eklem yüzeyine sahip olan dizi 1100 mm² ile kalça eklemi, 350 mm² ile talokrural eklem izler. Oysaki birim alana aldığı yük ayak bilek ekleminden daha az olmasına rağmen, stabil olmayan yuvarlanma, kayma ve rotasyon hareketlerine de izin verdiği için diz hasar verici kuvvetlere daha sık maruz kalır (62).

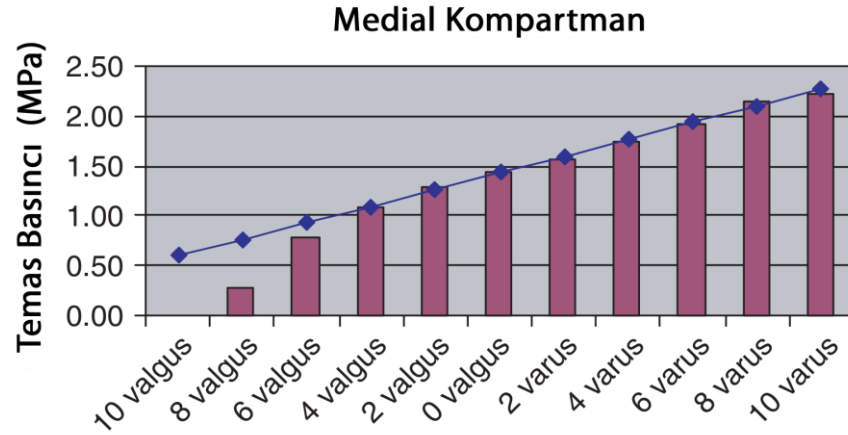
Osteoartritte birçok faktör rol alır. Statik mekanik faktörler, yani ekstremitte dizilim bozuklukları ve vücut ağırlığı bunların içinde en çok dikkat çekendir. Özellikle diz artrozu olan hastalara bakıldığında birçoğunun varus dizilimde alt ekstremiteleri

olduğunu görülür. Bu özel durum varus gonartrozu olarak adlandırılır. Pek azında ise valgus dizilimde alt ekstremiteler vardır ve bu duruma da valgus gonartrozu denir. Diz medial kompartmanındaki basıncın %60 ila %80'inden dizde oluşan adduksiyon momenti sorumludur (63). Yani, aslında normal bir diz bile yürürken ve ayakta dururken sürekli varusa zorlanmaktadır (Şekil 1.41).



Şekil 1.41: Vücut ağırlığına karşı yer temas vektörü bunun yarattığı moment.

Varus diziliminde dizde kuvvet kolu uzayacak ve dizde oluşan adduksiyon momenti artacaktır (Şekil 1.41). Kadavra çalışmalarında, normal dizilimden 3° daha varusta yük bindirilen dizin medial kompartman basıncının %68 oranında arttığı gösterilmiştir (64,65). Başka bir kadavra çalışmasında, dizdeki varus valgus açılanmasına bağlı olarak medial kompartmandaki temas basınçları ölçülmüş ve ilişki net bir şekilde ortaya konulmuştur (Şekil 1.42) (66).



Şekil 1.42: Dizilime göre kompartman basıncı grafiği.

Bu bilgiler ışığında, varus diz ile diz osteoartriti arasında sıkı bir ilişki olduğu söylenebilir. Yaş ve kilodan bağımsız olarak da bu doğrudur. Ayakta durma sırasında dizde varus momenti oluşur. Bu varus momenti yürüme ve koşma ile 10 kata kadar artar. Bu nedenledir ki futbol oynayanlarda bu kuvvetler deforme edici kuvvetlere dönüşmekte ve %73'lere varan oranlarda varus ve muhtemelen bunun predispoze edici etkisi nedeniyle %56'ya varan oranlarda osteoartrit görülmektedir (67).

Genel olarak osteoartrit ile eklem dizilimleri arasındaki ilişki çokça araştırılmıştır. Alt ekstremitede dizilim bozukluklarının ayak bilek, kalça ve diz eklemlerinde artroza neden olabileceği bilinmektedir. Ayak bilek eklemi ya da kalça eklemi dizilim bozukluklarının dizde yük dağılımını etkileyebileceği de gösterilmiştir (9). Fakat bütün bunlara rağmen, dizde varusun, osteoartrit oluşmasına neden olmadığını, bu nedenle risk faktörü sayılamayacağını; sadece, oluşmuş osteoartritin şiddetini gösterdiğini ve ilerlemesini hızlandığını savunan görüşler de mevcuttur (68).

Diz eklemindeki stresi belirleyen diğer bir parametre de vücut ağırlığıdır. Kilolu hastalarda daha sıklıkla gonartroz geliştiği gözlemlenir. Kilonun osteoartritin ilerlemesindeki etkisi en çok orta şiddette dizilim bozukluğu olan dizlerde belirgindir. Osteoartrit; başlangıç aşamasından sonra, eğer dizde bir dizilim bozukluğu mevcut değilse, kilolu hastalarda da normal kilodaki hastalarda da benzer hızlarla ilerlemektedir (69). Gonartrozu olan hastaların 5 kg kilo vermesi şikâyet oranını %50 azaltır (70). Bunları destekleyen bulgular Brouwer ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada da gösterilmiştir. Brouwer, çalışmasında, yüksek kilolu ve aynı zamanda varus dizi olan

hastalarda mevcut osteoartrit şiddetinin arttığını göstermenin yanı sıra bir adım daha ileri gitmiş ve osteoartriti bulunmayan hastalarda da ilerleyen yıllarda osteoartrit geliştiğini göstermiştir (Tablo 1.2) (71).

Kilo	Varus*	Valgus*
Normal	1,24	1,08
Kilolu	2,02	1,42
Obez	5,06	3,25

** Normal topluma göre gonartroz geliştirme riskleri*

Tablo 1.2: Dizilim, kilo ve göreceli gonartroz riski ilişkisi.

Varus dizde, tibia medial epifizindeki çökmenin deformiteye katkısının daha çok olduğu düşünülür. Bu durum tibia vara, Blount hastalığı gibi durumlarda gerçekten belirgindir. Fakat bilinen bir rahatsızlık olmadığı durumlarda gonartrozun neden genellikle varus ile beraber görüldüğü bilinmemektedir. Aralarında sebep sonuç ilişkisi kurulmaya çalışılmıştır; fakat bu tip çalışmaların neredeyse hiçbiri prospektif çalışmalar değildir (64-71). Yapılan kesit çalışmalarında ise bu durumların birlikte görüldüğünden daha ileri bir yorum yapılamamaktadır.

Varus gonartrozunda femoral komponentin de olabileceği ilk olarak Cooke ve arkadaşlarının Kanada’da yaptıkları bir çalışmayla gündeme gelmiştir (72). Çalışmalarında, 167 Kanadalı gonartroz hastası ile 119 sağlıklı bireyin alt ekstremitte dizilimlerini karşılaştırmış, varus gonartrozu olan hastaların çoğunda beklenenin aksine tibia plato geometrisinin normal olduğunu buna karşın femurda normal kondiler valgus açısının azalmış olduğu bulunmuştur. Cooke bu bulgularını daha sonra Suudi Arabistan, Riyad, Kral Faysal Hastanesi’nde çalıştığı dönemde, Suudi toplumunda yaptığı benzer bir diğer çalışma ile desteklemiştir (72). Bulgularına göre, Kalça-Diz-Ayak Bileği (HKA) açısı her iki toplumda da arttıkça. Kondil-Kalça (CH) açısı azalmakta, Kondil-Plato (CP) açısı varus yönünde artmakta -yani eklem aralığı tek kompartmanda daralmakta- Tibial Plato-Ayak Bileği (PA) açısı da azalmaktadır. (Tablo 1.3)

Ölçüm Parametleri	Aritmetik Ortalama			P değeri
	Suudi OA (n = 182)	Kanadalı OA (n = 167)	Sağlıklı Erişkinler (n = 119)	
HKA	-11.5	-3.9	-1.0	< 0.001
CH	-0.3	+ 1.9	+ 4.0	< 0.001
CP	-4.3	-3.5	-1.9	NS
PA	-6.8	-2.3	-3.1	< 0.001

Tablo 1.3: OA hastalarının ve normal bireylerin dizilim ve oryantasyon açıları yönünden karşılaştırılması.

Bu çalışmadan çıkan diğer bir ilginç sonuç ise, tibial platodaki çökmenin yanı sıra, femurdaki deformitenin, medial kondildeki çökmeden ziyade lateral femoral kondilin normalden daha yüksek olmasından kaynaklandığı ve femoral kondiler açının olması gereken fizyolojik valgusu gösteremediğidir. Her iki çalışmadan da, femoral kondiler açının varusa doğru değişmesiyle beraber hastalığın seyri ve şiddetinin arttığı ortaya çıkarılmıştır.

Genel olarak yaşlanmayla beraber, eklem aralığında daralma olduğu ya da semptom olmasa da alt ekstremitte kemiklerindeki eğilmenin arttığı ve varus dizilimine gidiş olduğu bilinmektedir (73). Savunmasız kalınan yaşlılık döneminde, bu gibi ek patolojilerin ortaya çıkması osteoartrozun gelişmesinde önemli rol almaktadır.

Diz OA hastalarında, başlangıçta medial artrozu ön planda olup varus diziliminde dizleri olanların 18 ay içinde, dizde varusu olmayanlara göre yaklaşık 4 kat daha fazla; başlangıçta lateral kompartman artrozu ön planda olup valgus dizleri olanların dizde valgusu olmayanlara göre yaklaşık 5 kat daha fazla kötüleştikleri gösterilmiştir. Üstelik bu kötüleşme deformitenin şiddeti ile ilişkili olarak artmaktadır (Tablo 1.4) (74).

Dizilim	Varus & Medial Kötüleşme
Normal	1
Varus	4.09
Az Varus	2.98

Dizilim	Valgus & Lateral Kötüleşme
Normal	1
Valgus	4.89
Az Valgus	3.42

*Az varus, az valgus tanımları deformitesi 2° den daha az olanlar için kullanılmıştır

** Sayılar tahmini göreceli riski göstermektedir

Tablo 1.4: Dizilim bozukluğu şiddeti ve gonartroz riski arasındaki ilişki.

Başlangıçta evre 3 artrozu olan hastalarda ise varus dizilimi hastalığın ilerleme hızını normal dizilimde dizleri olanlara göre 10 kat artırmaktadır (75). Dizdeki her 1° lik varus açılmasında femoral medial kondilde yıllık fazladan 17,7 µl'lik (76), tibial medial kondilde yıllık fazladan 6 µl kıkırdak kaybı oluşur (77).

Bu dönemde yakalanan hastalara genellikle düzeltici osteotomi ameliyatları yapılmaktadır. Neredeyse her zaman, tibia deformitenin kaynağı olarak düşünülmekte ve yüksel tibial osteotomiler tercih edilmektedir. Benzer gibi gözükken bazı hastalar bu tip ameliyatlardan fayda görmekte bir kısmı ise fayda görmemektedirler. Bu durumlarda, femuru da içine alan çifte osteotomiler ya da sadece femoral osteotomiler düşünülebilir (78,79).

Tek kompartman gonartrozu olan hastaların proksimal tibialarının KMY incelemeleri yapıldığında, varus gonartrozu olan hastalarda medial proksimal tibia KMY değerlerinin lateralden daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum yük alan kemiklerin buna uygun olarak daha çok geliştiğini öngören Wolff yasasıyla açıklanabileceği gibi, trabeküler kemikte çökmesi olan artrozik hastalarda KMY'nin yanlış pozitif bulunmasıyla da açıklanabilir. Gene aynı hastaların normal popülasyonla karşılaştırılmalarında, hastaların lateral proksimal tibia ölçümlerinin normal popülasyondan daha düşük olduğu saptanmıştır. Valgus gonartrozu olan hastalarda ise benzer durum lateral proksimal tibia için geçerli bulunmuştur (80,81). Bu araştırmalarda

her ne kadar yazarların amacı, proksimal tibianın noktasal KMY'lerini yapabildiklerini göstermekse de bu sonuçlar; proksimal tibia trabeküler kemik kalitesinin azalmasıyla beraber, medial ya da lateral kondillerin çökmeye yatkın hale gelebileceğinin bir göstergesi olarak da yorumlanabilir. Bunun aksi olarak, geçmişte, subkondral kemiğin sklerozunun, subkondral kemiğin elastisitesini bozduğu ve bu nedenle yük taşımaya katkısını azalttığı, bu sebeple, üzerindeki kırıkdağın hasarına yol açtığını iddia eden ve destek görmüş araştırmalar olmuştur (82). Fakat bu görüşler aynı yazarların daha sonra yaptığı matematiksel sonlu eleman analizi çalışmalarında kanıtlanamamıştır (83). Yapılan birçok diğer çalışmada da osteoartrit gelişimi sırasında subkondral kemik sklerozunun da olaya eşlik ettiği kanıtlanmıştır. Fakat bu çalışmaların hiçbirinde sebep sonuç ilişkisi kurulamamıştır (84).

Genel olarak diz osteoartrinde kilonun önemi bilinmektedir. Vücut kitle indeksi (VKİ) yüksek olan kişilerde daha yüksek oranda diz artrozu görülmektedir. VKİ aynı zamanda varusun şiddeti ile de ilişkilidir. Varus diz ise osteoartrit gelişiminde önemli bir predispozan faktördür. Yüksek vücut kilosu, varus dizde osteoartroza yol açan mekanik faktörleri, valgus dizlerden çok daha belirgin derecede artırmaktadır. Özellikle kilolu hastalarda bu zinciri kırmak ve kilonun varus dizle beraber katlanarak artan hasar verici etkisini gidermek için yeniden dizilim cerrahilerinin yararı büyüktür (85).

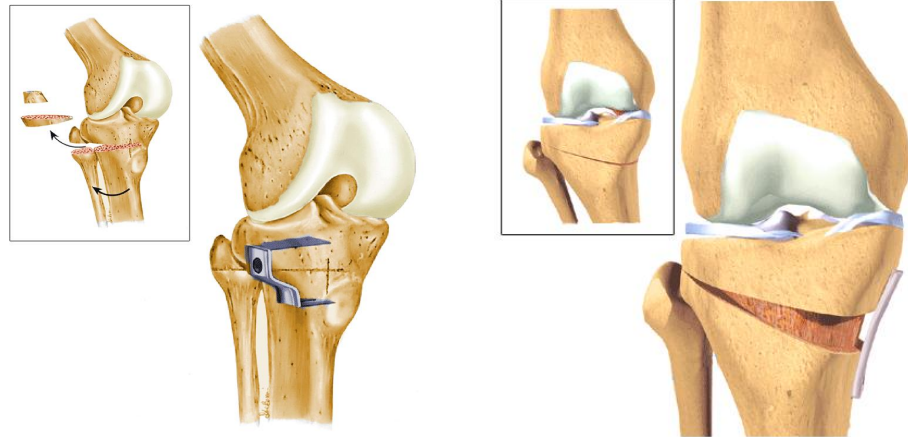
1.8.1 RADYOLOJİK TANI

Her ne kadar ayakta basarken alınan bilateral AP diz röntgenleri aks ölçümünde kullanılabilirse de altın standart her iki ayak basarken çekilen tüm alt ekstremité AP ortoröntgenogramıdır (86,87). Grafilerde bölüm 1.4'te anlatıldığı üzere ölçümler yapılarak tanı konulur.

Radyografide normal diz eklem aralığı kişiye göre değişebilmekle beraber medialde ortalama 4 mm'dir. Lateralde ise medialin 1,5 katına kadar çıkabilir. 3 mm'den daha az değerler daralmış eklem aralığı olarak kabul edilir (88). Yatarak çekilen ortoröntgenogramlarda eklem aralığının daralmış olduğu rahat görülememekle beraber, ayakta çekilenlere göre varus valgus dizilim bozukluklarında 2° kadar normale daha yakın sonuçlar elde edilmektedir (89,90). Benzer şekilde tek ayak üzerinde dururken çekilen ortoröntgenogramlarda, her iki ayak yere basarken çekilenlere göre adduksiyon momentinin artmasına bağlı olarak 2°lik bir fark oluşmaktadır (91).

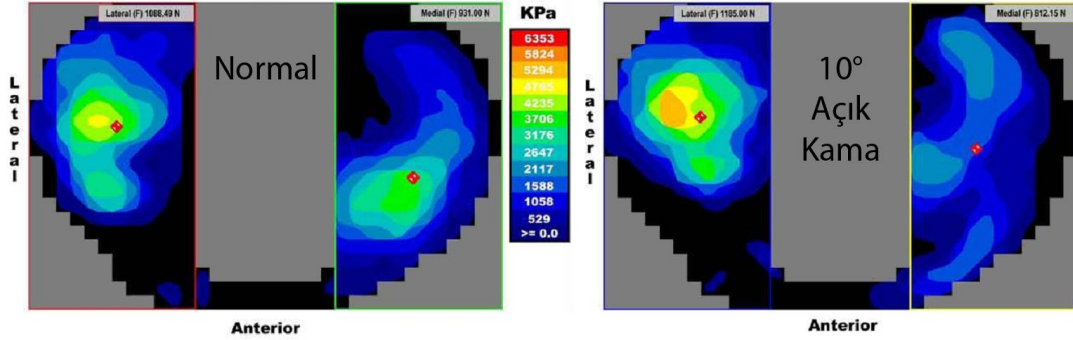
1.8.2 TEDAVİ

Varus gonartrozu tedavisinde amaç hastanın bu dizilim bozukluğuna bağlı yaşadığı veya yaşayacağı sorunları en aza indirmektir. Hastanın ağrısını en az seviyeye indirecek yaşamsal düzenlemeler, ağrı kesiciler, diz çevresi yük dağılımını değiştirecek kas egzersizleri tedavinin bir parçasıdır. Dizin medial kompartmanına binen yükü laterale doğru taşımak ve varusun lateral kısım bağlarına yaptığı gerginlik etkisini azaltmak için dizi valgusa zorlayan breysler kullanılabilir (92). Dizdeki varus etkisini daha distalden telafi etmek için lateral kamalı tabanlıklar etkili olabilir. Lateral kamalı tabanlıklar ayağı pronasyona alarak teorik olarak dizdeki adduksiyon momentini azaltmakta buna bağlı olarak hastanın semptomları rahatlamaktadır (93). Yüksek tibial osteotomi (YTO), varus gonartrozu olan genç hastalarda iyi bir tedavi seçeneğidir. YTO açık ya da kapalı kama osteotomisi şeklinde uygulanabilir (Şekil 1.43). İlk kez, Debeyre ve Artigou 1951’de açık kama osteotomisini tarif etmiş ve 1972’de uzun dönem sonuçlarını açıklamışlardır (94). Jackson ve Waugh ise ilk kez 1958’de tuberositas tibianın distalinden yapılan kapalı kama osteotomisini tarif etmişlerdir. Daha sonra Coventry bu tekniği modifiye etmiş ve tuberositas tibianın proksimalinden yapılan kapalı kama osteotomisini yayınlamış ve bu yaklaşıma popülerlik kazandırmıştır (95). Bu tip kapalı kama osteotomisinin mantığı yıllar içinde aynı kalsa da kullanılan implantlar ve ameliyat sonrası bakım prosedürleri çok kez modifiye edilmiştir. Bundan on sene sonra Heringou ve arkadaşları açık kama osteotomisini uygulamaya başlamış ve 1987 yılında 13 senelik takiplerini yayınlamışlardır (96). 2000 yılında Fowler ve arkadaşları Puddu’nun tekniğini modifiye ederek günümüzde tercih edilen yöntemi tariflemişlerdir (96).



Şekil 1.43: Proksimal tibial kapalı ve açık kama valgus osteotomisi.

