



T.C.

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİMDALI

**TİBİA PROKSİMAL POSTERİOR EĞİM AÇILARININ
VARYASYONLARININ ARAŞTIRILMASI**

Dr. İsmail Volkan BAYRAM

UZMANLIK TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır

SİVAS 2023



T.C.

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİMDALI

**TİBİA PROKSİMAL POSTERİOR EĞİM AÇILARININ
VARYASYONLARININ ARAŞTIRILMASI**

Dr. İsmail Volkan BAYRAM

UZMANLIK TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Sefa AKTI

SİVAS 2023



Bu tez Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 10 / 02 / 2010 tarih ve 2010 / 1-2 sayılı kararı ile kabul edilerek yürürlüğe giren Tıpta Uzmanlık Tez Yazım Yönergesine göre hazırlanmıştır.

ONAY SAYFASI

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından ortopedi ve travmatoloji Anabilim Dalı'nda uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Başkan: Prof. Dr. Zekeriya ÖZTEMÜR

Üye: Prof. Dr. Hayati ÖZTÜRK

Üye: Doç. Dr. Sefa AKTI

Bu tez, 24.10.2023 tarih ve 2023/5 sayılı Yönetim Kurulu Kararı ile belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Tarih:

Prof. Dr. Ahmet ALİM

Tıp Fakültesi Dekanı

TEŞEKKÜR

Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimim süresince, yetişmemde büyük katkılarını gördüğüm değerli hocalarım; Prof. Dr. Okay Bulut'a, Prof. Dr. Zekeriya Öztemür'a, Prof. Dr. Hayati Öztürk'e, Doç. Dr. Seyran Kılınç'a ve bu çalışmamda bilgi ve birikimlerinden faydalandığım tez danışmanım Doç. Dr. Sefa Aktı'ya;

Beraber çalıştığım bütün Araştırma görevlisi arkadaşlarıma, servis, poliklinik ve ameliyathanede görev yapan tüm hemşire, personel ve sekreter arkadaşlara teşekkürü borç bilirim.

Her konuda bana desteklerini esirgemeyen haklarını ödeyemeyeceğim aileme ve bilhassa eşim Hatice'ye de sonsuz sevgilerimle teşekkür ederim.

Dr. İsmail Volkan BAYRAM

ÖZET

TİBİA PROKSİMAL POSTERİOR EĞİM AÇILARININ VARYASYONLARININ ARAŞTIRILMASI

Dr. İsmail Volkan BAYRAM

Uzmanlık tezi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı

Sivas

2023

Amaç: Tibianın proksimal posterior eğiminin kişiler arasındaki varyasyonu görece olarak genişdir. Bu nedenle tibianın posterior eğiminin ölçüm yöntemi konusunda literatürde henüz bir fikir birliği oluşmamıştır. Bundan dolayı çalışmamızda, tibianın proksimal eğimini ölçmede en az varyasyon gösteren referans çizgilerini belirlemeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza 01,01,2006-27,02,2023 tarihleri arasında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Uygulama ve Araştırma Hastanesinde alt ekstremité anjiyografi ve kruris tomografisi çekilen tibia ve fibula kemiklerinde kırık olmayan 40-70 yaş hastalar arasından sistematik örnekleme yöntemi ile seçilen 199 hasta dahil edildi. Hastaların görüntüleri incelenerek; tibia ve fibula kemiklerinin birinde veya her ikisinde kırık geçmiş olan taraflar, yine bu kemiklerin herhangi bir bölgesinde tümöral yapı olan taraflar, genetik olarak tibia ve fibula kemiklerinde deformitesi olan taraflar ve tibia, fibula kemiklerinin tamamının görüntü alanına girmediği tarafların ölçümü yapılmadı. Belirlenen kriterlere göre 199 hastanın 192 sağ ve 195 sol taraf ölçümü yapıldı. Hastaların radyolojik değerlendirmesi, SECTRA IDS 7, Sectra AB, Linköping, Sweden ile yapıldı. Tomografi görüntüleri MPR (multi-planar reformat) formatında, 3 düzlem (koronal, sagittal, aksiyal) kullanılarak, ölçüm yapılacak açılar için bölgeler ve akslar belirlenerek akslara göre bölgelerin tibial posterior eğim açılarının ve tibia anterior

metafizler açıların ölçümü yapıldı. Belirttiğimiz akslar klasik yöntemle tibia'nın posterior eğimini belirlemek için ölçüldü: 1, tibia anatomik aksı (TAA), 2, tibia mekanik aksı (TMA), 3, fibula şaft aksı (FSA), 4, tibia anterior kortikal aks (ATKA), 5, tibia posterior kortikal aks (PTKA). Anterior tibial metafiz korteksi ise tibia anterior metafizler açısı (TAMA) ölçümü için kullanıldı.

Hastalar yaş, cinsiyet ve taraf verileri açısından medial, lateral ve orta hattan ölçülen posterior eğim açıları ölçülerek değerlendirildi.

Bulgular: Hastanemizde alt ekstremité anjiyografi ve kruris tomografisi çekilen hastalar arasından seçilerek çalışmamıza dahil edilen 199 hastanın 154'i (%77,4) erkek, 45'i (%22,6) kadın olup hastaların yaş ortalaması 58,64(40-70) idi. Erkeklerin yaş ortalaması 58,94, kadınların yaş ortalaması 57,62 olarak bulundu ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Çalışmamıza dahil edilen hastaların, 5 farklı aksa göre medial, lateral ve orta bölgeden klasik yöntemle ölçümü yapılan PTS açıları arasındaki varyasyon (CoV) değerleri, anterior tibial kortekse göre ölçümü yapılan TAMA'nın varyasyon değerlerinden yüksek düşük bulunmuştur. TAMA'nın varyasyon (CoV) değeri; medial bölgede 4,49, lateral bölgede 5,30 ve orta bölgede 5,10 olarak bulunmuştur. Ayrıca TAMA'nın medial, lateral ve orta bölgeden yapılan ölçüm değerlerinin varyasyon (CoV) değerleri, cinsiyet ve tarafa göre diğer akslarla karşılaştırıldığında da, diğer 5 klasik yöntemle ölçülen PTS değerlerinin varyasyon (CoV) değerlerine göre daha düşük bulunmuştur.

Sonuç: Tibial posterior eğim açısının ölçümü farklı akslara göre yapılabilir. Tibia'nın proksimal posterior eğim açısının ölçümü konusunda fikir birliği hala sağlanmamıştır. Bu çalışmada TAMA'nın ortalama değerlerinin medial, lateral ve orta bölgede sağladığı varyasyon (CoV) değerleri, diğer 5 aksa göre klasik yöntemle ölçüm yapılan PTS değerlerinin ortalama değerlerinin sağladığı varyasyon (CoV) değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Ortopedik cerrahi işlemlerde bu açının kullanılabilirliği için daha geniş popülasyonlarda ileri araştırmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Sözcükler: Tibial proksimal posterior eğim, tibia anterior metafiz aks, varyasyon

SUMMARY

INVESTIGATION OF VARIATIONS IN TIBIAL PROXIMAL POSTERIOR SLOPES ANGLES

Dr. İsmail Volkan BAYRAM

Specialization thesis, Orthopedics and Traumatology Department

Sivas

2023

Aim: The proximal posterior slope of the tibia exhibits relatively wide variation among individuals. Therefore, there is currently no consensus in the literature on the measurement method for tibial posterior slope. For this reason, in our study, we aimed to identify the reference lines that exhibit the least variation when measuring the proximal slope of the tibia.

Materials and Methods: Our study included 199 patients, aged 40-70, without fractures in the tibia and fibula bones, who underwent lower extremity angiography and crural tomography at the Sivas Cumhuriyet University Health Services Application and Research Hospital between January 1, 2006, and February 27, 2023. Patients were selected using a systematic sampling method. The images of the patients were reviewed, and measurements were not taken on the sides with a history of fractures in either one or both of the tibia and fibula bones, sides with any tumorous structures in these bones, sides with genetic deformities in the tibia and fibula bones, and sides where the entire tibia and fibula bones did not appear in the images.