Açık ya da kapalı kama olsun, dize valgus efekti verildikten sonra medial tibial kondilin maruz kaldığı kuvvetler belirgin derecede azalarak semptomların gerilemesine ve artroz gelişiminin yavaşlamasına neden olur (Şekil 1.44) (97,98).



Şekil 1.44: YTO prosedüründen sonra tibial platoda yük dağılımının değişimi.

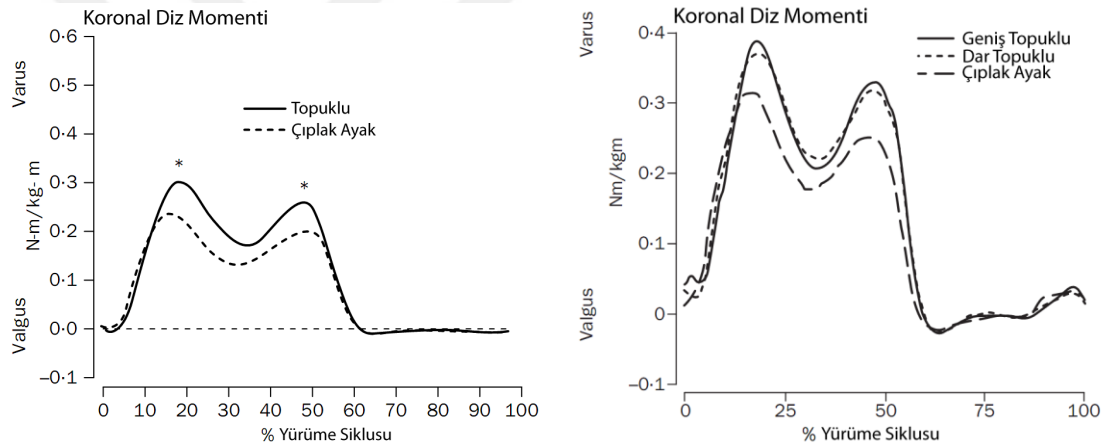
Her iki yöntem de sadece medial kompartman tutulumu olan, 20°den az varusu olan, patellofemoral artroz bulguları ön planda olmayan, en az 90° fleksiyon açıklığı bulunan, 15°den daha fazla fleksiyon kontraktürü bulunmayan, romatoid artriti olmayan, diz çevresi ligaman laksitesi aşırı olmayan, lateral menisküsü sağlam, 60 yaş altı hastalara uygulanabilir (99). Yüksek tibial osteotomi sonrasında yürüme paterni düzelir, diz adduksiyon momenti düşer. Bu da hastaların diz ağrısı başta olmak üzere klinik şikâyetlerinde kısa ve orta dönemde azalmaya neden olur (100). YTO yapılan hastaların birçoğu 8 ila 10 sene içinde total diz protezi adayı haline gelirler. YTO yapılmış hastalarda TDP başarı oranı, yapılmamış olanlarla benzerdir. Bu yüzden genç hastalarda TDP ye gidiş süresini uzatmak ve kısa dönemde şikâyetlerde azalma sağlamak için YTO iyi bir tedavi seçeneğidir (101,102).

1.8.3 VARUS GONARTROZUNDA AYAKKABI VE TABANLIKLAR

Diz osteoartritinin kadınlarda erkeklerden daha fazla görülüyor olması, beraberinde cinsiyete bağlı bazı alışkanlıkların bunda etkisi olup olmadığının merak konusu olmasına yol açmıştır. Bunlardan biri de ayakkabı kullanımındır.

Normalde, vücut ağırlık merkezi ayakta durma ve yürüme sırasında orta hattadır ve dizin medialinde kalır. Bundan dolayı oluşan moment dizi varusa zorlar. Yüksek topuklu ile yürüme sırasında, yürüme şekli gereği ayak bileği normal eversiyonunu

yapmadığı için, bunun dizi varusa zorlayan momenti azaltıcı etkisi de kaybolur ve nihayetinde dizde daha yüksek bir varus momenti oluşur. Kerrigan ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada yüksek topuklu ayakkabı giyen bayanlarda dizdeki varus momentinin %23, kalçadaki abduksiyon momentinin %11 arttığı bulunmuştur (Şekil 1.45) (103). Aynı konulu çalışma Esenyel ve arkadaşları tarafından da yapılmış ve aynı sonuçlara ulaşılmıştır (104). Kerrigan ve ekibi, daha sonra benzer bir çalışma ile geniş ve dar topuklu ayakkabı giyen bayanları araştırmış, bu tip ayakkabıların kullanımında da aksiyel planda dizde oluşan varus momentinin %22 ila %26 oranında arttığını göstermiştir (Şekil 1.45) (105). Benzer çalışmalar erkekler tarafından sıklıkla giyilen modeller üzerinde yapılmışsa da, ne sagittal, ne koronal ne de transvers düzlemde dize etki eden kuvvetlerde bir farklılık yarattıkları saptanamamıştır (106).



Şekil 1.45: Ayakkabı ve diz adduksiyon momenti ilişkisi.

Diğer bir çalışmada, kadın ağırlıklı bir denek topluluğu hem çıplak ayak hem de her gün giydikleri ayakkabılarla aynı hızda yürütülmüş, ayakkabı ile yürüdükleri zaman kalça ve dize yansıyan moment kuvvetinin daha fazla olduğu bulunmuştur (107).

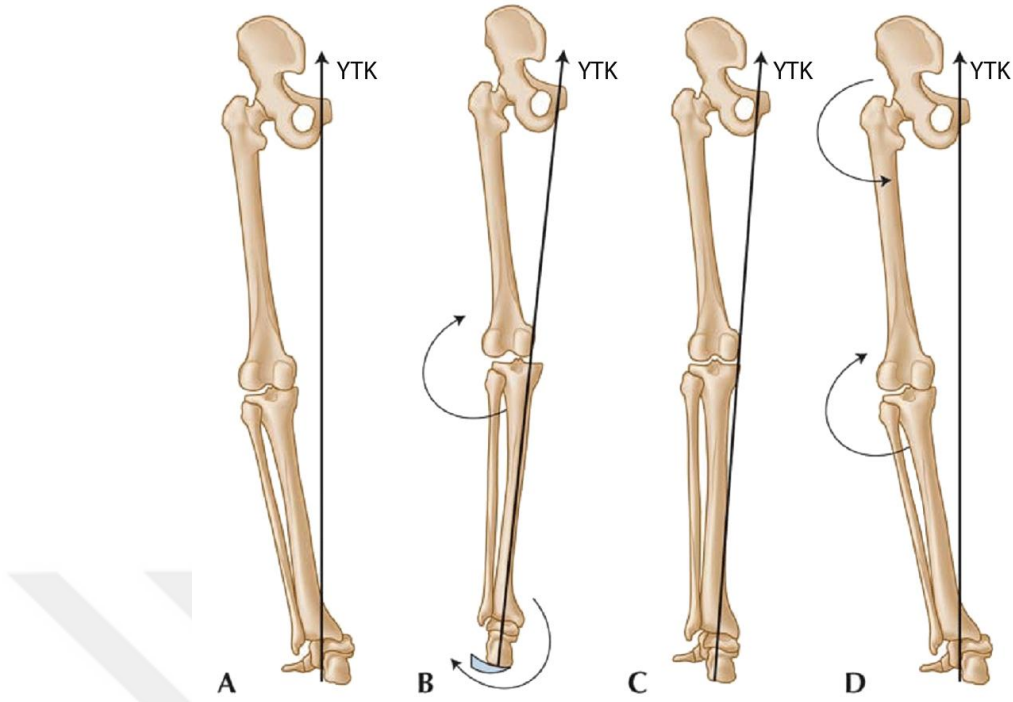
	Ayakkabıyla	Çıplak Ayak	Değişim %
DİZ			
Adduksiyon	2.94	2.59	-11,9
Ekstansiyon	3.51	3.85	-7,4
Fleksiyon	1.83	1.77	-3,3
KALÇA			
Adduksiyon	4,00	3,83	-4,3
İnternal Rotasyon	0,63	0,56	-11,1
Eksternal Rotasyon	0,59	0,53	-10,2

*İlgili eklemdaki moment kuvvetlerinin karşılaştırılması

Tablo 1.5: Ayakkabının alt ekstremitte moment kuvvetlerine etkisi.

Bu çalışmalar üzerine, çıplak ayakla yürümenin daha anatomik olduğu kabul edilmiş; çıplak ayağı taklit eden ayakkabılar ile piyasada satılan sıradan ayakkabılar karşılaştırılarak daha fizyolojik ayakkabılar için öneriler getirilmiştir (108). Bu sonuçlar, osteoartrit gelişiminde ayakkabı seçiminin önemini göstermesinin yanında kinematik zincir davranışı gösteren alt ekstremitde, zincire bağlı parçalardan birine müdahale edildiğinde sistemin tümünün etkileneceğini de kanıtlaması bakımından önemlidir.

Varus gonartrozunda, lateralden kamalı tabanlıkların kullanımının etkileri ilk kez Sasaki ve Yasuda tarafından 1987 yılında bildirilmiştir (109,110). Daha sonra bu konu üzerine çokça çalışma yapılmış hem statik hem de dinamik olarak lateral kamalı ayakkabıların ya da tabanlıkların varus dizlerde, adduksiyon momentini düşürdüğü çok kez gösterilmiştir (Şekil 1.46) (111-114). Yürüme sırasında ayağı dışarı doğru döndürerek yürümede (toe-out) dizdeki varus momentini azaltarak OA ilerlemesini yavaşlatmaktadır (115). OA olmayan hastalarda ise bu tip yürümeye zorlama diz medial bağlarında laksitiseye neden olmaktadır (Şekil 1.46) (116,117).



Şekil 1.46: Lateral tabanlık (B), YTO (C) ve kalça abduktör kas güçlendirmesinin (D) diz adduksiyon momenti üzerine etkisi.

Benzer çalışmalar valgus gonartrozunda medial kamalı tabanlıklarla da yapılmış ve hastaların bundan faydalandıkları gösterilmiştir (118,119). Tüm bunların aksi, varus gonartrozunda lateral kamanın işe yaramadığını gösteren çalışmalar varsa da sayısı pek azdır (120,121). 2009 yılında yayınlanan bir gözden geçirme makalesinde halen uygun ayakkabı ve kamalı tabanlıkların tedavi seçenekleri arasında sayılmaktadır (122).

1.9 KALÇA VE AYAK BİLEK ARTROZU

1.9.1 KOKSARTROZ

Kalça AP radyografisinde normal eklem aralığı, superior ve superomedialde ortalama 4 mm, femur başının gözyaşı figürüne uzaklığı ise 8-9 mm'dir. Üç mm'den aşağısı patolojik kabul edilir ve kalça eklemine artrozu (koksartroz) için tipiktir (88).

Koksartroz, çoğunlukla sekonder sebeplere bağlı olarak oluşur. Primer olarak adlandırılan koksartrozların birçoğunun temelinde tespit edilemeyen doğumsal anomalilerin yattığına inanılır. Doğumsal ya da edinilmiş deformiteler kalça eklemine anormal yük dağılımlarına, kondrosit hasarına ve süregelen bir dejenerasyona neden olur.

Sığır kıkırdağına yapılan deneylerde 17,5 MPa basınçta kondrosit ölümü gözlenmiştir. Buna yakın basınçlar günlük hareketler sırasında normal insan kalçasında da oluşabilmektedir (66). Koksartroz gelişiminin, kalça eklemine binen kümülatif stresin büyüklüğüyle ilgili olduğu, subluksasyonu olmayan kalça displazili hastalarda yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur (123). Günlük hayatta kalça eklemine binen stresin birçoğu yavaşça yürüme hareketi esnasında alınır (124). Bu stresin oluşmasında vücut ağırlığı ve bu ağırlığı dengelemek için oluşan ayak basan taraftaki abduktör kasların çekme gücü etkilidir. Bu yüzdendir ki aynı noktaya binen yükün yıkıcı etkisi birikerek, yıllar içinde kondropatiye ve akabinde koksartroza neden olur.

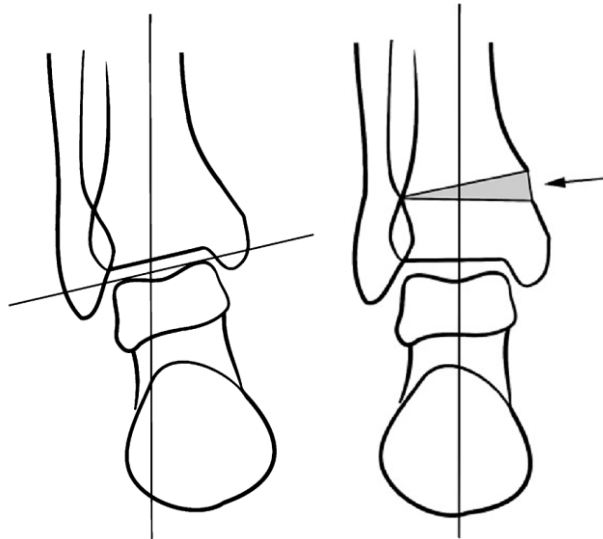
1.9.2 AYAK BİLEĞİ ARTROZU

Ayak bileğinin primer artrozu nadirdir. Ayak bileği artrozunun yaklaşık %75'i travma sonrası gelişir (125). Bu travmaların çoğu malleoler kırıklardır. Her ne kadar malleoler kırıklar asıl eklem yüzünü içeren kırıklar olmasa da, ayak bileği ekleminde talar kaymaya neden olarak, eklem mükemmel uyumunu bozar ve kronik dönemde artroza neden olur. Tibiotalar eklemde çok mükemmel bir uyum vardır. Öyle ki talustaki 1 mm'lik lateral kayma eklem temas alanını %42 azaltmaktadır (126). Travmayla beraber sıklıkla osteokondral hasar oluşan bir bölüm de talar eklem yüzüdür. Tekrarlayıcı ve uzun süre devam eden hareketler de talus eklem yüzünde osteoartritik değişikliklere daha çok yol açar. Bu tip değişikliklerin daha çok talusta olmasının muhtemel nedeni de talar eklem kıkırdağının, tibial eklem kıkırdağından daha ince ve yumuşak olmasıdır (127). Ayak bilek eklemi yüzey alanı kalça ve diz eklemlerinden çok daha düşük ve kıkırdak kalınlığı daha az olmasına rağmen, eklem uyumu çok iyidir ve muhtemelen bu nedenle artroz çok daha az sıklıkla görülür. Koksartrozda olduğu gibi, hayat tarzına bağlı tekrarlayan zorlama ve mikro travmaların ayak bilek artrozuna da neden olabileceği bildirilmiştir. Ayak bileğindeki varus artrozu nedeniyle, supramalleoler osteotomileri sıklıkla yapan Tanaka ve ark. Japonlarda bağdaş kurma alışkanlığı nedeniyle ayak bileği varus artrozunun daha sık olduğunu iddia etmişlerdir (128).

1.9.3 AYAK BİLEK ARTROZUNDA YENİDEN DİZİLİM CERRAHİLERİ

Tibial deformitelerin, diz kadar ayak bileği eklemine binen yükleri de değiştirdiği kadavra çalışmalarında gösterilmiştir (129). Osteoartritik değişikliklerin eklemlere binen anormal yüklerden kaynaklanabileceği, ya da en azından mevcut problemlerin yük dağılımı değiştiğinde artabileceği bilindiğine göre, mantıken tibia deformitelerinin ayak bilek artrozuna yol açabileceği söylenebilir. Keza, alt ekstremitte varus diziliminin ayak bilek artrozuna yol açabileceğini kanıtlayan çalışmalar mevcuttur (130). Bu varsayım, kırıldıktan sonra varus dizilim bozukluğu ile kaynaklanan tibia kırıklarında, ayak bilek ve diz artrozunun daha sık geliştiğinin gösterilmesiyle dolaylı olarak da ispatlanmıştır. Üstelik aynı çalışmada kırığın ve buna bağlı olarak deformitenin tibianın proksimalinde ya da distalinde olmasının sonuçları değiştirmede de bildirilmiştir (131).

Tibiada oluşan varus deformitesi normalde ayak bileğinin pronasyona alınmasıyla telafi edilir. Ayak bileğinin pronasyon kapasitesi ise kişiden kişiye çok fazla değişiklik gösterir. Eğer bu telafi mekanizması kişide normalden azsa, tibia varusunun ayak bileği tarafından telafi edilmesi de az olacak ve kişide semptomlar ortaya çıkacaktır (132). Ayak bilek artrozunda, supramalleoler osteotomiler (Şekil 1.47) eklem ilişkisini normale yaklaştırmak için kullanılabilir ve başarılı sonuçları mevcuttur (133-135).



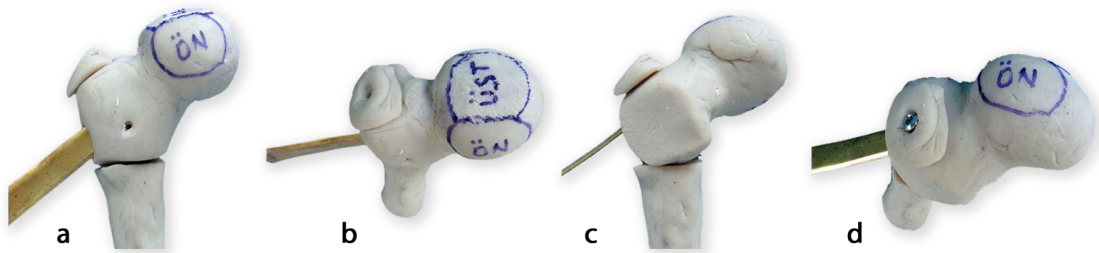
Şekil 1.47: Ayak bilek varusunda supramalleoler açık kama osteotomisi.

1.9.4 KALÇA ARTROZUNDA YENİDEN DİZİLİM CERRAHİLERİ

Kalça artrozunda total eklem protezleri kabul görmüş ve etkili bir tedavi yöntemi olsa da 50 yaş altında yapılan protezlerin ömür boyu dayanıklılığı mümkün değildir. Bu yüzden koksartrozu olan genç hastaların tedavisinde eklem yeniden dizilim cerrahileri uygulanabilirliğini korumaktadır.

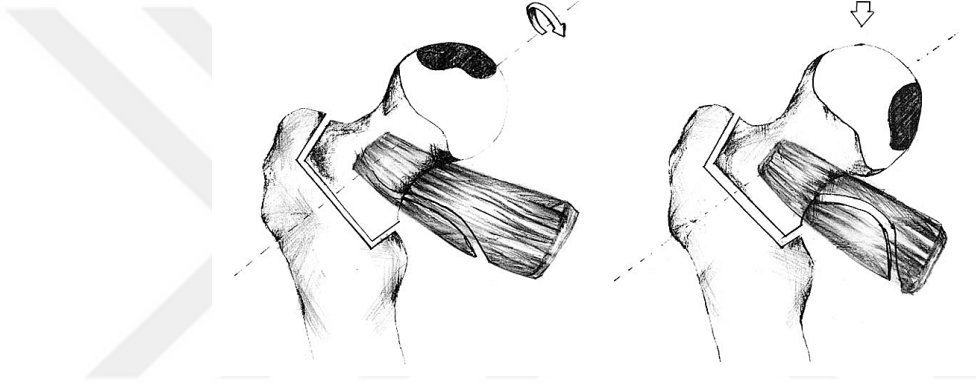
Proksimal femoral osteotomiler ilk defa 1827’de Barton tarafından tanımlanmıştır (136). Sonraki yıllarda Lorenz (1925), Haas (1927) Graves (1933) proksimal femoral osteotominin kalça osteoartritinde kullanılabileceğini söylemişlerdir (136). Pauwels (1950) varus ve valgus osteotomisini tanımlamıştır (136).