A total of 199 patients met the criteria, and measurements were taken on 192 right and 195 left sides according to the established criteria. Radiological evaluations of the patients were conducted using SECTRA IDS 7, Sectra AB, Linköping, Sweden. Tomography images were used in the MPR (multi-planar reformat) format, and measurements of tibial posterior slope angles and tibia anterior metaphyseal angles were made by identifying regions

and axes for the angles to be measured in three planes (coronal, sagittal, axial).

The following axes were measured to determine the tibial posterior slope using the conventional method: 1, Tibia anatomical axis (TAA), 2, Tibia mechanical axis (TMA), 3, Fibula shaft axis (FSA), 4, Tibia anterior cortical axis (ATKA), 5, Tibia posterior cortical axis (PTKA). The anterior tibial metaphyseal cortex was used to measure the tibia anterior metaphyseal angle (TAMA).

Patients' posterior slope angles measured from the medial, lateral, and midline were evaluated in terms of age, gender, and side data.

Results: Out of the 199 patients included in our study, who were selected from patients undergoing lower extremity angiography and crural tomography in our hospital, 154 (77,4%) were male, and 45 (22,6%) were female. The average age of the patients was 58,64 years, with an age range of 40 to 70, The average age for males was 58,94, and for females, it was 57,62, with no statistically significant difference found between them.

The variation (CoV) values for the PTS angles measured using the conventional method from the medial, lateral, and middle regions of patients included in our study were found to be higher or lower than the variation values of TAMA measured relative to the anterior tibial cortex. The CoV value for TAMA was 4,49 in the medial region, 5,30 in the lateral region, and 5,10 in the middle region. Furthermore, when the variation (CoV) values of TAMA measurements made from the medial, lateral, and middle regions were compared with other axes measured by gender and side, they were found to be lower than the variation (CoV) values of the PTS values measured using the other 5 conventional methods.

Conclusion: The measurement of the tibial posterior slope angle can be performed along different axes. There is still no consensus regarding the measurement of the proximal posterior slope angle of the tibia. In this study, it was found that the variation (CoV) values provided by the average values of

TAMA in the medial, lateral, and middle regions were lower than the variation (CoV) values provided by the average values of PTS measured using the conventional method for the other 5 axes. Further research is needed in larger populations to assess the utility of this angle in orthopedic surgical procedures.

Keywords: Tibial proximal posterior slope, tibia anterior metaphyseal axis, variation



İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
SUMMARY	viii
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ-AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. TİBİA PROKSİMAL KEMİK ANATOMİSİ	3
2.2. TİBİA PROKSİMAL EPİFİZİN GELİŞİMİ	4
2.3. TÜBEROSİTAS TİBİA EPİFİZİNİN GELİŞİMİ	7
2.4. POSTERİOR TİBİAL EĞİM VE ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	12
2.5. POSTERİOR TİBİAL EĞİMİN DİZ BİYOMEKANİĞİNE ETKİLERİ	17
3. GEREÇ VE YÖNTEM	19
4. BULGULAR	35
5. TARTIŞMA	55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
7. KAYNAKLAR	64

KISALTMALAR DİZİNİ

MPR : Mutli-Planar Reformat

TAA : Tibia Anatomik Aks

TMA : Tibia Mekanik Aks

FSA : Fibula Şaft Aksı

ATKA : Anterior Tibial Kortikal Aks

PTKA : Posterior Tibial Kortikal Aks

TAMA : Tibia Anterior Metafizer Açısı

BT : Bilgisayarlı Tomografi

MR : Manyetik Rezonans

PTS : Posterior Tibial Slop

TPA : Tibial Plato Açısı

OSD : Osgood Schlatter Hastalığı MPTS

: Medial Posterior Tibial Slope LPTS :

Lateral Posterior Tibial Slope

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1: Hastaların cinsiyet ve yaşa göre dağılımları.....	35
Tablo 2: Akslara göre medial posterior tibial eğim açılarının ve medial bölge tibia anterior metafizer açının istatistiksel analizi	39
Tablo 3: Akslara göre medial posterior tibial eğim açılarının taraflara göre istatistiksel analizi	40
Tablo 4: Akslara göre medial posterior tibial eğim açılarının cinsiyete göre istatistiksel analizi	41
Tablo 5: Akslara göre lateral posterior tibial eğim açılarının istatistiksel analizi	46
Tablo 6: Akslara göre lateral posterior tibial eğim açılarının taraflara göre istatistiksel analizi	47
Tablo 7: Akslara göre lateral posterior tibial eğim açılarının cinsiyete göre istatistiksel analizi	48
Tablo 8: Akslara göre orta posterior tibial eğim açılarının istatistiksel analizi	52
Tablo 9: Akslara göre orta posterior tibial eğim açılarının taraflara göre istatistiksel analizi	53
Tablo 10: Akslara göre orta posterior tibial eğim açılarının cinsiyete göre istatistiksel analizi	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Tibia-Fibula kemiklerinin ön ve arkadan görünümü (18)	3
Şekil 2: Tibianın üst ucunun görünümü (18)	4
Şekil 3: Alt ekstremitte epifizlerinin görülme zamanları (24)	5
Şekil 4: Alt ekstremitte epifizlerinin kapanma zamanları (24)	6
Şekil 5: Tibial tüberkülün ilk radyografi görüntüleri A: 10 yaş, B: Tibial tüberkülün 10 yaş histolojik görünümü (14)	7
Şekil 6: A: 12 yaş, tüberositas distalinden ossifikasyon başlaması, B: 14 yaş, ossifikasyonun proksimale doğru tamamlanması ve iki ossifikasyon merkezi arasındaki kırık köprü (14)	8
Şekil 7: İki büyüme merkezi arasındaki kartilaj köprünün histolojik görünümü ve distalde kalınlaşmış fibrokartilaj yapı (14)	9
Şekil 8: 16 yaş, fizyolojik epifizyodez (14)	10
Şekil 9: A: OSD lateral radyografi, B: OSD'li adölesan hastanın histolojik görüntüsü (14)	11
Şekil 10: Tibia proksimal epifize etki eden ekstensör kuvvetlerin ve posterior eğimin değişimine etkisinin şematize edilmiş görseli (15)	12
Şekil 11: Tibianın proksimal bölgesinde PTS ölçümü için kullanılan bazı akslar (1)	14
Şekil 12: Tibianın tamamının kullanıldığı lateral grafide PTS ölçümü için kullanılan bazı akslar (8)	15
Şekil 13: Medial ve lateral tibia plato posterior eğim açılarının belirlenmesinde kullanılan bazı akslar ve plato eğim çizgileri (30)	16
Şekil 14: Elektronik ortamda oluşturulan 3D model üzerinden yapılan PTS ölçümü (10)	17
Şekil 15: Tibianın ön-arka aksının aksiyal ve sagital kesitler kullanılarak belirlenmesi (38)	21
Şekil 16: Tibianın ön-arka aksının ve mekanik aksların belirlenmesi A: aksiyal düzlemde ön arka aks. B: sagital düzlemde mekanik aks. C: koronal düzlemde mekanik aks. D: ön-arka aks yönünde, sagital ve koronal düzlemde mekanik aks üzerindeki tibianın elde edilen sagital görüntüsü (38)	22