Osteotomi ameliyatlarında; kalça biyomekaniği, yük taşıma profili, eklem uyumu ve femur başı örtümü iyileştirilir. Koksa valga hastalarında femur başının medial merkezi bölgesi daha fazla yük taşımaktadır. Koksa vara hastalarında ise femur başının daha lateral ve superioru yük taşıyan bölge haline gelmiştir. Proksimal femoral osteotomiler ile yük taşıyan bu yüzeyler kaydırılmış olur. Bu tip osteotomiler başlangıç evresinde osteoartriti olan hastalara uygulanır. Radyolojik olarak geri dönüşümsüz artrozu mevcut hastalarda sonuçlar iyi değildir. Varus ve valgus osteotomisi dışında, kalça osteoartritinde, rotasyonel femoral osteotomilerinin de kullanılabileceği gösterilmiştir (Şekil 1.48, 1.49). Bu tip osteotomiler femur başında yük taşıyan alanın yönünü değiştirip artroz gelişimini geciktirir.



Şekil 1.48: Sokolovsky osteotomisi. Öncesi görünüm (a,b) , Osteotomi ve derotasyon sonrası görünüm (c,d).

Transtrokanterik rotasyonel osteotomiyi kalça osteoartritte femur temas yüzeyini değiştirmek için kullananlardan biri de Sugioka'dır. Sugioka, iyi bilinen makalesinde, 2 ila 9 yıl takip ettiği primer ve travmatik osteoartrit de dâhil koksartroz hastalarında iyi sonuçlar aldığını bildirmiş; tarif ettiği osteotominin, asetabuler örtümü yeterli ve asetabuler kıkırdakta belirgin hasarı olmayan lokalize femoral kıkırdak hasarlı hastalarda işe yaradığını söylemiştir (137). Daha sonra birçok modifiye femoral rotasyonel osteotomi yöntemi tarif edilmiştir. Günümüzde, çoğunlukla, lokalize femoral defektleri olan genç erişkin ve çocuklara uygulanan bu yöntemlerle iyi sonuçlar alınması mümkündür (138, 139).



Şekil 1.49: Modifiye transtrokanterik derotasyon osteotomisi.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

2.1 HASTA SEÇİMİ

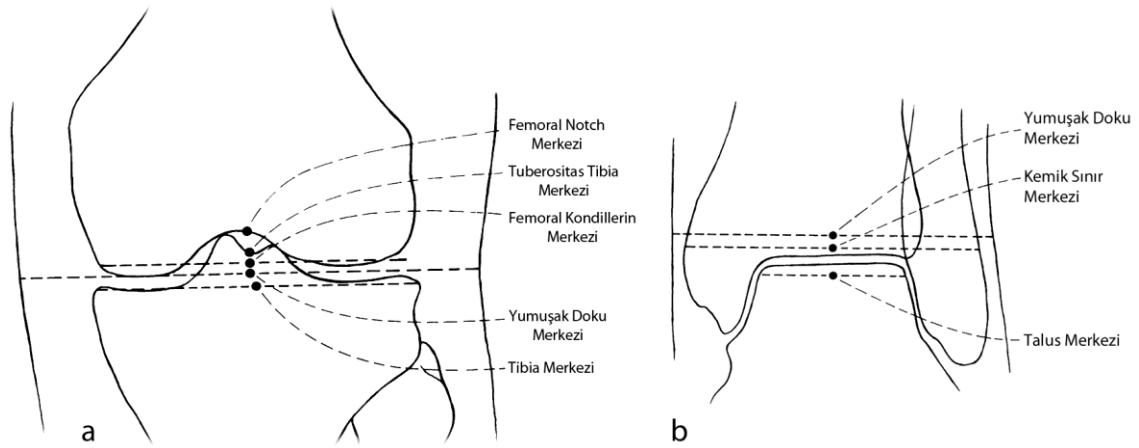
Kliniğimizde, varus gonartrozu için diz protezi ve yüksek tibial osteotomi (YTO) ameliyatı sıklıkla yapılmaktadır. Diz protezi planlanan hastaların pek azına alt ekstremitte ortoröntgenogramı istenirken, YTO ameliyatı planlanan hastaların hepsine, endikasyon verilme aşamasında bu tetkik istenmektedir.

Arşiv taramasında, ortoröntgenogramı mevcut varus dizli hastaların bulunmasında kolaylık olması açısından, çalışma için, Ocak 2005 - Ocak 2010 tarihleri arasında, Sağlık Bakanlığı Baltalimanı Metin Sabancı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 1. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde YTO ameliyatı olan 221 hasta seçildi. Yatarak çekilmiş, rotasyonda çekilmiş, ayak bileği ya da kalça eklemi görüntü içinde olmayan veya bunlar gibi ölçüme uygun olmayan ortoröntgenogramlar ve varus diz dışında, kısalık farkı gibi kompleks deformiteleri olduğu görülen toplam 57 hasta çalışma dışı bırakıldı. Çalışmaya 164 hastanın, 315 alt ekstremitesi dâhil edildi. Hastaların yaş ortalaması 58 (27-80) olarak hesaplandı.

2.2 ÖLÇÜM PARAMETRELERİ

Tüm ortoröntgenogramlarda, femur başı, diz, ayak bileği orta noktaları tespit edildi. Diz eklemi orta noktası olarak femur ölçümleri için femur interkondiler çentik orta noktası, tibia için, tibia eminensialarının orta noktası alındı. Diz ekleminde orta nokta olarak kabul edilebilecek noktalar birbirine çok yakın olduğu için bunda bir sakınca görülmedi (Şekil 2.1). Femur başı merkezi - diz eklemi merkezi arası doğru çizilerek femur mekanik aksı tespit edildi. Femur shaftı orta noktaları tespit edilerek femur anatomik aksı çizildi. Eğer femurda belirgin bir eğrilik mevcutsa femur anatomik aksı proksimal ve distal yarı için ayrı ayrı çizildi. Daha sonra, diz eklemi merkezi - ayak bileği merkezi arası doğru çizilerek tibia mekanik aksı tespit edildi. Bu iki doğru arasındaki açı mekanik tibiofemoral açı mTFA olarak, femur anatomik aksı ile tibia mekanik aksı arasındaki açı ise tibia mekanik aksı anatomik aks ile paralel olduğu için (8) aTFA olarak kabul edildi. mTFA ve aTFA değerleri, valgus yönündeyse pozitif (+) ,

varus yönündeyse negatif (-) olarak alındı. Femoral ve tibial kondillere teğet çizildi. Femoral kondiler teğet ile femoral anatomik aksı arasındaki açının lateralde kalan bütünleyeni ölçülerek aLDFA, femur mekanik aksı ile interkondiler teğet arasında kalan açının bütünleyeni ölçülerek mLDFA bulundu. Femur anatomik aksı ile femur boyun orta noktası ve femur başı orta noktasını birleştiren doğrunun altında kalan bütünleyeni ölçülerek MNSA; distal tibial eklem yüzü oryantasyon çizgisi ile yer düzlemi arasındaki açı ölçülerek LDT-YDA elde edildi. LDT-YDA varus yönündeyse negatif (-) olarak alındı. Tibia anatomik (mekanik) aksı ile tibial kondiler teğet arasında kalan açının medialdeki bütünleyeni ölçülerek MPTA, tibia anatomik aksı ile distal tibial eklem yüzü oryantasyon çizgisi arasında kalan açının lateraldeki bütünleyeni ölçülerek LDFA bulundu.



Şekil 2.1: Diz (a) ve ayak bileğinde (b) merkez noktalar.

2.3 RADYOLOJİK İNCELEME

Bir kısım dijital ortamda çekilen ortoröntgenogramda, bazı açı ve uzunluk değerleri çeken merkezin radyoloğu tarafından bilgisayar ortamında yapılmıştı. Dijital ortamda çekilerek bilgisayar ile yapılan ölçümlerin, geleneksel tam boy ortoröntgenogramlarda el ile yapılan ölçümlerden farkı olmadığını gösteren çalışmalar mevcut olduğu için (140, 141) tekrar ölçüm yapılmadı. Ölçümde kullanılan noktalar kontrol edilerek doğru ise ölçümler de doğru olarak kabul edildi.

2.4 KEMİK MİNERAL YOĞUNLUĞU ÖLÇÜMLERİ

Hastalar telefonla aranarak KMY ölçümleri için hastaneye davet edildi. Telefonla ulaşılabilen 132 hastadan 53'ü çalışmaya dâhil olmayı kabul etti. KMY DEXA ölçümleri, Stratos marka, (DMS Group, Fransa) DXA cihazı ile yapıldı. Standart sağ kalça ve vertebral ölçüm bölgeleri kullanıldı. Hastaların KMY ölçümlerindeki toplam vertebra ve toplam kalça Z ve T değerleri kaydedildi. Osteopenik ve osteoporotik olduğu tespit edilen hastalara uygun tedaviler başlandı.

2.5 İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışma sonucunda elde edilen veriler IBM PASW® Statistics 18.0 (SPSS Inc. IBM, Illinois, Amerika Birleşik Devletleri) yazılımı kullanılarak analiz edildi. Toplanan verilerin normal dağılıma uyup uymadıklarının kontrolü için histogram eğrileri ve QQ-Plot grafikleri çizildi. Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testleri yapıldı. Normal dağılıma uyan veriler arasında Pearson, uymayan veriler arasında Spearman korelasyon testleri yapıldı. Uygun görülen veriler arasında kısmi korelasyon testleri uygulandı. Veriler belirli özelliklere göre gruplara ayrıldıktan sonra gruplar arasında fark olup olmadığı Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testleri ile araştırıldı. Ortaya çıkarılan ilişkilerin irdelenmesi için regresyon testleri yapılarak matematiksel bağıntılar ortaya konuldu.

3. BULGULAR

3.1 KEMİK MİNERAL YOĞUNLUĞU BULGULARI

KMY ölçümleri yapılan 53 hastadan 12'sinde -2,5 altında T değerleri, 25'inde -1 ila -2,5 arasında T değerleri saptandı. Hastalara uygun osteoporoz ve osteopeni tedavileri başlandı. On altı hastanın KMY değerleri normal sınırlardaydı.

3.2 İSTATİSTİKSEL BULGULAR

Toplam 164 hastanın 315 alt ekstremitésinin ölçümüne göre ortalamalar şu şekilde hesaplandı: mTFA -8°, aTFA -1,8°, MNSA 124,7°, aLDFA 83,7°, mL DFA 90°, MPTA 85,4°, LDT-YDA -4,5°, LD TA 88,1° (Tablo 3.1).

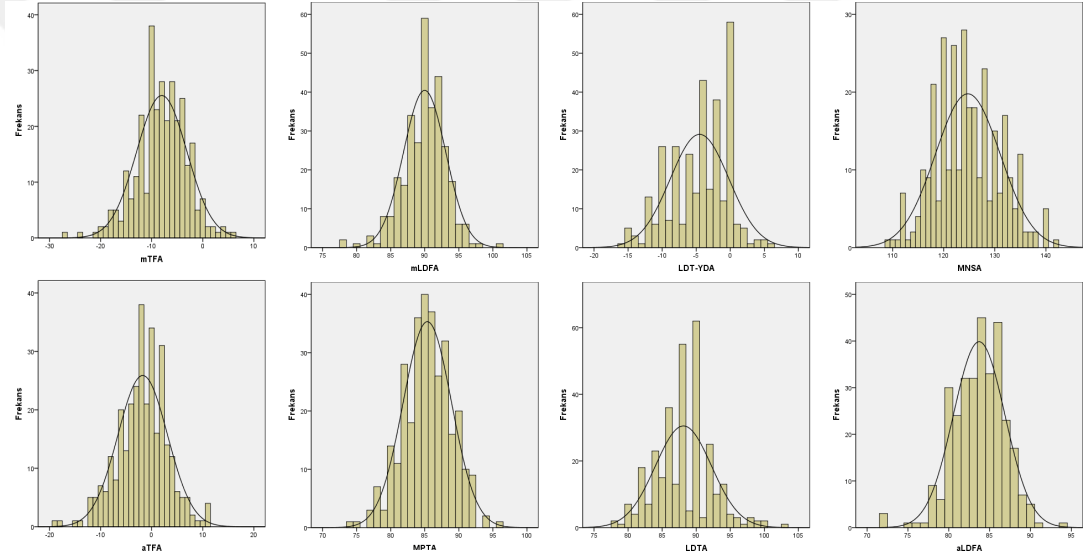
	mTFA	aTFA	MNSA	aLDFA	mL DFA	MPTA	LDT-YDA	LD TA
Ortalama	-8,02	-1,76	124,71	83,71	89,98	85,38	-4,50	88,13
Ortanca	-8,00	-2,00	124,00	84,00	90,00	85,00	-4,00	88,00
Std. Sapma	4,925	4,855	6,352	3,153	3,106	3,558	4,313	4,118
Varyans	24,251	23,574	40,345	9,940	9,649	12,656	18,601	16,958
En Az	-27	-19	109	72	78	74	-16	78
En Çok	6	11	142	94	101	96	6	103

Tablo 3.1: Değişkenlerin dağılımı.

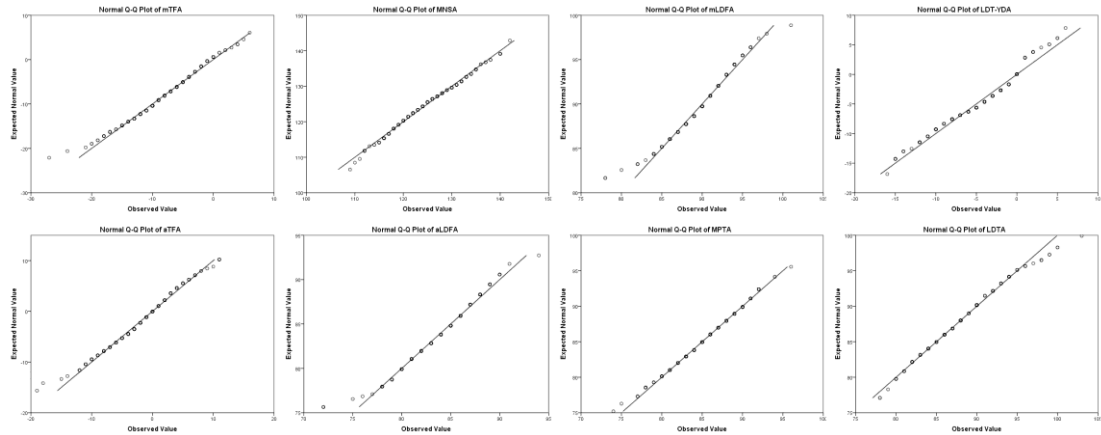
Değişkenlerin normal dağılıma uyup uymadığının tayini için Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testleri uygulandı. (Tablo 3.2). Her iki test de, verilerin normal dağılıma uymadığını söylese de, çizilen histogram ve QQ-Plot'lar normal dağılıma yakın olarak yorumlandı (Şekil 3.1, 3.2) ve verilerin değerlendirilmesinde parametrik testlerin de uygun olabileceği düşünüldü.

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	Sig.(p)	İstatistik	df	Sig.(p)
mTFA	,090	315	,000	,987	315	,008
aTFA	,083	315	,000	,986	315	,005
MNSA	,065	315	,002	,990	315	,028
aLDFA	,096	315	,000	,974	315	,000
mLDFA	,128	315	,000	,971	315	,000
MPTA	,076	315	,000	,990	315	,029
LDT-YDA	,127	315	,000	,959	315	,000
LDTA	,112	315	,000	,981	315	,000

Tablo 3.2: Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testi sonuçları.



Şekil 3.1: Verilerin histogramları.



Şekil 3.2: Verilerin Q-Q Plot grafikleri.

Gruplar mTFA açısına göre >-5 , $-5 \leq -10$ ve ≤ -10 olarak üçe ayrıldı. Bu gruplar içindeki diğer açılarının ortalamaları hesaplandığında MNSA, aLDFA, mL DFA, MPTA, LDT-YDA ve LD TA değerleri ortalamaları arasında farklar olduğu görüldü (Tablo 3.3).

Grup		mTFA	aTFA	MNSA	aLDFA	mL DFA	MPTA	LDT-YDA	LD TA
<-10	Ortalama	-12,93	-6,25	123,80	84,74	91,08	83,28	-6,78	87,27
	N	118	118	118	118	118	118	118	118
-5,-10	Ortalama	-7,03	-,92	124,43	83,60	90,06	85,92	-3,65	88,02
	N	121	121	121	121	121	121	121	121
>-5	Ortalama	-1,97	3,88	126,59	82,29	88,14	87,78	-2,30	89,63
	N	76	76	76	76	76	76	76	76
Toplam	Ortalama	-8,02	-1,76	124,71	83,71	89,98	85,38	-4,50	88,13
	N	315	315	315	315	315	315	315	315

Tablo 3.3: Gruplar arasındaki ortalama farklılıkları.

Gözlenen bu farkın anlamlı olup olmadığını test etmek için, grup içi dağılımların normal olmaması ve gruplar arası varyansların homojen olmaması nedeniyle nonparametrik bir test olan Kruskal-Wallis testi uygulandı ve fark tüm değişkenler için anlamlı bulundu (Tablo 3.4).

	mTFA	aTFA	MNSA	aLDFA	mL DFA	MPTA	LDT-YDA	LD TA
Ki-Kare	276,770	234,521	8,892	25,680	39,775	77,694	52,946	15,568
df	2	2	2	2	2	2	2	2
Sig.(p)	,000	,000	,012	,000	,000	,000	,000	,000

Tablo 3.4: Gruplar arası farkın Kruskal-Wallis analizi ile test edilmesi.

Bunun üzerine, her grubun ikili olarak diğeriyle arasında fark olup olmadığını test etmek için daha hassas bir test olan, Mann-Whitney U testi uygulandı. $-5 \leq -10$ ve ≤ -10 grupları arasında MNSA ve LD TA değerleri arasında anlamlı fark bulunamazken, aLDFA, mL DFA, LDT-YDA değerleri arasında $p < 0,05$ mertebesinde anlamlı farklılık bulundu. >-5 , $-5 \leq -10$ grupları arası ve >-5 , ≤ -10 grupları arasında tüm değerlerde $p < 0,05$ mertebesinde anlamlı farklılık bulundu (Tablo 3.5-3.7).

	mTFA	aTFA	MNSA	aLDFA	mLDFA	MPTA	LDT-YDA	LDTA
Mann-Whitney U	,000	1051	6725	5737	5768	3927	4107	6511
Wilcoxon W	7021	8072	13746	12997	13028	10948	11128	13532
Z	-13,403	-11,408	-,670	-2,543	-2,490	-5,968	-5,635	-1,080
Sig.(p)	,000	,000	,503	,011	,013	,000	,000	,280

Tablo 3.5: $-5 \leq -10$ ve ≤ -10 grupları arasında Mann-Whitney U testi.