Şekil 17: Medial tibial posterior eğim açısının yapılacağı eğim çizgisinin belirlenmesi A: medial plato orta noktasından ön-arka aks yönünde geçen çizginin aksiyal kesitteki görüntüsü B: medial plato orta hattından ön-arka aks yönünde geçen çizginin koronal kesitteki görüntüsü C: elde edilen sagittal kesitlerdeki medial tibia plato eğim çizgisi (10,30).....	23
Şekil 18: Lateral tibial posterior eğim açısının yapılacağı eğim çizgisinin belirlenmesi A: lateral plato orta noktasından ön-arka aks yönünde geçen çizginin aksiyal kesitteki görüntüsü B: lateral plato orta hattından ön-arka aks yönünde geçen çizginin koronal kesitteki görüntüsü C: elde edilen sagittal kesitlerdeki lateral tibia plato eğim çizgisi	24
Şekil 19: Orta tibial posterior eğim açısının yapılacağı bölgenin görüntüleri A: tibia proksimal eklem yüzü orta noktasından ön-arka aksta geçen çizginin aksiyal kesitteki görüntüsü. B: tibia proksimal eklem yüzü orta noktasından ön-arka aksta geçen çizginin koronal kesitteki görüntüsü. C: tibia proksimal eklem yüzü orta noktasından ön-arka aksta geçen çizginin sagittal kesitteki görüntüsü ve orta bölge tibial posterior eğim açısının belirlenmesinde kullanılacak çizgi.....	25
Şekil 20: Tibia sagittal mekanik aks (30).....	26
Şekil 21: Tibia anatomik aks (30,40).....	27
Şekil 22: Tibia anterior kortikal aks (30).....	28
Şekil 23: Tibia posterior kortikal aks (30).....	29
Şekil 24: Tibia anterior metafizer çizgi (39)	30
Şekil 25: Fibula şaft aksı (8,30).....	31
Şekil 26: Ölçüm yapılan akslar A: tibia sagittal anatomik aks. B: tibia sagittal mekanik aks. C: fibula sagittal aks. D: tibia anterior kortikal aks. E: tibia posterior kortikal aks. F: tibia anterior metafizer aks (8,30,38–40).....	32
Şekil 27: PTS ve TAMA açılarının ölçümü (39).....	33
Şekil 28: Tibia anterior metafize aksa göre orta tibial posterior eğim açısının ölçümü	34
Şekil 29: Yaş dağılımı histogramı.....	35

1. GİRİŞ-AMAÇ

Tibial posterior eğim açısının belirlenmesinde kullanılacak anatomik referanslar konusunda literatürde fikir birliği yoktur (1). Yapılan çalışmalarda da kullanılan anatomik referans çizgilerinden ayrıntılı olarak bilgi verilmemiştir (2–5).

Kullanılan referans çizgilerinden biri, yük iletimi göz önüne alınarak kullanılan tibianın sagital mekanik aksıdır. Sagital planda diz hareketi sırasında eklemin orta noktası değiştiğinden dolayı bu düzlemde alınacak mekanik aks, koronal düzlemdeki mekanik aksa tam olarak benzemese de diz ve ayak bileği orta noktalarını birleştiren çizgi olarak tanımlanmasıyla belirlenir (6,7). Tibianın sagital anatomik aksı, anterior korteks çizisi, posterior korteks çizgisi, fibula anatomik aksı kullanılan diğer referans çizgilerindendir. Kullanılan bu akslar bazen tibianın tamamını içeren uzunlukta kullanılırken, bazen diz ekleminde belirli uzaklıktaki noktalar arasındaki bölgeler referans alınarak belirlenmiştir (8).

Yoo ve arkadaşlarının Koreli kadınlar üzerinde yapmış oldukları çalışmada 6 farklı aksa göre tibial posterior eğim ölçümü yapmışlardır ve bulunan değerlerin kişiler arasında çok geniş varyasyonu olduğunu göstermişlerdir (8).

Utzscheiner ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, tibianın proksimal bölgesini kullanarak belirledikleri farklı akslara göre yapmış oldukları tibia proksimal posterior eğim açıları, akslardan bağımsız olarak kişisel olarak geniş değişkenlikler saptamışlardır (1).

Nunley ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, mekanik aksa göre medial ve lateral tibia proksimal posterior eğim açısını ölçmüşlerdir. Yapılan ölçümlerden sonra hem medial hem de lateral bölgenin eğim açılarının çok geniş değişkenlikler gösterdiklerini saptamışlardır (9).

Calek ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, mekanik aksa göre medial ve lateral tibia proksimal posterior eğim açısını ölçmüşlerdir. Yapılan ölçümlerden sonra hem medial hem de lateral bölgenin eğim açılarının çok geniş değişkenlikler gösterdiklerini saptamışlardır (10).