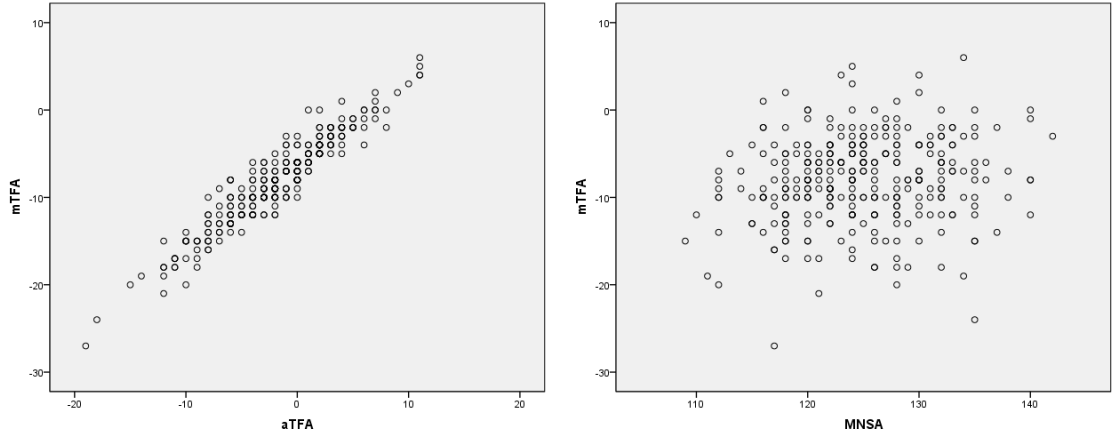
	mTFA	aTFA	MNSA	aLDFA	mLDFA	MPTA	LDT-YDA	LDTA
Mann-Whitney U	10,	547	3614	3488	2952	3030	3791	3444
Wilcoxon W	7270	7807	10874	6491	5955	10290	11051	10704
Z	-11,883	-10,502	-2,581	-2,915	-4,300	-4,090	-2,142	-3,039
Sig.(p)	,000	,000	,010	,004	,000	,000	,032	,002

Tablo 3.6: >-5 ve $-5 \leq -10$ grupları arasında Mann-Whitney U testi.

	mTFA	aTFA	MNSA	aLDFA	mLDFA	MPTA	LDT-YDA	LDTA
Mann-Whitney U	,000	9,000	3484	2643	2228	1398	2107	2989
Wilcoxon W	7021	7030	10505	5646	5231	8419	9128	10010
Z	-11,867	-11,792	-2,753	-4,959	-6,051	-8,193	-6,353	-4,067
Sig.(p)	,000	,000	,006	,000	,000	,000	,000	,000

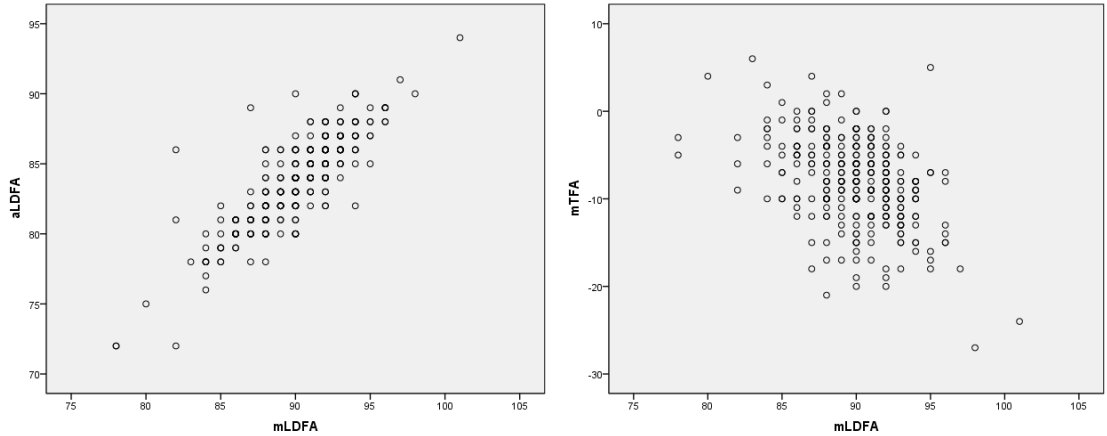
Tablo 3.7: >-5 ve ≤ -10 grupları arasında Mann-Whitney U testi.

Değişkenlerin saçılım grafikleri çizildiğinde, bazı değişkenler arasındaki güçlü ve zayıf ilişkiler göze çarptı (Şekil 3.3-3.6). mTFA ve aTFA geometrik olarak ilişkili iki değer olduğu için arasında güçlü ilişki çıkması zaten beklenen bir şeydir. Buna rağmen ilişkinin kusursuz olmamasının nedeni femurun frontal plandaki kavisi nedeniyle femur anatomik aksının çoğunlukla tam bir doğru oluşturmaması, kişiye özel femur boyun uzunluğu, boyun açısı ve bunlara bağlı olarak mekanik aksın eğiminin değişkenlik göstermesidir (Şekil 3.3).



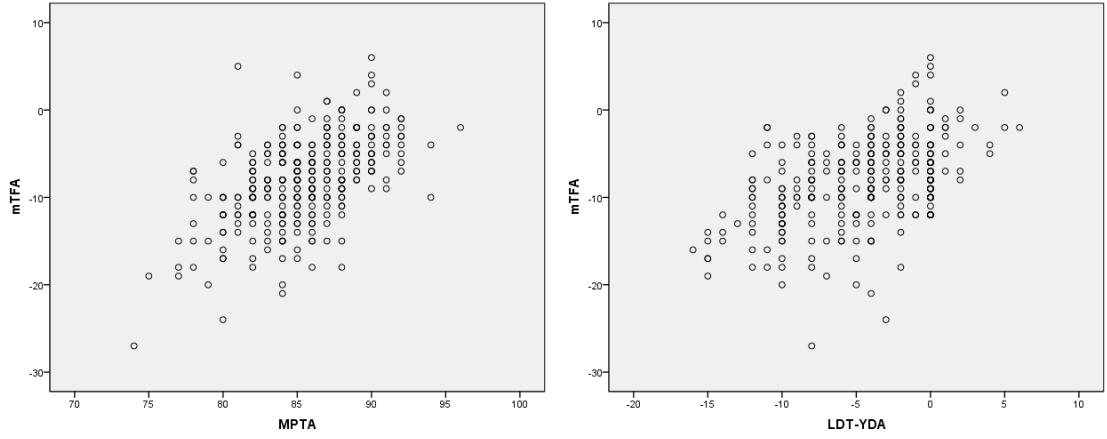
Şekil 3.3: mTFA-aTFA ve mTFA-MNSA arasındaki saçılım grafikleri.

mTFA ve aTFA arasında doğrusal ve aynı yönde güçlü ilişki bulunması ve varus şiddetini tarif etmek için altın standartın mTFA olması nedeniyle; diğer ilişkiler araştırılırken aTFA ya da bakılmasına gerek görülmedi ve ilişkiler mTFA ekseninde araştırıldı. mTFA ile MNSA arasında, saçılım grafiğinde bariz bir ilişki göze çarpmadı (Şekil 3.3).



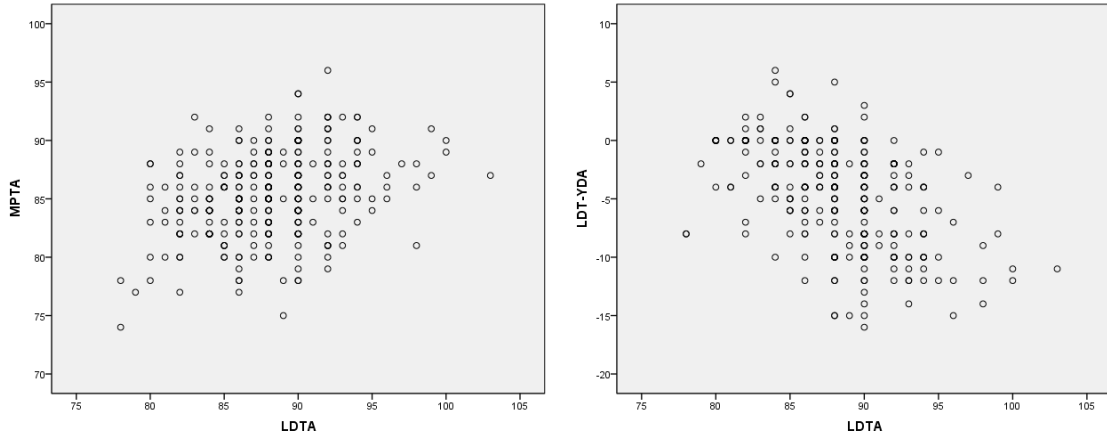
Şekil 3.4: aL DFA-mL DFA ve mTFA-mL DFA arasındaki saçılım grafikleri.

aL DFA ve mL DFA arasındaki güçlü ilişkinin nedeni de mTFA ve aTFA arasındaki ilişkinin nedeniyle aynıdır. Bu nedenle L DFA'nın diğer değişkenlerle ilişkisi araştırılırken, mekanik ya da anatomik akslardan herhangi birinin ilişkisinin araştırılması yeterlidir. mTFA ile mL DFA arasında -dolayısıyla aL DFA arasında- ters yönde doğrusal orta güçte bir ilişki olduğu görüldü (Şekil 3.4).



Şekil 3.5: mTFA-MPTA ve mTFA-LDT-YDA arasındaki saçılım grafikleri.

mTFA ve MPTA ve LDT-YDA arasında aynı yönde ve doğrusal, orta güçte bir ilişki olduğu görüldü (Şekil 3.5).



Şekil 3.6: MPTA-LDTA ve LDT-YDA-LDTA arasındaki saçılım grafikleri.

MPTA ile LDTA arasında çizilen saçılım grafiğinde bu değişkenler arasında aynı yönde zayıf bir ilişki olabileceği görüldü. MPTA ile mTFA arasında aynı yönde güçlü ilişki olması nedeniyle mTFA ile LDTA arasında da aynı yönde benzer güçte bir ilişki olabileceği tahmin edildi. LDT-YDA ile LDTA arasındaki grafikte ise ters yönde orta şiddette ilişki olduğu göze çarptı (Şekil 3.6).

Verilerdeki değişkenlerin birbirleriyle doğrusal olan ilişkilerini saçılım grafiklerinde gözledikten sonra bu ilişkilerin gücünü belirlemek için korelasyon testleri yapılmasına karar verildi. Verilerin normal dağılım eğrisine tam uymamasına rağmen yakın bir dağılım göstermesi (Şekil 3.1, Şekil 3.2) ve çok sayıda veri olması nedeniyle; hem nonparametrik bir test olan Spearman korelasyon testi, hem de ilişkileri yakalamada daha başarılı olan ve örneklem kümesinin büyük olması durumunda, normal dağılımdan sapmalara karşı dirençli olan, parametrik Pearson korelasyon testi uygulandı (Tablo 3.8, 3.9).

Spearman'ın rho		mTFA	aTFA	MNSA	aLDFA	mLDFA	MPTA	LDT-YDA	LDTA
mTFA	Kor. Katsayısı	1,000	,937**	,149**	-,356**	-,402**	,523**	,459**	,222**
	Sig.(p)	.	,000	,008	,000	,000	,000	,000	,000
aTFA	Kor. Katsayısı	,937**	1,000	,067	-,404**	-,405**	,519**	,433**	,200**
	Sig.(p)	,000	.	,239	,000	,000	,000	,000	,000
MNSA	Kor. Katsayısı	,149**	,067	1,000	,082	-,060	,131*	,107	,011
	Sig.(p)	,008	,239	.	,145	,289	,020	,058	,842
aLDFA	Kor. Katsayısı	-,356**	-,404**	,082	1,000	,829**	,132*	-,284**	,119*
	Sig.(p)	,000	,000	,145	.	,000	,019	,000	,034
mLDFA	Kor. Katsayısı	-,402**	-,405**	-,060	,829**	1,000	,161**	-,280**	,076
	Sig.(p)	,000	,000	,289	,000	.	,004	,000	,179
MPTA	Kor. Katsayısı	,523**	,519**	,131*	,132*	,161**	1,000	,163**	,327**
	Sig.(p)	,000	,000	,020	,019	,004	.	,004	,000
LDT-YDA	Kor. Katsayısı	,459**	,433**	,107	-,284**	-,280**	,163**	1,000	-,524**
	Sig.(p)	,000	,000	,058	,000	,000	,004	.	,000
LDTA	Kor. Katsayısı	,222**	,200**	,011	,119*	,076	,327**	-,524**	1,000
	Sig.(p)	,000	,000	,842	,034	,179	,000	,000	.

** . Korelasyon $p < 0,01$ mertebesinde anlamlıdır.

* . Korelasyon $p < 0,05$ mertebesinde anlamlıdır.

Tablo 3.8: Değişkenler arasında yapılan Spearman korelasyon testi.

Pearson		mTFA	aTFA	MNSA	aLDFA	mLDFA	MPTA	LDT-YDA	LDTA
mTFA	Kor. Katsayısı	1	,950**	,149**	-,389**	-,438**	,539**	,479**	,243**
	Sig.(p)		,000	,008	,000	,000	,000	,000	,000
aTFA	Kor. Katsayısı	,950**	1	,050	-,437**	-,434**	,540**	,466**	,211**
	Sig.(p)	,000		,374	,000	,000	,000	,000	,000
MNSA	Kor. Katsayısı	,149**	,050	1	,096	-,055	,136*	,085	,004
	Sig.(p)	,008	,374		,090	,332	,016	,133	,949
aLDFA	Kor. Katsayısı	-,389**	-,437**	,096	1	,849**	,067	-,247**	,074
	Sig.(p)	,000	,000	,090		,000	,238	,000	,190
mLDFA	Kor. Katsayısı	-,438**	-,434**	-,055	,849**	1	,077	-,244**	,019
	Sig.(p)	,000	,000	,332	,000		,173	,000	,732
MPTA	Kor. Katsayısı	,539**	,540**	,136*	,067	,077	1	,201**	,337**
	Sig.(p)	,000	,000	,016	,238	,173		,000	,000
LDT-YDA	Kor. Katsayısı	,479**	,466**	,085	-,247**	-,244**	,201**	1	-,500**
	Sig.(p)	,000	,000	,133	,000	,000	,000		,000
LDTA	Kor. Katsayısı	,243**	,211**	,004	,074	,019	,337**	-,500**	1
	Sig.(p)	,000	,000	,949	,190	,732	,000	,000	

** . Korelasyon $p<0,01$ mertebesinde anlamlıdır.

* . Korelasyon $p<0,05$ mertebesinde anlamlıdır.

Tablo 3.9: Değişkenler arasında yapılan Pearson korelasyon testi.

Tablolarda görüldüğü üzere, Spearman ve Pearson korelasyon testlerinin korelasyon katsayıları birbirlerine çok yakın değerler aldı. Örneklem büyüklüğü ve normal dağılıma uygunluk göz önünde bulundurularak Pearson tablosu üzerinden yorumlar yapıldı.

Buna göre çıkarılan sonuçlar şu şekilde oldu:

- 1) r (korelasyon katsayısı)=0,95, R (belirtme katsayısı)=0,90, $p<0,01$ mertebesinde mTFA ile aTFA arasında aynı yönde bir ilişki vardır. Bu güçlü ilişki zaten geometrik olarak var olan bir ilişkinin tanımlanmasıdır. Tıbbi olarak önemi yoktur.
- 2) mTFA ile MNSA arasında aynı yönde bir ilişki vardır, $r =0,15$, $R=0,02$, $p<0,01$. mTFA arttıkça (varus azaldıkça) MNSA (femur boyun açısı) da artmaktadır. Aralarındaki ilişki zayıf fakat anlamlıdır.

- 3) mTFA ile aLDFA arasında ters yönde bir ilişki vardır, $r = 0,39$, $R = 0,15$, $p < 0,01$.
- 4) mTFA ile mLDFA arasında ters yönde bir ilişki vardır, $r = 0,44$, $R = 0,19$, $p < 0,01$.
mTFA arttıkça (varus azaldıkça) aLDFA ve dolayısıyla mLDFA azalmaktadır (femoral eklem yüzü valgusu artmaktadır). Aralarındaki ilişki orta seviyede kuvvetli ve anlamlıdır.
- 5) mTFA ile MPTA arasında aynı yönde bir ilişki vardır, $r = 0,54$, $R = 0,29$, $p < 0,01$.
mTFA arttıkça MPTA artmaktadır. Aralarındaki ilişki orta-güçlü seviyede ve anlamlıdır.
- 6) mTFA ile LDT-YDA arasında aynı yönde ilişki vardır, $r = 0,48$, $R = 0,23$, $p < 0,01$.
mTFA arttıkça LDT-YDA artmaktadır. Aralarındaki ilişki orta-güçlü seviyede ve anlamlıdır.
- 7) mTFA ile LDFA arasında aynı yönde bir ilişki vardır, $r = 0,24$, $R = 0,06$, $p < 0,01$.
mTFA arttıkça LDFA artmaktadır. Aralarındaki ilişki zayıf fakat anlamlıdır.
- 8) MNSA ile MPTA arasında aynı yönde bir ilişki vardır, $r = 0,136$, $R = 0,018$, $p < 0,05$.
MNSA arttıkça MPTA artmaktadır. Aralarındaki ilişki zayıf fakat anlamlıdır.
- 9) mLDFA ile LDT-YDA arasında ters yönde ilişki vardır, $r = -0,24$, $R = 0,06$, $p < 0,01$.
mLDFA arttıkça LDT-YDA azalmaktadır. Aralarındaki ilişki zayıf fakat anlamlıdır.
- 10) MPTA ile LDT-YDA arasında aynı yönde ilişki vardır, $r = 0,2$, $R = 0,04$, $p < 0,01$.
MPTA arttıkça LDT-YDA artmaktadır. Aralarındaki ilişki zayıf fakat anlamlıdır.
- 11) MPTA ile LDFA arasında aynı yönde bir ilişki vardır, $r = -0,34$, $R = 0,11$, $p < 0,01$.
MPTA arttıkça LDFA artmaktadır. Aralarındaki ilişki zayıf fakat anlamlıdır.
- 12) LDFA ile LDT-YDA arasında ters yönde ilişki vardır, $r = -0,5$, $R = 0,25$, $p < 0,01$.
LDFA arttıkça LDT-YDA azalmaktadır. Aralarındaki ilişki orta seviyede ve anlamlıdır.

Bu çalışmada mTFA skala olarak -180° ile $+180^{\circ}$ arasında alınmıştır. Negatif değerler varus varlığını, pozitif değerler valgus varlığını işaret eder. Yani mTFA'nın azalmasından söz ediliyorsa bu varusun artması anlamına gelmektedir.

Diz varusu oluşmasına, anormal tibial ve femoral shaft eğriliklerini saymazsak; proksimal medial tibial platodaki çökme, eklem kıkırdağında medialde daha fazla olan incelmeler, diz ligaman laksitesi ve femoral medial kondildeki çökme katkıda bulunabilir. Bu çalışmada, eklem ligaman laksitesi ve medial kıkırdak incelmelerini gösteren, eklem aralığı ve distal ile proksimal eklem çizgileri arasındaki açı ölçümleri yapılmamıştır. Bu nedenle, diğer değişkenlerin tek başlarına varusa katkısının ne kadar olduğunu bulmak için kısmi korelasyon hesaplamalarının yararlı olabileceği düşünülmüştür.

Kontrol	Değişkenler		mTFA	mLDFA	MPTA
-Yok ^a	mTFA	Kor. Katsayısı	1,000	-,438	,539
		Sig.(p)	.	,000	,000
	mLDFA	Kor. Katsayısı	-,438	1,000	,077
		Sig.(p)	,000	.	,173
	MPTA	Kor. Katsayısı	,539	,077	1,000
		Sig.(p)	,000	,173	.
MPTA	mTFA	Kor. Katsayısı	1,000	-,571	
		Sig.(p)	.	,000	
	mLDFA	Kor. Katsayısı	-,571	1,000	
		Sig.(p)	,000	.	

a. Normal Pearson korelasyonunu gösterir.

Tablo 3.10: MPTA kontrol edilirken mTFA ile mLDFA arasındaki kısmi korelasyon.

MPTA kontrol edilirken -değeri sabitken- mTFA ile mLDFA arasında kısmi korelasyon testi yapıldığında daha önce 0,438 bulunan korelasyon katsayısı 0,571'e yükseldi. Bu sonuç medial tibial platodaki değişimlerin -MPTA değerinin- mTFA ile mLDFA arasındaki ilişkiyi maskeleydiğini göstermekte ve aslında mTFA ile mLDFA arasında daha güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 3.10).

MPTA ile mL DFA'nın birbirini maskeleyiği öğrenildikten sonra, mTFA ile MPTA arasındaki ilişkinin gücünü değerlendirmek için mL DFA'yı kontrol ederek mTFA ile MPTA arasındaki kısmi korelasyonu hesaplandı ve korelasyon katsayısının 0,539'dan 0,640'a çıktığını görüldü (Tablo 3.11).

Kontrol	Değişkenler	mTFA	MPTA	mL DFA
-Yok ^a	mTFA	1,000	,539	-,438
	MPTA	,539	1,000	,077
	mL DFA	-,438	,077	1,000
mL DFA	mTFA	1,000	,640	
	MPTA	,640	1,000	

a. Normal Pearson korelasyonunu gösterir.

Tablo 3.11: mL DFA kontrol edilirken mTFA ile MPTA arasındaki kısmi korelasyon.

Araştırmaya başlarken kurulan bir diğer hipotez ise varus dizli hastaların, ayak bileklerindeki göreceli varus deformitesini telafi etmek için eversiyonda bastıkları ve ayak bileğindeki valgus zorlaması nedeniyle distal tibial eklem yüzünün lateral bölgesinin çöktüğüydü. Korelasyon testlerinde mTFA ile LD TA arasında aynı yönde zayıf ilişki tespit edilmişti ($r = 0,24$, $R = 0,06$, $p < 0,01$) (Tablo 3.8, 2.9).

Sırasıyla; “mTFA azaldıkça -varus arttıkça- LDT-YDA da azalmaktadır.”; “LD TA arttıkça LDT-YDA azalmaktadır.”; “mTFA ile LD TA arasında zayıf bir ilişki vardır.” önermelerini kullanarak, LDT-YDA sabitken mTFA ile LD TA arasındaki ilişkinin yönü ve gücünü tayin etmek için LDT-YDA kontrol edilerek, kısmi korelasyon testi uygulandı (Tablo 3.12).

Kontrol	Değişkenler		mTFA	LDTA	LDT-YDA
-Yok ^a	mTFA	Kor. Katsayısı	1,000	,243	,479
		Sig.(p)	.	,000	,000
	LDTA	Kor. Katsayısı	,243	1,000	-,500
		Sig.(p)	,000	.	,000
	LDT-YDA	Kor. Katsayısı	,479	-,500	1,000
		Sig.(p)	,000	,000	.
LDT-YDA	mTFA	Kor. Katsayısı	1,000	,634	
		Sig.(p)	.	,000	
	LDTA	Kor. Katsayısı	,634	1,000	
		Sig.(p)	,000	.	

a. Normal Pearson korelasyonunu gösterir.

Tablo 3.12: LDT-YDA kontrol edilirken mTFA ile LDTA arasındaki kısmi korelasyon.

LDT-YDA kontrol edilirken -değeri sabitken- mTFA ile LDTA'nın korelasyon katsayısı 0,234 den 0,634 e çıktı. Bu sonuç LDT-YDA sabitken -yere aynı açı ile basan hastalarda- varus açısının artmasıyla -mTFA'nın azalmasıyla- distal lateral tibial metafizin çöktüğü -LDTA'nın azaldığı- hipotezini doğrular niteliktedir.

KMY değerleri ile açı ölçümleri arasında ilişki olup olmadığının araştırılması için KMY ölçümü yapılan 53 hastanın 102 alt ekstremité açı ölçümleri ile KMY değerleri eşleştirildi. Eşleştirilmiş değerler mTFA açısına göre >-5 , $-5 \geq -10$ ve ≤ -10 olarak üçe ayrıldı. Her grup için KMY değerlerinin normal dağılıma uyup uymadığına ve varyanslarının benzer olup olmadığına bakıldı. Shapiro-Wilk testi orta büyüklükte örneklem için en iyi normallik testi olarak kabul edildiği için bu test kullanıldı. $p < 0,05$ mertebesinde, ≤ -10 grubunda Femoral T ve >-5 grubunda Femoral Z değerleri dışında test anlamsız/sınırdan anlamlı çıktı ve bu grupların normal dağılım gösterdiği kabul edildi (Tablo 3.13).

Grup		Shapiro-Wilk		
		İstatistik	df	Sig.(p)
Spinal Z	<-10	,959	42	,140
	-5,-10	,961	36	,226
	>-5	,975	24	,797
Spinal T	<-10	,958	42	,122
	-5,-10	,949	36	,100
	>-5	,965	24	,550
Femoral Z	<-10	,953	42	,083
	-5,-10	,960	36	,209
	>-5	,909	24	,033
Femoral T	<-10	,945	42	,044
	-5,-10	,975	36	,592
	>-5	,919	24	,057

Tablo 3.13: Gruplar arasında KMY değerlerinin Shapiro-Wilk testi.

Levene testi uygulanarak gruplar arası varyans dağılımının homojen olduğu bulundu (Tablo 3.14).

	Levene	df1	df2	Sig.(p)
Spinal Z	,001	2	99	,999
Spinal T	,700	2	99	,499
Femoral Z	1,534	2	99	,221
Femoral T	1,126	2	99	,328

Tablo 3.14: Gruplar arası Levene testi.

Grup		Spinal Z	Spinal T	Femoral Z	Femoral T
<-10	Ortalama	-,393	-1,286	-,279	-1,098
	Ortanca	-,450	-1,400	-,450	-1,250
	N	42	42	42	42
-5,-10	Ortalama	,058	-,922	-,144	-,950
	Ortanca	,000	-,850	-,100	-1,000
	N	36	36	36	36
>-5	Ortalama	,004	-1,196	-,271	-1,138
	Ortanca	-,150	-1,250	-,450	-1,100
	N	24	24	24	24
Total	Ortalama	-,140	-1,136	-,229	-1,055
	Ortanca	-,300	-1,300	-,400	-1,100
	N	102	102	102	102

*Renkli kutular normal dağılıma uymayan grupların sonuçlarıdır.

Tablo 3.15: Gruplar arası KMY değerlerinin ortalama ve ortanca değerleri.

Gruplar arası ortalama ve ortancalara bakılarak anlamlı bir hipotez kurulamadı. Kruskal-Wallis testinde ise gruplar arasında farklılık bulunamadı (Tablo 3.16).

	Spinal Z	Spinal T	Femoral Z	Femoral T
Ki-Kare	2,250	1,812	,916	1,220
df	2	2	2	2
Sig.(p)	,325	,404	,633	,543

Tablo 3.16: Gruplar arasında KMY değerleri için uygulanan Kruskal-Wallis testi.

Bilinmeyen bir ilişkiyi yakalayabilmek için alt ekstremitte aç ı değerleri ve KMY değerleri arasında korelasyon testi yapılmasına karar verildi. Verilerin normal dağılımından emin olunamadığı için Spearman testi uygun bulundu. Beklendiği üzere tüm KMY değerlerinin birbirleriyle yakın ilişkili olduğu görüldü. Aynı zamanda MNSA ile Femoral Z ve Femoral T değerleri arasında orta düşük derecede ters yönde ilişki saptandı (sırasıyla $r_s=0,324$ ve $r_s=0,257$, $p<0,01$). Göze çarpan diğer ilişkiler daha

yüksek yanılma payında ($p<0,05$) ve çok düşük kuvvette olduğu için göz ardı edildi (Tablo 3.17).

Spearman'ın rho		Spinal Z	Spinal T	Femoral Z	Femoral T
mTFA	Kor. Katsayısı	,181	,127	,098	,063
	Sig.(p)	,069	,204	,327	,532
aTFA	Kor. Katsayısı	,196*	,150	,118	,066
	Sig.(p)	,048	,132	,237	,509
MNSA	Kor. Katsayısı	-,123	-,096	-,324**	-,257**
	Sig.(p)	,219	,339	,001	,009
aLDFA	Kor. Katsayısı	-,126	-,126	-,130	-,068
	Sig.(p)	,206	,206	,192	,495
mLDFA	Kor. Katsayısı	-,259**	-,218*	-,130	-,080
	Sig.(p)	,008	,028	,192	,425
MPTA	Kor. Katsayısı	,097	,063	-,017	-,019
	Sig.(p)	,332	,527	,863	,853
LDT-YDA	Kor. Katsayısı	,230*	,230*	,125	,119
	Sig.(p)	,020	,020	,210	,235
LDTA	Kor. Katsayısı	-,155	-,214*	-,146	-,157
	Sig.(p)	,119	,031	,142	,116
Spinal Z	Kor. Katsayısı	1,000	,936**	,460**	,387**
	Sig.(p)	.	,000	,000	,000
Spinal T	Kor. Katsayısı	,936**	1,000	,538**	,516**
	Sig.(p)	,000	.	,000	,000
Femoral Z	Kor. Katsayısı	,460**	,538**	1,000	,888**
	Sig.(p)	,000	,000	.	,000
Femoral T	Kor. Katsayısı	,387**	,516**	,888**	1,000
	Sig.(p)	,000	,000	,000	.

** . Korelasyon $p<0,01$ mertebesinde anlamlıdır.

* . Korelasyon $p<0,05$ mertebesinde anlamlıdır.

Tablo 3.17: KMY değerleri ile açı değerleri arasındaki Spearman korelasyon tablosu.

MNSA ile Femoral Z ve Femoral T değerlerinin ilişkisi saptandıktan sonra veriler MNSA değerlerine göre $\leq 125^\circ$ ve $>125^\circ$ olarak iki gruba ayrıldı ve grupların tanımlayıcı istatistikleri yapıldı (Tablo 3.18).

Grup		Spinal Z	Spinal T	Femoral Z	Femoral T
>129	Ortalama	-,220	-1,216	-,494	-1,290
	Ortanca	-,400	-1,300	-,700	-1,500
	N	49	49	49	49
121-128	Ortalama	-,066	-1,062	,015	-,838
	Ortanca	-,200	-1,200	,200	-1,000
	N	53	53	53	53
Total	Ortalama	-,140	-1,136	-,229	-1,055
	Ortanca	-,300	-1,300	-,400	-1,100
	N	102	102	102	102

Tablo 3.18: KMY değerlerinin gruplara göre ortalama ve ortancaları.

Grumlardan en az biri normal dağılıma uymadığı için (Tablo 3.19) nonparametrik testlerin uygulanmasına karar verildi (Tablo 3.20).

Grup		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		İstatistik	df	Sig.(p)	İstatistik	df	Sig.(p)
Spinal Z	>129	,104	49	,200*	,960	49	,095
	121-128	,090	53	,200*	,976	53	,348
Spinal T	>129	,104	49	,200*	,963	49	,126
	121-128	,091	53	,200*	,967	53	,145
Femoral Z	>129	,154	49	,005	,939	49	,013
	121-128	,136	53	,016	,970	53	,194
Femoral T	>129	,133	49	,031	,947	49	,028
	121-128	,067	53	,200*	,973	53	,260

*. Anlamlılığın alt sınırı

Tablo 3.19: KMY değerlerinin MNSA değerlerine göre iki gruba ayrıldıktan sonra her gruba uygulanan Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri.

Uygulanan Mann-Whitney U testinde spinal Z ve T değerlerinin gruplar arasında farklı olmadığı, femoral Z değerinin gruplar arasında $p<0,01$ mertebesinde, femoral T değerinin gruplar arasında $p<0,05$ mertebesinde anlamlı derecede farklı olduğu tespit edildi (Tablo 3.20).

	Spinal Z	Spinal T	Femoral Z	Femoral T
Mann-Whitney U	1219,500	1258,500	899,000	975,500
Wilcoxon W	2444,500	2483,500	2124,000	2200,500
Z	-,530	-,268	-2,681	-2,166
Sig.(p)	,596	,789	,007	,030

Tablo 3.20: Gruplar arasındaki Mann-Whitney U testi.

Hastaların femoral KMY değerleri sağ kalçalarından ölçülmüştü. Her iki ekstremitte için ölçülen MNSA ile bunlarla eşleşen femoral KMY değerleri arasında ilişki tespit edildikten sonra KMY değerinin ölçüldüğü kalça ile aynı kalça arasında -varsa- ilişkinin daha kuvvetli olabileceği düşünülerek hastaların sadece sağ kalça MNSA değerleri ile femoral KMY değerleri arasında aynı testler tekrarlandı. Örneklem sayımız daha da düştüğü için her değişkenin normal dağılıma uyup uymadığının kontrolü için Shapiro-Wilk testi uygulandı ve değişkenlerin normal dağılıma uyduğu görüldü (Tablo 3.21).

	Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	Sig.
R-MNSA	,973	53	,278
Femoral Z	,970	53	,210
Femoral T	,978	53	,446

Tablo 3.21: Sağ MNSA ve femoral KMY değerleri için Shapiro-Wilk Testi.

Bunun üzerine aralarındaki ilişkiyi ortaya koymak üzere parametrik bir test olan Pearson korelasyon testi uygulandı (Tablo 3.22).

Pearson		R-MNSA	Femoral Z	Femoral T
R-MNSA	Kor. Katsayısı	1	-,394**	-,352**
	Sig.(p)		,004	,010
	N	53	53	53

** . Korelasyon $p<0,01$ mertebesinde anlamlıdır.

Tablo 3.22: Sağ MNSA ve femoral KMY değerleri arasındaki Pearson korelasyon testi.

Hastaların sağ taraf femur boyun açıları ile aynı taraftan ölçülmüş olan femoral Z ve T KMY değerleri arasında daha önce tespit edilenden daha güçlü ve ters yönde bir ilişki tespit edildi; sırasıyla, $r = -0,394$, $R=0,155$, $p<0,01$; $r = -0,352$ $R=0,124$, $p<0,01$ (Tablo 3.22). Bu sonuçlar femur boyun açısı azaldıkça -MNSA azaldıkça- femoral bölgeden ölçülen Z ve T KMY değerlerinin arttığını göstermektedir.

Daha önce yaptığımız korelasyon analizleri sonuçlarına göre mTFA'nın mL DFA ve MPTA ile güçlü ilişkisi ortaya konmuştu. mTFA'nın -varusun- proksimal tibia, distal femur, kıkırdak harabiyeti ve ligaman laksitesine bağlı olarak değişebileceğini tıbbi olarak söyleyebiliriz. Bu çalışmada ligaman laksitesi ve kıkırdan harabiyeti için ölçümler yapılmadığı için, mL DFA ve MPTA'nın her birinin mTFA değişiminde ne kadar katkısı olduğunun tayini ve hipotezimizin doğruluğunun tasdiki için regresyon analizi yapılması uygun görüldü.

Hipotezimizi “Dizde varus oluşmasında, eklem kıkırdağı harabiyeti, ligaman laksitesi ve tibial proksimal metafizindeki çökmenin yanı sıra, distal femoral eklem oryantasyonu bozuklukları da etkilidir” yani “mTFA, MPTA ile beraber mL DFA'dan da etkilenir” şeklinde kurarsak, regresyon denkleminde MPTA ve mL DFA'nın mTFA değişimi üzerinde %52,2 etkisi olduğunu görürüz (Tablo 3.23).

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminin Std. Hatası
1	,723 ^a	,522	,519	3,414

a. Bağımsız Değişkenler: (Denklem Sabiti), MPTA, mL DFA

b. Bağımlı Değişken: mTFA

Tablo 3.23: Regresyon denklemi tablosu.

Bu oran (%52,2), denklem için çok yüksek bir orandır. Çünkü denklem sabiti içine, varus üzerinde etkisinin yüksek olduğunu bildiğimiz medial eklem kıkırdağı incelenmesi ve ligaman laksitesi gibi ölçmediğimiz değişkenlerin etkisi de dâhil edilmiştir.

Model	Karelerin Top.	df	Ort. Karesi	F	Sig.(p)
1 Regresyon	3978,149	2	1989,075	170,647	,000 ^a
Rezidüel	3636,695	312	11,656		
Toplam	7614,844	314			

a. Bağımsız Değişkenler: (Denklem Sabiti), MPTA, mL DFA

b. Bağımlı Değişken: mTFA

Tablo 3.24: Oluşturulan regresyon modeli için ANOVA tablosu.

ANOVA tablosunda görülebileceği üzere oluşturulan regresyon modeli $p<0,01$ mertebesinde anlamlıdır (Tablo 3.24).

Model	Std. Edilmemiş Katsayılar		Std. Katsayılar	t	Sig.(p)
	β	Std. Hata	Beta		
1 (Denklem Sabiti)	-7,347	6,991		-1,051	,294
mL DFA	-,765	,062	-,482	-12,295	,000
MPTA	,798	,054	,577	14,695	,000

a. Bağımlı Değişken: mTFA

Tablo 3.25: Regresyon denklemi katsayıları tablosu.

Hipotez üzerine yapılan çoklu regresyon analizinde, mTFA değişimi üzerinde mL DFA ve MPTA'nın %52,2'lik bir etkisi olduğu görülmüş. mL DFA'nın, mTFA değişimini ters yönde ($\beta = -0,765$, $p < 0,001$), MPTA'nın, mTFA değişimi aynı yönde ve mL DFA'dan biraz daha fazla ($\beta = 0,798$, $p < 0,001$) etkilediği görülmüştür (Tablo 3.25).

Grafilere ölçümleri yaparken göze çarpan bir diğer şey ise, aynı hastanın bir tarafının mTFA değeri diğerinden düşükse, o taraf MNSA değerinin de diğer kalçadan düşük olduğuydu. Bunu araştırmak için, bu önermeye uygun olan hastalar tek tek incelendi. Her iki alt ekstremitelerinin de orteoröntgenogramı olan 151 hastadan, sağ taraf mTFA değeri daha düşük olan -varusu o tarafta daha fazla olan- 54 hastanın 30'unda sağ taraf MNSA değerinin de diğer taraftan daha düşük olduğu; sol taraf mTFA değeri daha düşük olan 84 hastadan 53'ünde sol taraf MNSA değerinin daha düşük olduğu bulundu. Toplamda 151 hastanın 83'ü bu önermeye uyuyordu. Bu oran, rastgele dağılımdaki ihtimal hesabına yakın olduğu için anlamlı bir farklılık olduğu düşünülmedi.

4. TARTIşMA

Diz artrozu özellikle orta yaş ve yaşlı kadın popülasyonda sıklıkla görülen bir hastalıktır. Diz artrozunun klasik bileşenlerinden biri de diz varusudur. İki durumun birbiriyle ilişkisi sıklıkla incelenmiş olmasına rağmen kesin bir neden sonuç ilişkisi ortaya koyan bir çalışma mevcut değildir. Neden ya da sonuç olsun, alt ekstremitte varusunun dizde oluşan adduksiyon momentini artırarak mevcut artrozun şiddetini artırdığı kesindir (63-69,72). Varus diziliminin diz dışındaki etkileri ise pek dikkat çekmemiş ve nadiren araştırılmıştır. Alt ekstremitte varusunun etkilerini kestirebilmek için öncelikle varusun tüm komponentleri iyice anlaşılmalı, tek tek ve kombine halde tüm komponentlerin etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır. Ortopedist varus gonartrozunu tedavi ederken hastaya göre diz dışındaki etkilerini de akılda bulundurmalı ve gerekirse tedavisini bu yönde dzenleyebilmelidir.

Orta yaşta görülen erken evre varus gonartrozunun tedavisinde düzeltici osteotomiler büyük yer tutmaktadırlar. Varus gonartrozu için tanımlanan düzeltici osteotomilerin ortak yönü, hepsinin tibia proksimalindeki deformiteye odaklı olmasıdır. Gerçekten de radyografiye ilk bakışta göze çarpan tibia proksimal metafizine denk gelen bir CORA'sı olan tibial varus deformitesidir. Varusun şiddetini belirleyen ise medial eklem kıkırdağı kalınlığının kaybı, proksimal medial tibial metafizdeki çökme ve adduksiyon momentinin artmasına bağlı ligaman laksitesi olduğu düşünülür ve tedaviler bunlara göre tasarlanmıştır. Açık, kapalı kama ya da kubbe osteotomisi olsun hastalar bu tip düzeltici ameliyatlardan sıklıkla fayda görmekte ve en azından bir süre için semptomlarında azalma olmaktadır. Tibiaya yapılan müdahale ile hastaların fayda görüyor olması ortopediste doğru yolda olduğu telkinini vermekte ve varsa diğer komponentler de görmezden gelinmektedir.