Ölçümler yapılırken CT, MR ve lateral radyografi tetkikleri kullanılabilir

(1). Lateral diz grafilerinde, tibianın tamamı görülemediği için kemiğin normal akslarının tam olarak belirlenmesi zordur. Ayrıca rutinde kullanılan lateral diz radyografilerde tibianın medial ve lateral platolarının ayrımı zor olacağından değerlendirme için yeterli bilgi sağlamaz (11). CT ve MR görüntülerinde medial ve lateral plato ayrımı net olarak yapılsa da rutin tetkiklerde tibianın tamamının kullanılmaması PTS'nin ölçümünü ve değerlendirmesini zorlaştıracaktır (12,13). Bu yüzden kolay ölçüm yapılmasına olanak sağlayan ve daha az değişkenlik gösteren anatomik referans noktalarının belirlenmesi cerrahi işlem başarısının artmasını sağlayabilir.

Gelişim çağlarında, adölesan dönemde tibia proksimal epifizi ve tibial tüberküle etki eden asimetric kuvvetlerin PTS üzerinde etkisi olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (14,15).

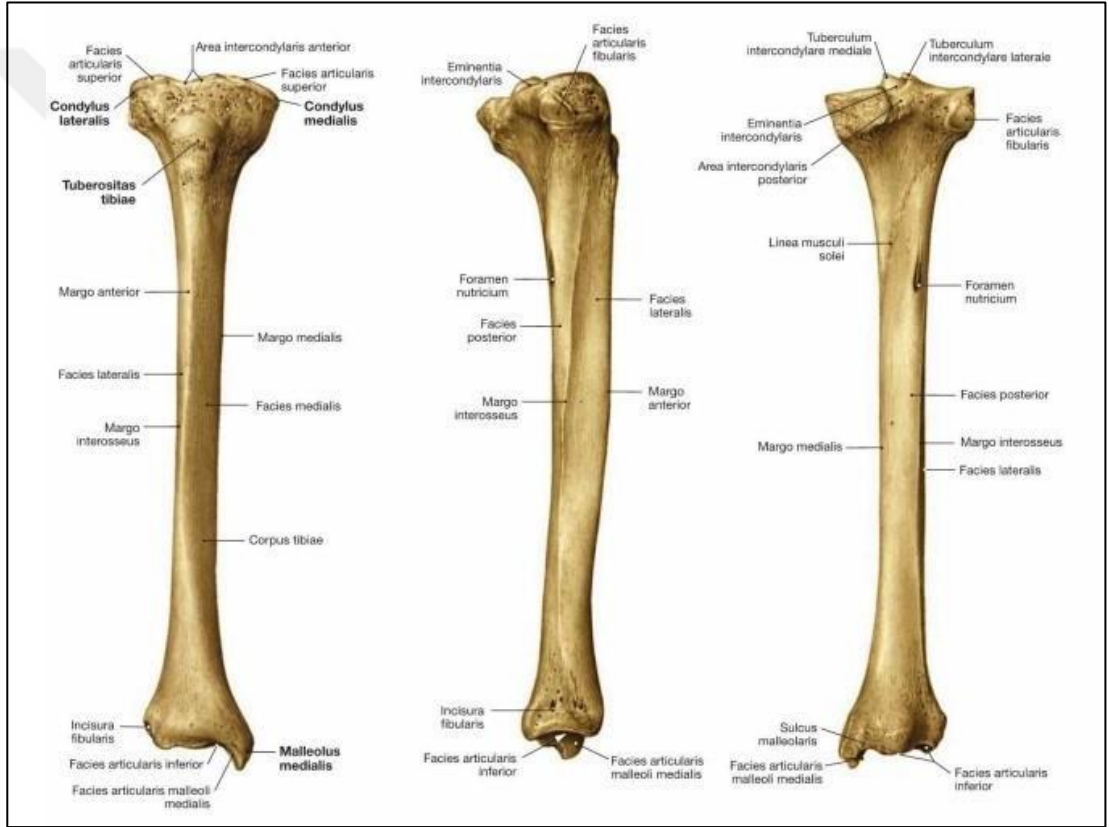
Hipotezimiz; gelişim sürecinde etki altında kaldığı kuvvetler nedeniyle farklılıklar gösteren tibial posterior eğim açısının, değişkenlerden daha az etkilenen tibia proksimal metafiz bölgesinin anterior kenarına göre yapılacak ölçümlerde diğer akslara göre daha az varyasyon göstereceğidir.