Varus gonartrozunda tibial komponent dışında femoral komponentinde olabileceği ilk kez 1994'te Cooke ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalarda dile getirilmiştir. Cooke, tamamen farklı ırka mensup -Kanadalı ve Suudi- popülasyonlarda yaptığı iki farklı çalışmada varus açısında artmayla beraber distal femoral eklem yüzü oryantasyonunun da varus yönüne kaydığını göstermiştir. Distal femoral eklem

yüzündeki varusa olan katkının ise özellikle lateral kondilin normalden daha yüksek olmasından kaynaklandığını bildirmiştir (72).

Yapılan bu çalışmada da benzer bulgulara ulaşıldı. Ortalama mTFA açısı varus yönünde 8° olan örnekleme, mL DFA açısı ortalama 90° olarak hesaplandı (Bkz. Tablo 3.1). Bu değer Paley'in normal değer olarak verdiği 87,8° den (Bkz. Tablo 1.1) daha büyüktür ve varus yönündedir. Cooke, bazı yönlerden bu çalışmayla benzer olan çalışmasında, varus gonartrozunda, tibial geometrinin sıklıkla normal olmasına rağmen distal femoral kondillerin olması gerekenden daha az valgus gösterdiğini bulmuş ve sonuç olarak varus gonartrozu için femoral geometri bozukluğunun predispozan faktör olabileceğini söylemiştir. Bu çalışmada her ne kadar zaten YTO endikasyonu verilmiş -dolayısıyla tibial deformitesi belirgin- hastalar kullanıldıysa da tibial geometri bozukluğunun varusa olan katkısının gayet belirgin olduğu sonucu çıkmıştır. Cooke ile benzer olarak femoral geometri bozukluğunun da, tibial deformite kadar etkili bir şekilde varusa katkısı olduğu yapılan korelasyon ve regresyon testleri sonucunda açıkça ortaya konulmuştur (Bkz. Tablo 2.8, 2.9, 2.10, 2.23). Yapılan regresyon testlerinin sonuçlarına göre varus açısına, femoral ve tibial deformitelerin her birinin katkısı yaklaşık %25 düzeyindedir. Geri kalan yaklaşık %50'lik katkıyı ise muhtemelen kıkırdak kalınlığının azalması ve ligaman laksitesi yapmaktadır. Cooke'dan farklı olarak bu çalışmada femoral medial ve lateral kondil uzunlukları hakkında bir veri elde edilmemiştir ve bu yüzden femoral kondil geometrisinin neye bağlı olarak değiştiği hakkında yorum yapılamamaktadır.

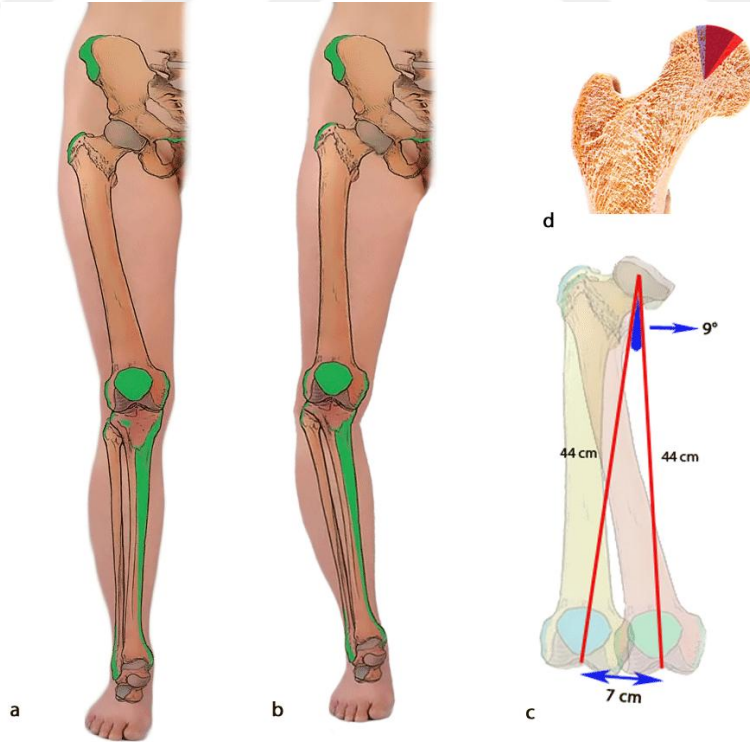
Birçok çalışmada osteopenik bireylerde şiddetli osteoporoz gelişmediği, osteoartriti olan bireylerin KMY ölçümlerinin ise yüksek olduğu bulunmuştur. Fakat bu çalışmaların hiçbirinde diğer parametreler ele alınmamıştır (43,44,48). Fiziksel aktivite, kilo, ırk osteoporoz gelişiminde önemli parametrelerdir. Düşük fiziksel aktivitesi olan zayıf hastalarda osteoporoz riskinin fazla olduğu bilinen bir gerçektir. Kilo ve eklem aktivitesi ile osteoartrit arasında ilişki olduğu da klinik olarak gözlemlenmektedir. Bu verilerle osteoporozun kendi başına osteoartrit ile ilişkisinin olup olmadığının söylenebilmesi zordur. Tüm bu çalışmalar ve birbirinden farklı ya da mantıksız gibi görülen sonuçlar değerlendirildiği zaman osteoartriti ile osteoporoz arasındaki ilişki tam olarak kestirilememektedir. Son zamanlarda kemik kalitesinin ölçülmesinde DEXA yöntemi ile ölçülen KMY'nin ne kadar yol gösterici olduğuyla

ilgili birçok eleştiri de vardır. Kuşkusuz, KMY kemik kalitesinin tek belirteci değildir. Fikir verebilecek bir parametredir. Ölçümün yapıldığı kemiğin kortikal kalınlığı, çevresindeki osteofitler, hastanın kilosu, çevre dokuların yoğunluğu, hatta lomber bölgede yapılan ölçümlerde aort kalsifikasyonları ve hastanın pozisyonu ölçümün doğruluğunu etkilemektedir. Son zamanlarda azalmakla beraber günümüzde çoğu hekim halen KMY ölçümlerinin kemik kalitesinin iyi bir göstergesi olduğuna inanmaktadır. Yapılan birçok çalışmada da bu varsayım üzerine yorumlanmaktadır. Oysa burada da bir ikilem söz konusudur. Kalitesiz kemikteki mikro kırıklar, çökmeler ve sıkışmalar KMY ölçümlerini iyi yönde yanlış etkileyebilmektedir (Bkz. Şekil 1.38, 1.39) (52-55). Varus gonartrozuna en çok etki eden faktörün medial tibial platodaki çökme olduğu söylenir. Proksimal tibial metafizdeki bu çökmenin osteoporozla ilişkisi çokça araştırılmış birçok çalışmada ise aralarında mantıklı bir ilişki kurulamamış, hatta birçok çalışmada tibial metafiz kemik yoğunluğunun varus dizlerde daha çok olduğu bulunmuştur. Bu çalışmaları temel alarak mantık yürütecek olursak, osteoporotik kemikteki mikrokırık ve çökmelere bağlı mevcut muhteviyatın sıkışması nedeniyle KMY'nin yüksek çıkıyor olabileceği yorumunda bulunulabilir. KMY ölçümü kemiğin birim alanındaki materyal miktarını verir. Bu; çökmesi olmayan, ek patoloji gelişmemiş bir kemikte, dolaylı olarak kemiğin kalitesiyle ilişkili olmasına rağmen, trabeküler yapısında mikro ya da makro ek patolojiler gelişmiş bir kemikte aynı doğrulukta sonuçlar vermeyecektir.

Yaptığımız bu çalışmada, varus gonartrozlu hastaların bir kısmının KMY ölçümleri de yapılmış ve aradaki ilişkiler yakalanmaya çalışılmıştır. mL DFA ile spinal Z ve T ölçümleri arasında ters yönde orta zayıf ilişki, $r_s = 0,259$ $p < 0,01$ ve $r_s = 0,218$, $p < 0,03$, MNSA ile femoral Z ve T değerleri arasında ters yönde zayıf-orta güçte, anlamlı bir ilişki tespit edildi (sırasıyla, $r = -0,394$, $R = 0,155$, $p < 0,01$; $r = -0,352$ $R = 0,124$, $p < 0,01$) (Bkz. Tablo 3.22). Özellikle, sağ taraftan ölçülen femoral KMY değerleri ile sağ taraf femur boyun açısı arasındaki ilişkinin, spinal KMY değerleri veya taraf fark etmeksizin yapılan MNSA-Femoral KMY korelasyonundan daha yüksek derecede anlamlı bulunması dikkat çekiciydi. Korelasyon testleriyle tespit ettiğim bir diğer ilişki de mTFA ile MNSA arasındaydı. mTFA arttıkça -varus azaldıkça-, MNSA da artmaktaydı. Aralarındaki ilişki zayıf fakat anlamlıydı, $r = 0,15$, $R = 0,02$, $p < 0,01$. Tüm bu bulgular ışığında şu önermeyi doğru olarak kabul edebiliriz; “Varusun

artmasıyla, femur boynuna binen yükler de varusa zorlayıcı şekilde değişecek ve bu kuvvetlerin etkisiyle femur boynu deforme olarak boyun açısı azalacaktır. Spongiozda çökmeye bağlı eğilme ve/veya femur boynu trabeküllerinin reorganizasyonu kendisini KMY’de artışla gösterecektir.”. Gerçekten de koksa vara durumunda, çoğunlukla, hastaların KMY değerleri yüksek çıkmakta fakat bu tip hastalara, kalça protezi ameliyatı yapıldığında femoral boyun bölgesi spongioz kemiğinin kalitesinin son derece kötü olduğu, trabeküllerin belirginleştiği gözlenebilir. Benzer ölçüm ve gerçek karmaşası tibia proksimal metafizi için de geçerlidir (55,80,81) (Bkz. Şekil 1.39). Hatta bir çalışmada diz osteoartriti olan hastaların -varusları olduğunu tahmin etmek zor değil- femoral KMY değerlerinin yüksek çıkmasına rağmen humeral KMY değerlerinin normal olduğu gösterilmiştir (48).

Türk insanında ortalama femur uzunluğu 43,3 cm’dir (142). Buna göre 7 cm MAS bulunan bir alt ekstremitede femurun taradığı açı; $\text{ArcCot}[44/7]$ denklemi ile hesaplanabilir, bu da yaklaşık 9° olacaktır. Bu, femur başının temas yüzeyi laterale doğru 9° yer değiştirecek demektir. Aynı zamanda, femur boynu, ayakta durur pozisyonda, göreceli olarak 9° varusta duracaktır (Şekil 4.1).



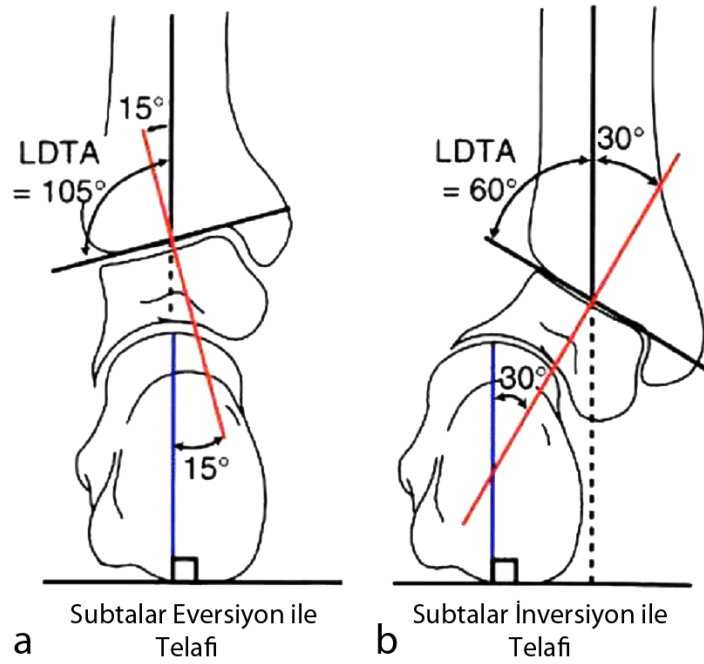
Şekil 4.1: 7 cm MAS olması durumunda gerçekleşen oryantasyon değişimleri. Normal (a), varus (b), femurdaki açılanma (c), femur başı temas yüzeyi değişimi (d).

Bu pozisyonda, femur boynunun yatay düzlemdeki izdüşümünün bir miktar artması kaldıraç kolunun da artması anlamına gelir (Şekil 1.31). Buna bağlı olarak trabeküler kompresif sistemin boyu kısalacak ve daha dik açıyla organize olacak ve özellikle tensil sistem daha çok gerilmeye maruz kalacaktır (Şekil 1.38). Koksa varanın osteomalazi veya osteogenezis imperfekta gibi kemik kalitesini düşüren hastalıklarda, vücut ağırlığının deforme edici etkisine bağlı oluşabildiği bilinmektedir. Bu çalışmadan elde edilen verilerle, kemik kalitesini düşüren erişkin osteomalazisi ve osteoporozunda da, predispozan faktörler eşlik ederse koksa vara gelişmesinin muhtemel olabileceği söylenebilir.

Bizi bu çalışmayı yapmaya iten, kimi varus gonartrozu hastalarında YTO ameliyatından sonra çekilen grafilere, ayak bilek eklemi açısının yer düzlemine paralel olmadığını fark etmemizdi. Dizde varusu olan hastalar, bir üst eklemdaki varus deformitesini, ayak bileklerini valgusa alarak telafi etmekte ve bu nedenle ayak bileği anormal kuvvetlere maruz kalmaktadır. Bu durum ise, anormal kuvvetlerin, zamanla, distal tibial lateral metafizde çökmeye neden olabileceği ve bir süre sonra ayak bilek eklemi açısının tekrar yer düzlemine paralel hale geleceğini düşündürmektedir. Bu hipotezimizi test etmek için, ölçülen değerler arasında korelasyon testleri yapılmış ve hipotezimizi doğrular nitelikte sonuçlar elde edilmiştir. Yere basma açısı aynı olan kişilerden varus açısı fazla olanlarda daha düşük LDTA değeri elde edildiği kısmi korelasyon testleri ile doğrulanmıştır (Bkz. Tablo 3.12).

Sarmiento ve arkadaşları, eski bir yazısında 15°'ye kadar olan proksimal ve orta bölge tibial deformitelerde ayak bileğindeki yük dağılımının değişmediğini fakat distal 1/3'teki her türlü açılanmanın ayak bilek yük dağılımını değiştirdiğini söyleyerek bu konudaki ilk yorumlardan birini yapmıştır (143). Fakat bu sonuca rağmen yazarlar çalışmalarında hassas olmayan kâğıt film yöntemi kullandıklarını ve sonuçların güvenilir olmayabileceğini belirtmişlerdir. Zaten mantiken de açılanmanın uzun kemiğin neresinde olduğunun pek bir önemi olmamalıdır. Çok daha yeni bir makalede, yazarlar, aynı taraf diz ve ayak bilek artrozu olan hastalarda YTO ameliyatının hem diz hem de ayak bileği için yararlı olduğunu göstermişlerdir (144). Bu da Sarmiento ve arkadaşlarının makalesini yanlışlar niteliktedir. Literatürde gonartroz ve ayak bileği artrozu ilişkisini gösteren çalışmalar da mevcuttur. Çok yeni bir çalışmada Tallroth ve arkadaşları, Ahlback evre 3 ve 4 hastalarda daha belirgin olmak üzere, gonartroz

nedeniyle ameliyat ettikleri hastaların %30'unda ipsilateral ayak bilek artrozu saptamışlar ve bunu alt ekstremité dizilim bozukluğuna bağlamışlardır (145). Ayak bileğinde, koronal plandaki deformiteler subtalar eklem tarafından telafi edilir. Fakat bu deformite uzun sürerse bu telafi mekanizması da kronikleşerek kalıcı olmaya başlar (146). Koronal plandaki varus deformitesinin telafisi, valgus deformitesinden daha zordur. Çünkü subtalar eklem, tibiotalaradaki varusu eversiyon ile telafi eder. Subtalar eklem eversiyon kabiliyeti ise inversiyon kabiliyetinden en az iki kat daha azdır (147, 148) (Şekil 4.2). Kuşkusuz, bu telafi mekanizması, ayak bileği eklemine dizilim bozukluklarından korunması açısından çok önemlidir. Ayak bileğinde oluşabilecek semptomları da maskeliyor olabilir. Bu çalışmada, subtalar eklemi değerlendiren parametrelere bakılmadığı için net şeyler söylemek mümkün değildir.



Şekil 4.2: Subtalar eklemine telafi mekanizması.

Tekrarlayan travmaların her ekleminde olduğu gibi ayak bileğinde de spesifik hasarlara yol açabildiği bilinmektedir. Japonlarda, bağdaş kurma alışkanlığı nedeniyle ayak bilek varus artrozunun daha sık olması bunun bir örneğidir (128). Yürüme ve ayakta durma eylemi, hemen herkes için günlük aktivitelerde en geniş yeri kapsar. Bağdaş kurmanın bile varus artrozunu artırabileceği söylendiğine göre, eğri basan

ekstremitelerde ayak bilek problemlerinin yaşanacağını söylemek mantıksız olmaz. Üstelik ayak bilek eklemi, birim alana binen yük daha fazla olduğu halde artroza en dirençli alt ekstremit eklemdir. Muhtemelen bu yeteneğini de mükemmel uyumuna borçludur. Açılı basmanın gerek sindesmozu genişletip uyumu bozması, gerek yük dağılımını daha da dar bir alana taşıması nedeniyle ayak bileği problemlerine yol açması kuvvetle muhtemeldir. Burada önemli olan bir diğer konu ise ayak bileği problemlerinin de diz problemlerine yol açabileceğidir. Bu aslında kapalı kinematik zincirlerin bir özelliğidir. Her ilişki çift taraflı olarak düşünülebilir (Bkz. Şekil 1.24). Ayak ve ayak bileğine uygulanan breys, kamalı tabanlık ve hatta ayakkabıların diz artrozu üzerindeki olumlu etkileri de bu nedenledir. Eğer varus dizi olan hastalar, subtalar eklemlerinin elverdiği kadar bunu ayak bileklerinden telafi ediyorlarsa ve bu durum subtalar eklemdaki bu telafi edici pozisyonun kalıcı hale gelmesine neden olacak kadar uzun sürmüşse; bu hastaların dizlerine yönelik yapılacak düzeltici YTO ameliyatlarından sonra ayak bilek problemleri yaşaması olasıdır. Bu çalışmadan çıkan, varus arttıktça lateral distal tibial metafiz çöker sonucunu da göz önünde bulundurursak; YTO ameliyatı sonrasında kimi hastalarda ayak bileğinin yere olan paralelliği bozulacak ve bu ameliyat dizleri için bazı sorunlarını giderirken ayak bilekleri için yeni sorunları beraberinde getirebilecektir. Bunun için YTO ameliyatının zamanlaması sandığımızdan daha çok önem arz ediyor olabilir. Takeuchi ve arkadaşları, aynı tarafta hem varus gonartrozu hem de varus ayak bilek artrozu olan 10 hastanın 16 dizine yaptıkları YTO ameliyatı ile hastaların hem diz hem de ayak bilek şikâyetlerinin gerilediğini bildirmişlerdir (144). Bu bilgiler ışığında iyi zamanlanmış bir YTO ameliyatının sadece diz değil tüm alt ekstremit e için birçok sorunu önleyici bir ameliyat olduğunu söyleyebiliriz.

Normal eklemlerde kıkırdak kalınlığının en fazla olduğu yer temas alanının en çok olduğu bölgelerdir (149). Alt ekstremit e, subtalar eklemi saymazsak, koronal planda hareket edebilen tek eklem kalça eklemidir. Diz varusu durumunda, bu deformiteyi koronal planda telafi edemeyen ayak bileği ekleminde stres dağılımı değişecek fakat eklem yüzü temas yüzeyleri hemen hemen aynı kalacak; oysa kalça eklemi bunu abduksiyonla telafi edecektir. Abduksiyon sonucu, femur başında kıkırdağın daha ince olduğu lateral bölgelerin teması ve taşıdığı yük artacaktır (Bkz. Şekil 1.4, Şekil 4.1). Buradaki önemsiz gibi görülen değişim, zorlayıcı kuvvetlere

maruz kalan kalçalarda temas alanını 8°-10° kadar laterale kaydıracağı için önemli hale gelebilir. Femur başında yük dağılımının homojen olmadığı, yüksek basınç altında kondrosit ölümü gerçekleştiği de düşünülürse bu kaymanın daha önemli olabileceği sonucuna ulaşılabilir (Bkz. Şekil 1.30) (150). CAM tipi impingementi bulunan hastalarda, lateral baş bölgesindeki uyumsuz alanın temasını artıracak için semptomları şiddetlendirebilir. İnce kıkırdak alanın, kondrosit ölümüne yol açabilecek büyüklükte kuvvetlerden daha fazla etkilenmesine neden olabilir (152). Literatürde kalça oryantasyonu ile diz artrozu ilişkisini araştıran pek az çalışma vardır (150, 151) diz oryantasyonu ile kalça artrozu ilişkisini inceleyen çalışma ise yoktur. Bu teorik ilişkilerin gerçekte olup olmadığını gösterecek çalışmaların yapılması faydalı olacaktır.



5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, varus gonartrozu bulunan 164 hastanın 315 alt ekstremitte ortoröntgenogramı incelendi. Elli üç hastanın KMY ölçümleri yapıldı. Bu değerler arasındaki ilişkiler SPSS yazılımı ile incelendi. Hesaplamalar sonucunda; varusun şiddeti arttıkça, femur boyun açısının azaldığı, distal femoral eklem yüzünün daha az valgus gösterdiği, proksimal tibial metafizin varus yönünde eğildiği, yere basma açısının varus yönünde arttığı ve muhtemelen buna mukabil distal tibial metafizin valgus yönünde eğildiği sonucu çıktı.

Yapılan regresyon analizinde; mTFA değişimi üzerinde mL DFA ve MPTA'nın beraber %52,2'lik bir etkisi olduğu; mL DFA'nın, mTFA değişimini ters yönde ($\beta = -0,765$, $p < 0,001$), MPTA'nın, mTFA değişimi aynı yönde ve mL DFA'dan biraz daha fazla ($\beta = 0,798$, $p < 0,001$) etkilediği görüldü. mTFA'nın azalmasıyla, LDFA'nın da azaldığı, aralarında zayıf fakat anlamlı bir ilişki olduğu ($r = 0,24$, $R = 0,06$, $p < 0,01$); mTFA'nın azalmasıyla MNSA'nın da azaldığı, aralarında zayıf fakat anlamlı bir ilişki olduğu ($r = 0,15$, $R = 0,02$, $p < 0,01$) tespit edildi. Varusun artmasıyla, ayak bileğine ve femur boynuna binen anormal kuvvetler nedeniyle her iki bölge spongioz kemiğindeki çökmelere bağlı olarak eklem oryantasyonlarının değiştiği yorumunda bulunuldu. MNSA'nın azalmasıyla, aynı bölgeden ölçülen kemik mineral yoğunluğunun arttığı görüldü. Bu durum, benzer konudaki çalışmalar da göz önünde bulundurularak, sıkışan kemik materyalinin DEXA KMY ölçümlerinde artmış KMY olarak kendini gösterdiği ya da değişen femur boyun trabeküler yapısı nedeniyle KMY ölçümünün pozitif yönde yanlış sonuçlar verdiği şeklinde yorumlandı.

Bu yorumlara dayanarak; varus dizi bulunan hastaların tedavisinde diğer eklemlere ait sorunların da sorgulanarak tedavinin yönlendirilmesinin daha uygun olabileceği söylenebilir. Aynı zamanda kalça ve/veya ayak bileği sorunları bulunan hastalarda yüksek tibial osteotominin sanılandan daha yararlı etkilerinin olabileceği; bazı hastalarda ise sadece tibia proksimalinden yapılacak düzeltmelerin yerleşmiş ayak bileği deformitelerini hasta aleyhine bozabileceği ve dizdeki sorunu düzeltirken ayak bileği sorunlarına yol açabileceği rahatlıkla söylenebilir. Bu önermelerin doğruluğunun tayini için daha detaylı araştırmaların yapılması gereklidir.

6. ÖNERİLER

Bu çalışmaya göre, varus gonartrozunda, tibial deformite kadar femoral deformitenin de katkısının olduğu ortadadır. Varus gonartrozu hastalarına ait grafiler birden fazla merkeze çekilmiş olduğu için, her ne kadar uygun olmadığı düşünülen grafiler elense de grafi standardizasyonundan söz etmek bu çalışmada mümkün değildir. Aynı zamanda, sadece, kliniğimizde YTO ameliyatı olmuş varus gonartrozu olan hastaların grafileri değerlendirildiği için hastaların seçimi YTO ameliyatına uygunluklarına göredir. Benzer çalışmanın; şikâyeti olmayan, yaş aralığı daha geniş varus dizli kişilerde de tekrarlanması daha doğru sonuçlar verecektir. Azalmış distal femoral valgusun, varus gonartrozunun sonucu mu, nedeni mi olduğunu belirleyebilecek çalışmaların dizayn edilmesi yararlı olacaktır.

Çalışmadan çıkan diğer sonuç ise varus gonartrozunda distal tibial geometrinin valgus yönünde bozulduğudur. Bu durum her hastada gözükme de bazı hastalarda belirgindir ve varusun şiddeti ile orantılıdır. Bu durumun, neye bağlı olarak geliştiği, neden tüm hastalarda gözükmediği araştırılmalıdır. Varusun şiddeti, süresi, aktivite alışkanlıkları, kemik kalitesi ile bu durumun görülmesi arasında ilişki olabilir. Ayrıca bu bilgiye göre, varus gonartrozu için ameliyat edilen hastaların bazılarında ayak bilek oryantasyonunu bozuyor olmamızın hastaya bir zararı olup olmadığı incelenebilir. Diz varusu ile gelen hastalarda ayak bileği sorunlarının sorgulanması da bu durumun farkındalığını artıracaktır.

Femur boyun açısının varus ile ilişkisi de göze çarpan diğer bir sonuçtur. Her ne kadar çok kuvvetli bir ilişki olmasa da bu durumun, varus diz nedeniyle femur boynuna etki eden vektörlerin açısının değişmesini takiben tibial metafizde görülene benzer çökme nedeniyle olabileceğini düşünmekteyim. Bu teori, aynı zamanda femur boyun açısı az olan hastalarda femoral bölge KMY değerlerinin yüksek olmasını da açıklamaktadır. Bu durumu araştırmak için DEXA yönteminden daha doğru sonuç veren KMY ölçümleri ile benzer çalışmalar yapılabilir. Dizilimi bozulmuş alt ekstremitenin, alt ekstremiteden yapılacak KMY ölçümlerini etkilediğinin daha sağlam kanıtları elde edilebilirse, en azından seçilmiş hastalarda, standart spinal ve femoral ölçümlerden ziyade üst ekstremitte ölçümlerinin daha uygun olacağından söz edilebilir.

Bu çalışmada, hastaların anormal kuvvetlere maruz kalma süresi ve bu kuvvetlerin büyüklüğü göz önünde bulundurulmamıştır. Çok muhtemeldir ki, hastanın vücut ağırlıkları ve varus diz ile yaşadıkları süre, varsa, diğer sebep sonuç ilişkilerini de kuvvetlendirecektir. Planlanacak iyi prospektif çalışmalarla, varus dizi olan hastaların düzenli aralıklarla alınacak standart ortoröntgenogramlarındaki değişimleri gözlemlemek ve varsa, kilo ve süre ile ilişkisini ortaya çıkarmak mümkün olabilecektir.

Çalışmadan çıkan en önemli sonuç, femoral geometri bozukluğunun da en az tibial bozukluk kadar önemli olduğudur. Femoral problem gerçekten bu kadar sıkısa, varus diz için öncelikle tibial osteotominin tercih edilmesi yeniden sorgulanmalıdır. YTO ameliyat yapılmış hastalardan femoral geometri bozukluğu olan hastalar tespit edilip, femoral geometrisi normal olan hastalarla aralarında fayda görme yönünden farklarının olup olmadığı kontrol edilebilir. Farklı sorunlar nedeniyle başvurmuş hastaların diz grafilerinde femoral geometri bozukluğu da araştırılıp, bu hastaların ileride varus geliştirip geliştirmeyecekleri kontrol edilebilir. Böylelikle, Cooke'un iddia ettiği gibi varus dizin normal femur valgusunun azlığından kaynaklanan bir durum olup olmadığı gösterilebilecektir.

KAYNAKLAR

1. **Prof.Dr.Doğan Taner** Fonksiyonel Anatomi, Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi. Hekimler Yayın Birliği, 1996.
2. **Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K.** Prometheus Anatomi Atlası, Cilt1. Nobel Tıp Kitabevi, 2007.
3. **Putz R, Pabst R.** Sobotta İnsan Anatomisi Atlası. 4.Türkçe baskı, Beta Basım Yayın Dağıtım AŞ, 1994
4. **Moore, Keith L.Dalley, Arthur F.** Clinically Oriented Anatomy, 5th Edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
5. **Konrath G, Hamel A, Olson S, et al.** The role of the acetabular labrum and the transverse acetabular ligament in load transmission of the hip. *J Bone Joint Surg (Am)* 80:1781-88, 1998.
6. **Agur, Anne M.R.; Dalley, Arthur F.** Grant's Atlas of Anatomy, 12th Edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
7. **Beat Hintermann.** Total Ankle Arthroplasty: Historical Overview, Current Concepts And Future Perspectives. Springer, 2004.
8. **Paley D.** Principles Of Deformity Correction. Springer, 2003.
9. **Tetsworth K, Paley D.** Malalignment and degenerative arthropathy. *Orthop Clin North Am* 25:367-77. 1994.
10. **Van Raaij TM, Brouwer RW, Reijman M, Bierma-Zeinstra SM, Verhaar JA.** Conventional knee films hamper accurate knee alignment determination in patients with varus osteoarthritis of the knee. *Knee.* 16(2):109-11, 2009.
11. **Hamill J, Knutzen KM.** Biomechanical Basis of Human Movement, 3rd Edition: Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
12. **Müller ME.** Intertrochanteric osteotomy in the treatment of the arthritic hip joint. In:Tronzo RG(ed), Surgery of the hip joint. Philadelphia, Lea & Febiger,1973.
13. **Lippert LS, Davis FA.** Clinical Kinesiology and Anatomy: 4th Edition, Company, 2006.
14. **Levangie PK, Norkin CC.** Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis. F. A. Davis Company, 2005.

15. **Kapandji I.A.** The Physiology of the Joints. 5th Edition, Lower Limb, Volume 2, Churchill Livingstone, 1982.
16. **Brinckmann P, Frobin W, Hierholzer E.** Stress on the articular surface of the hip joint in healthy adults and persons with idiopathic osteoarthritis of the hip joint. *Biomechanics* 14:149-56, 1981.
17. **Athanasίου K, Agarwal A, Dzida F.** Comparative study of the intrinsic mechanical properties of the human acetabular and femoral head cartilage. *J Orthop Res* 12:340-49, 1994.
18. **Dandachli W, Kannan V, Richards R, Shah Z, Hall-Craggs M, Witt J.** Analysis of cover of the femoral head in normal and dysplastic hips: new CT-based technique. *J Bone Joint Surg (Br)* 90(11):1428-34, 2008.
19. **Anda S, Svenningsen S, Dale LG.** The acetabular sector angle of the adult hip determined by computed tomography. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 27:443-47, 1986.
20. **Brinckmann P, Hoefert H, Jongen HT.** Sex differences in the skeletal geometry of the human pelvis and hip joint. *Biomechanics* 1:427-30, 1981.
21. **Genda E, Iwasaki N, Li G, MacWilliams BA, Barrance PJ, Chao EY.** Normal hip joint contact pressure distribution in single-leg standing--effect of gender and anatomic parameters. *J Biomech.* 34(7):895-905, 2001.
22. **Hodge WA, Carlson KL, Fijan RS, Burgess RG, Riley PO, Harris WH.** Contact pressures from an instrumented hip endoprosthesis. *J Bone Joint Surg (Am)* 71(9):1378-86, 1989.
23. **Bachtar F, Chen X, Hisada T.** Finite element contact analysis of the hip joint. *Med Biol Eng Comput.* 44(8):643-51, 2006.
24. **Pustoch A, Cheze L.** Normal and osteoarthritic hip joint mechanical behaviour: a comparison study. *Med Biol Eng Comput.* 47(4):375-83, 2009.
25. **Koch JC.** The Laws of Bone Architecture. *Am. Jour. of Anat.* 21, 1917.
26. **Chang A, Hayes K, Dunlop D, Song J, Hurwitz D, Cahue S, Sharma L.** Hip abduction moment and protection against medial tibiofemoral osteoarthritis progression. *Arthritis Rheum.* 52(11):3515-9, 2005.
27. **Mündermann A, Dyrby CO, Andriacchi TP.** Secondary gait changes in patients with medial compartment knee osteoarthritis: increased load at the ankle, knee, and hip during walking. *Arthritis Rheum.* 52(9):2835-44, 2005.
28. **Fredericson M, Cookingham CL, Chaudhari AM, Dowdell BC, Oestreicher N, Sahrmann SA.** Hip abductor weakness in distance runners with iliotibial band syndrome. *Clin J Sport Med* 10:169-75, 2000.

29. **Eckhoff DG, Bach JM, Spitzer VM, Reinig KD, Bagur MM, Baldini TH.** Three-dimensional mechanics, kinematics, and morphology of the knee viewed in virtual reality. *J Bone Joint Surg (Am)* 87 Suppl 2:71-80, 2005.
30. **Hurwitzal DE, Sumner DR.** Dynamic knee loads during gait predict proximal tibial bone distribution. *Journal of Biomechanics* 31:5, 423-30, 1998.
31. **Akamatsu Y., Koshino T., Saito T. and Wada J.** Changes in osteosclerosis of the osteoarthritic knee after high tibial osteotomy. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 334, 207-14, 1997.
32. **Behrnes J.C., Walker P.S, Shoji H.** Variations in strength and structure of cancellous bone at the knee. *Journal of Biomechanics* 7, 201-7, 1974.
33. **Harada Y., Wevers H.W., Ing I. and Cooke T.D.V.** Distribution of bone strength in the proximal tibia. *Journal of Arthroplasty* 3, 167-75, 1988.
34. **Petersen MM, Olsen C, Lauritzen JB, Lund B, Hede A.** Late changes in bone mineral density of the proximal tibia following total or partial medial menisscectomy a randomized study. *Journal of Orthopaedic Research* 14, 16-21, 1996.
35. **Khodadadyan-Klostermann C., Von Seebach M., Taylor W.R., Duda G.N., Haas N.P.** Distribution of bone mineral density with age and gender in the proximal tibia. *Clinical Biomechanics*, 19 (4), 370-76, 2004.
36. **Fessy MH, Carret JP, Béjui J.** Morphometry of the talocrural joint. *Surg Radiol.Anat.*19(5):299-302, 1997.
37. **Kronenberg, Melmed, Polonsky, Larsen.** Williams Textbook of Endocrinology, 11th ed. Saunders, 2008.
38. **Brandt K, Doherty M, Lohmander LS.** Osteoarthritis, 2nd edition. Oxford University Press, 2003.
39. **Sugita T, Chiba T, Kawamata T, Ohnuma M, Yoshizumi Y.** Assessment of articular cartilage of the lateral tibial plateau in varus osteoarthritis of the knee. *Knee.* 7(4):217-20, 2000.
40. **Zhang Y, Jordan JM.** Epidemiology of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am.* 34(3):515-29, 2008.
41. **Roberts J, Burch TA.** Osteoarthritis prevalence in adults by age, sex, race, and geographic area. *Vital Health Stat* 1. 11(15):1-27, 1966.
42. **Kellgren JH, Moore R.** Generalized osteoarthritis and Heberden's nodes. *Br Med J.* 1:181-7, 1952.

43. **Arden, N.K., Griffiths, G.O., Hart, D.J., Doyle, D.V., Spector, T.D.** The association between osteoarthritis and osteoporotic fracture: The Chingford study. *Br J Rheumatol* 35:1299-1304, 1996.
44. **Verstraeten, A, Ermen H, Haghebaert G, Nijs J, Geusens P, Dequeker J.** Osteoarthritis retards the development of osteoporosis. *Clin Orthop* 264:169-77, 1991.
45. **S. Bağış, G. Şahin, S. Özışık** The Relationship Between Hand Osteoarthritis And Osteoporosis In Postmenopausal Women. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi* 3:1, 2003.
46. **Sowers M, Zobel D, Weissfeld L, Hawthorne V, Carman W.** Progression of osteoarthritis of the hand and metacarpal bone loss. *Arthritis Rheum* 34 (1):36-42, 1991.
47. **Sambrook P, Naganathan V.** What is relationship between osteoarthritis and osteoporosis? *Clin Rheumatol* 11 (4): 695-710, 1997.
48. **Hannan, M.T., Anderson, J.J., Zhang, Y., Levy, D., Felson, D.T.** Bone mineral density and knee osteoarthritis in elderly men and women. The Framingham Study. *Arthritis Rheum* 36:1671-80, 1993.
49. **D J Hart, T D Spector** The relationship between osteoarthritis and osteoporosis in the general population: The Chingford Study *Annals of the Rheumatic Diseases* 53: 158-62, 1994.
50. **Healey, JH, Vigorita, VJ, Lane, JM** The coexistence and characteristics of osteoarthritis and osteoporosis *J Bone Joint Surg (Am)* 67: 586-92, 1985.
51. **Kwan Tat S, Lajeunesse D, Pelletier JP, Martel-Pelletier J.** Targeting subchondral bone for treating osteoarthritis: what is the evidence? *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 24(1):51-70, 2010.
52. **Messent EA, Buckland-Wright JC, Blake GM.** Fractal analysis of trabecular bone in knee osteoarthritis (OA) is a more sensitive marker of disease status than bone mineral density (BMD). *Calcif Tissue Int.* 76(6):419-25, 2005.
53. **Messent EA, Ward RJ, Tonkin CJ, Buckland-Wright C.** Cancellous bone differences between knees with early, definite and advanced joint space loss; a comparative quantitative macroradiographic study. *Osteoarthritis Cartilage.* 13(1):39-47, 2005.
54. **Messent EA, Ward RJ, Tonkin CJ, Buckland-Wright C.** Tibial cancellous bone changes in patients with knee osteoarthritis. A short-term longitudinal study using Fractal Signature Analysis. *Osteoarthritis Cartilage.* 13(6):463-70, 2005.

55. **Messent EA, Ward RJ, Tonkin CJ, Buckland-Wright C.** Differences in trabecular structure between knees with and without osteoarthritis quantified by macro and standard radiography, respectively. *Osteoarthritis Cartilage*. 14(12):1302-5, 2006.
56. **C Buckland-Wright, Cline GA, Beary J, Meyer J.** Risedronate protects against subchondral bone loss in OA knee patients. *Osteoarthritis Cartilage*. 13(SupA):13-4 2005.
57. **Iwamoto J, Takeda T, Sato Y, Matsumoto H.** Effects of risedronate on osteoarthritis of the knee. *Yonsei Med J*. 51(2):164-70, 2010.
58. **Terauchi M, Shirakura K, Katayama M, Higuchi H, Takagishi K.** The influence of osteoporosis on varus osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg (Br)* 80(3):432-6, 1998.
59. **Kikkawa T, Okano T, Hagino H, Otsuki R, Katagiri H, Teshima R.** Knee deformity in rheumatoid arthritis is closely correlated with generalized osteoporosis. *Mod Rheumatol*. 18(1):45-51, 2008.
60. **Wilson MG, Michet CJ Jr, Ilstrup DM, Melton LJ 3rd.** Idiopathic symptomatic osteoarthritis of the hip and knee: a population-based incidence study. *Mayo Clin Proc*. 65(9):1214-21, 1990.
61. **Saltzman CL, Salamon ML, Blanchard GM, Huff T, Hayes A, Buckwalter JA, Amendola A.** Epidemiology of ankle arthritis: report of a consecutive series of 639 patients from a tertiary orthopaedic center. *Iowa Orthop J*. 25:44-6, 2005.
62. **Valderrabano V, Horisberger M, Russell I, Dougall H, Hintermann B.** Etiology of ankle osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res*. 467(7):1800-6, 2009.
63. **Andriacchi TP,** Dynamics of knee malalignment. *Orthop Clin North Am* 25:395-403, 1994.
64. **Guettler J, Glisson R, Stubbs A, Jurist K, Higgins L.** The triad of varus malalignment, meniscectomy, and chondral damage: a biomechanical explanation for joint degeneration. *Orthopedics*. 30(7):558-66, 2007.
65. **Miller EJ, Riemer RF, Haut Donahue TL, Kaufman KR.** Experimental validation of a tibiofemoral model for analyzing joint force distribution. *J Biomech*. 19;42(9):1355-9, 2009.
66. **Mina C, Garrett WE Jr, Pietrobon R, Glisson R, Higgins L.** High tibial osteotomy for unloading osteochondral defects in the medial compartment of the knee. *Am J Sports Med*. 36(5):949-55, 2008.

67. **Witvrouw E, Danneels L, Thijs Y, Cambier D, Bellemans J.** Does soccer participation lead to genu varum? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 17(4):422-7, 2009.
68. **Hunter DJ, Niu J, Felson DT, Harvey WF, Gross KD, McCree P, Aliabadi P, Sack B, Zhang Y.** Knee alignment does not predict incident osteoarthritis: the Framingham osteoarthritis study. *Arthritis Rheum.* 56(4):1212-8, 2007.
69. **Felson DT, Goggins J, Niu J, Zhang Y, Hunter DJ.** The effect of body weight on progression of knee osteoarthritis is dependent on alignment. *Arthritis Rheum.* 50(12):3904-9, 2004.
70. **Zhang Y, Jordan JM.** Epidemiology of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am.* 34(3):515-29, 2008.
71. **Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP,** Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 56:1204-11, 2007.
72. **Cooke TD, Harrison L, Khan B, Scudamore A, Chaudhary MA.** Analysis of limb alignment in the pathogenesis of osteoarthritis: a comparison of Saudi Arabian and Canadian cases. *Rheumatol Int.* 22(4):160-4, 2002.
73. **Sanfridsson J, Ryd L, Svahn G, Friden T, Jonsson K.** Radiographic measurement of femorotibial rotation in weight-bearing. *Acta Radiologica* 42:204-17, 2001.
74. **Sharma L, Song J, Felson DT, Cahue S, Shamiyeh E, Dunlop DD.** The Role of Knee Alignment in Disease Progression and Functional Decline in Knee Osteoarthritis *JAMA.* 286:188-95, 2001.
75. **Cerejo R, Dunlop DD, Cahue S, Channin D, Song J, Sharma L.** The influence of alignment on risk of knee osteoarthritis progression according to baseline stage of disease. *Arthritis Rheum.* 46(10):2632-6, 2002.
76. **Cicuttini F, Wluka A, Hankin J, Wang Y.** Longitudinal study of the relationship between knee angle and tibiofemoral cartilage volume in subjects with knee osteoarthritis. *Rheumatology Oxford* 43:321-4, 2004.
77. **Teichtahl AJ, Davies-Tuck ML, Wluka AE, Jones G, Cicuttini FM.** Change in knee angle influences the rate of medial tibial cartilage volume loss in knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 17(1):8-11, 2009.
78. **Babis GC, An K-A, Chao EYS, Rand JA, Sim FH.** Double level osteotomy of the knee: a method to retain jointline obliquity. *J Bone Joint Surg (Am)* 84:1380-8, 2002.

79. **Cooke TDV, Pichora D, Siu D, Scudamore RA, Bryant JT.** Surgical implications of varus deformity of the knee with obliquity of joint surfaces. *J Bone Joint Surg (Br)* 71:560-5, 1989.
80. **Madsen OR, Schaadt O, Bliddal H, Egsmose C, Sylvest J.** *Osteoarthritis and Cartilage* Volume 2, Issue 2, 1994.
81. **Hulet C, Sabatier JP, Souquet D, Locker B, Marcelli C, Vielpeau C.** Distribution of bone mineral density at the proximal tibia in knee osteoarthritis. *Calcif Tissue Int.* 71(4):315-22, 2002.
82. **Radin, E.L., Paul, I.L., Rose, R.M.** Mechanical factors in osteoarthritis. *Lancet* 1:519-22, 1972.
83. **Brown, T.D., Radin, E.L., Martin, R.B., Burr, D.B.** Finite element studies of some juxarticular stress changes due to localized subchondral stiffening. *J Biomech* 17:11-24, 1984.
84. **Bendele, A.M.** Animal models of osteoarthritis. *J Musculoskeletal Neuronal Interactions* 1:363-76, 2001.
85. **Sharma L. ; Congrong L.; Cahue S.** The mechanism of the effect of obesity in knee osteoarthritis : The mediating role of malalignment. *Arthritis and rheumatism.* 43, 3, 568-75, 2000.
86. **Peterfy C, Cahue S, Marshall M, Kapoor D, Hayes K, Sharma L. et al.** Full-limb and knee radiography assessments of varus-valgus alignment and their relationship to osteoarthritis disease features by magnetic resonance imaging. *Arthritis Rheum.* 15;57(3):398-406, 2007.
87. **Colebatch AN, Hart DJ, Zhai G, Williams FM, Spector TD, Arden NK.** Effective measurement of knee alignment using AP knee radiographs. *Knee.* 16(1):42-5, 2009.
88. **Davis Kirkland W.** Names and Numbers in Musculoskeletal Radiology. University of Wisconsin Department of Radiology.
89. **Brouwer RW, Jakma TS, Bierma-Zeinstra SM, Ginai AZ, Verhaar JA.** The whole leg radiograph: standing versus supine for determining axial alignment. *Acta Orthop Scand.* 74(5):565-8, 2003.
90. **Specogna AV, Birmingham TB, Hunt MA, Jones IC, Jenkyn TR, Fowler PJ, Giffin JR.** Radiographic measures of knee alignment in patients with varus gonarthrosis:effect of weightbearing status and associations with dynamic joint load. *Am J Sports Med.* 35(1):65-70, 2007.
91. **Chen A, Rich V, Bain E, Sterett WI.** Variability of single-leg versus double-leg stance radiographs in the varus knee. *J Knee Surg.* 22(3):213-7. 2009.

92. **Pollo FE, Otis JC, Backus SI, Warren RF, Wickiewicz TL.** Reduction of medial compartment loads with valgus bracing of the osteoarthritic knee. *Am J Sports Med.* 30(3):414-21, 2002
93. **Rana S Hinman; Kim L Bennell;** Advances in Insoles and Shoes for Knee Osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol.* 21(2):164-70, 2009.
94. **Debeyre J, Artigou JM.** Long term results of 260 tibial osteotomies for frontal deviations of the knee. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 58(4):335-9, 1972
95. **M. Marcacci, S. Zaffagnini, G.Giordano, G. Maria M. Muccioli, D. Bruni, R. Halvadjian** High Tibial Osteotomy: The Italian Experience. *Operative Techniques in Orthopaedics*, 17(1):22-28. 2007
96. **Fowler P.J., Tan J.L., Brown G.A.** Medial opening wedge high tibial osteotomy: How I do it *Operative Techniques in Sports Medicine*, 8(1):32-38, 2000.
97. **Ogden S, Mukherjee DP, Keating ME, Ogden AL, Albright JA, McCall RE.** Changes in load distribution in the knee after opening-wedge or closing-wedge high tibial osteotomy. *J Arthroplasty.* 24(1):101-9, 2009.
98. **Papachristou G.** Photoelastic study of the internal and contact stresses on the knee joint before and after osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg.* Jun;124(5):288-97, 2004.
99. **Franco V., Cerullo G., Cipolla M., Gianni E., Puddu G.** Osteotomy for osteoarthritis of the knee. *Current Orthopaedics*, 19(6):415-27, 2005.
100. **Kettelkamp DB, Chao EY.** A method for quantitative analysis of medial and lateral compression forces at the knee during standing. *Clin Orthop Relat Res.* 83:202-13, 1972.
101. **Dowd GS, Somayaji HS, Uthukuri M.** High tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis. *Knee.* 13(2):87-92, 2006.
102. **Babis GC, An KN, Chao EY, Larson DR, Rand JA, Sim FH.** Upper tibia osteotomy: long term results - realignment analysis using OASIS computer software. *J Orthop Sci.* 13(4):328-34, 2008.
103. **Kerrigan DC, Todd MK, Riley PO.** Knee Osteoarthritis and high-heeled shoes. *Lancet*; 351:1399-1401, 1998.
104. **Esenyel M, Gitter A, Walden G.** Yüksek Topuklu Ayakkabılar: Kalça ve Diz Osteoartriti Gelişimi Üzerine Etkileri *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi* 47:(3) Mayıs, 2001.
105. **Kerrigan DC, Lelas JL, Karvosky ME.** Women's shoes and knee osteoarthritis. *Lancet.* 357(9262):1097-8, 2001.

106. **D Casey Kerrigan, Mark E Karvosky, Jennifer L Lelas, Patrick O Riley J.** Men's shoes and knee joint torques relevant to the development and progression of knee osteoarthritis. *Rheumatol* 30(3):529-33, 2003.
107. **Shakoor N, Block JA.** Walking barefoot decreases loading on the lower extremity joints in knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 54(9):2923-7, 2006.
108. **Shakoor N, Lidtke RH, Sengupta M, Fogg LF, Block JA.** Effects of specialized footwear on joint loads in osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 59(9):1214-20, 2008.
109. **Yasuda K, Sasaki T:** The mechanics of treatment of the osteoarthritic knee with a wedged insole. *Clin Orthop* 215:162-72, 1987.
110. **Sasaki T, Yasuda K:** Clinical evaluation of the treatment of osteoarthritic knees using a newly designed wedged insole. *Clin Orthop* 221:381-87, 1987.
111. **Toda Y, Tsukimura N.** A six-month followup of a randomized trial comparing the efficacy of a lateral-wedge insole with subtalar strapping and an in-shoe lateral-wedge insole in patients with varus deformity osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 50(10):3129-36, 2004.
112. **Kerrigan DC, Lelas JL, Goggins J, Merriman GJ, Kaplan RJ, Felson DT.** Effectiveness of a lateral-wedge insole on knee varus torque in patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 83(7):889-93, 2002.
113. **Crenshaw SJ, Pollo FE, Calton EF.** Effects of lateral-wedged insoles on kinetics at the knee. *Clin Orthop Relat Res.* (375):185-92, 2000.
114. **Fang MA, Taylor CE, Nouvong A, Masih S, Kao KC, Perell KL.** Effects of footwear on medial compartment knee osteoarthritis. *J Rehabil Res Dev.* 43(4):427-34, 2006.
115. **Chang A, Hurwitz D, Dunlop D, Song J, Cahue S, Hayes K, Sharma L.** The relationship between toe-out angle during gait and progression of medial tibiofemoral osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 66(10):1271-5, 2007.
116. **Buck P, Morrey BF, Chao EY.** The optimum position of arthrodesis of the ankle. A gait study of the knee and ankle. *J Bone Joint Surg (Am)* 69(7):1052-62, 1987.
117. **Block JA, Shakoor N.** The biomechanics of osteoarthritis: implications for therapy. *Curr Rheumatol Rep.* 11(1):15-22, 2009.
118. **Lieberman JR.** Medial-wedge insoles improved pain and function in osteoarthritic knees with valgus deformity. *J Bone Joint Surg (Am)* 91(2):493, 2009.

119. **Rodrigues PT, Ferreira AF, Pereira RM, Bonfá E, Borba EF, Fuller R.** Effectiveness of medial-wedge insole treatment for valgus knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 15;59(5):603-8, 2008.
120. **Baker K, Goggins J, Xie H, Szumowski K, LaValley M, Hunter DJ, Felson DT.** A randomized crossover trial of a wedged insole for treatment of knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 56(4):1198-203, 2007.
121. **Maly MR, Culham EG, Costigan PA.** Static and dynamic biomechanics of foot orthoses in people with medial compartment knee osteoarthritis. *Clin Biomech* 17(8):603-10, 2002.
122. **Hinman RS, Bennell KL.** Advances in insoles and shoes for knee osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol.* 21(2):164-70, 2009.
123. **Mavcic B, Iglic A, Kralj-Iglic V, Brand RA, Vengust R.** Cumulative hip contact stress predicts osteoarthritis in DDH. *Clin Orthop Relat Res.* 466(4):884-91, 2008
124. **McLeish RD, Charnley J.** Abduction forces in the one-legged stance. *J Biomech.* 3:191-209, 1970.
125. **Valderrabano V, Horisberger M, Russell I, Dougall H, Hintermann B.** Etiology of ankle osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res.* 467(7):1800-6, 2009.
126. **Ramsey PL, Hamilton W.** Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift. *J Bone Joint Surg (Am)* 58(3):356-7, 1976.
127. **Athanasίου KA, Niederauer GG, Schenck RC Jr.** Biomechanical topography of human ankle cartilage. *Ann Biomed Eng.* 23(5):697-704, 1995.
128. **Tanaka Y, Takakura Y, Hayashi K, Taniguchi A, Kumai T, Sugimoto K.** Low tibial osteotomy for varus-type osteoarthritis of the ankle. *J Bone Joint Surg (Br)* 88(7):909-13, 2006.
129. **McKellop HA, Llinás A, Sarmiento A.** Effects of tibial malalignment on the knee and ankle. *Orthop Clin North Am.* 25(3):415-23, 1994.
130. **Puno RM, Vaughan JJ, Stetten ML, Johnson JR.** Long-term effects of tibial angular malunion on the knee and ankle joints. *J Orthop Trauma.* 5(3):247-54, 1991
131. **DKE. Van der schoot, JD. Outer, P. J. Bode, WR. Obermann, B. Van Vugt.** Degenerative changes at the knee and ankle related to malunion of tibial fractures: 15-year follow-up of 88 patients. *J Bone Joint Surg (Br)* 78-B:722-25, 1996.
132. **Olerud C.** The pronation capacity of the foot--its consequences for axial deformity after tibial shaft fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 104(5):303-6, 1985.

133. **Tanaka Y, Takakura Y, Hayashi K, Taniguchi A, Kumai T, Sugimoto K.** Low tibial osteotomy for varus-type osteoarthritis of the ankle. *J Bone Joint Surg (Br)* 88(7):909-13, 2006.
134. **Best A, Daniels TR.** Supramalleolar tibial osteotomy secured with the Puddu plate. *Orthopedics*. 29(6):537-40, 2006.
135. **Hennessy MS, Molloy AP, Wood EV.** Management of the varus arthritic ankle. *Foot Ankle Clin*. 13(3):417-42, viii. Review, 2008.
136. **Yıldız C, Yurttaş Y, Kılınçoğlu V, Başbozkurt M.** Kalça osteoartritinde proksimal femoral osteotomilerin yeri. *Totbid dergisi* 8:30-36, 2009.
137. **Sugioka Y.** Transtrochanteric rotational osteotomy in the treatment of idiopathic and steroid-induced femoral head necrosis, Perthes' disease, slipped capital femoral epiphysis, and osteoarthritis of the hip. Indications and results. *Clin Orthop Relat Res*. (184):12-23, 1984.
138. **Sokolovsky AM, Sokolovsky OA.** Posterior rotational intertrochanteric osteotomy of the femur in children and adolescents. Use in residual deformity of the femoral head after treatment for developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg (Br)* 83(5):721-5, 2001.
139. **Yoon TR, Abbas AA, Hur CI, Cho SG, Lee JH.** Modified transtrochanteric rotational osteotomy for femoral head osteonecrosis. *Clin Orthop Relat Res*. 466(5):1110-6, 2008.
140. **Sailer J, Scharitzer M, Peloschek P, Giurea A, Imhof H, Grampp S.** Quantification of axial alignment of the lower extremity on conventional and digital total leg radiographs. *Eur Radiol*. 15(1):170-3, 2005.
141. **Schmitt H, Kappel H, Moser MT, Cardenas-Montemayor E, Engelleiter K, Kuni B, Clarius M.** Determining knee joint alignment using digital photographs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 16(8):776-80, 2008.
142. **Kizilkanat E, Boyan N, Ozsahin ET, Soames R, Oguz O.** Location, number and clinical significance of nutrient foramina in human long bones. *Ann Anat*. 189(1):87-95, 2007.
143. **Tarr RR, Resnick CT, Wagner KS, Sarmiento A.** Changes in tibiotalar joint contact areas following experimentally induced tibial angular deformities. *Clin Orthop Relat Res*. (199):72-80, 1985.
144. **Takeuchi R, Saito T, Koshino T.** Clinical results of a valgus high tibial osteotomy for the treatment of osteoarthritis of the knee and the ipsilateral ankle. *Knee*. 15(3):196-200, 2008.

145. **Tallroth K, Harilainen A, Kerttula L, Sayed R.** Ankle osteoarthritis is associated with knee osteoarthritis. Conclusions based on mechanical axis radiographs. *Arch Orthop Trauma Surg.* 128(6):555-60, 2008.
146. **Hennessy MS, Molloy AP, Wood EV.** Management of the varus arthritic ankle. *Foot Ankle Clin.* 13(3):417-42, 2008.
147. **Swords MP, Nemec S.** Osteotomy for salvage of the arthritic ankle. *Foot Ankle Clin.* 12(1):1-13. Review, 2007.
148. **Rush SM.** Supramalleolar Osteotomy, *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery.* 26,(2): 245-57, 2009.
149. **Andriacchi TP, Mündermann A, Smith RL, Alexander EJ, Dyrby CO, Koo S.** A framework for the in vivo pathomechanics of osteoarthritis at the knee. *Ann Biomed Eng.* 32(3):447-57, 2004.
150. **Hapa O, Muratlı HH, Cakıcı H, Gülçek S, Akşahin E, Biçimoğlu A.** Is there a relation between hip torsion, coverage and osteoarthritis of the knee? *J Child Orthop.* 3(1):27-31, 2009.
151. **Eckhoff DG, Kramer RC, Alongi CA, VanGerven DP.** Femoral anteversion and arthritis of the knee. *J Pediatr Orthop.* 14(5):608-10, 1994.
152. **Yoshida H, Faust A, Wilckens J, Kitagawa M, Fetto J, Chao EY.** Three dimensional dynamic hip contact area and pressure distribution during activities of daily living. *J Biomech.* 39(11):1996-2004, 2006.

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet ISSIN 1980 yılında Afyonkarahisar’da doğdu. İlkokul eğitimini, Çanakkale, Bayramiç Milli Zafer İlkokulu, Ortaokulu Çanakkale Anadolu ve Afyon Kocatepe Anadolu Lisesi, Lise öğrenimini Ankara Fen Lisesi’nde tamamladı. 1998 yılında girdiği Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Türkçe Tıp bölümünden 2004 yılında mezun oldu. 2005 Temmuz ayından itibaren Sağlık Bakanlığı Metin Sabancı Baltalimanı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde asistan olarak çalışmaktadır.