Bu çalışmanın amacı hastaların BT görüntüleri üzerinden inceleme yapılarak 40-70 yaş arası kişilerde posterior tibial eğim açılarının varyasyonlarını detaylı şekilde inceleyerek, değişimin en az olduğu aksları ve bölgeleri bulmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. TİBİA PROKSİMAL KEMİK ANATOMİSİ

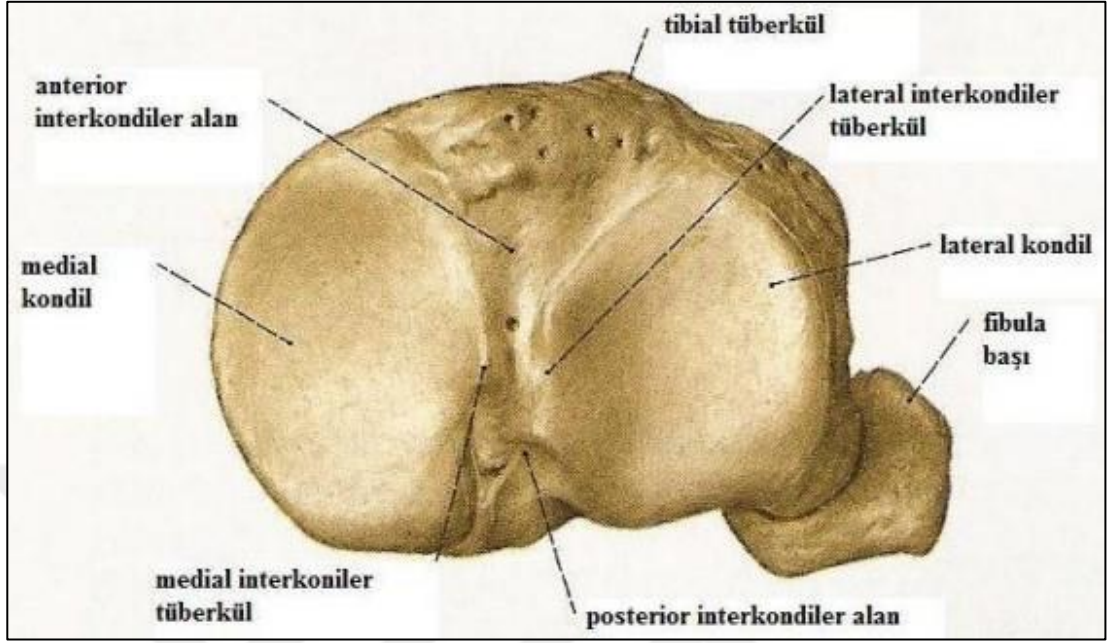
Tibia, iki kemikten oluşan bacak bölümünde medialde ve daha güçlü olan kemiktir (16). Medial ve lateral platoların altındaki kondiler yapıları anterior kısımda birleşerek patellar tendonun yapışma yeri olan tibial tüberkülü oluşturur (Şekil 1) (17).



Şekil 1: Tibia-Fibula kemiklerinin ön ve arkadan görünümü (18)

Kemiğin proksimalinde genişleyerek diz ekleminin oluşumuna katılan ve karmaşık yapıya sahip olan medial ve lateral plato olarak isimlendirilen yüzeyler mevcuttur. Bu yapılardan iç kısımda olanı medial plato, dış kısımda olanı lateral plato olarak adlandırılır ve bu iki plato interkondiler eminensia tarafından ikiye ayrılır (16). Yükün taşınmasında ana rol alan medial plato, lateral platoya göre daha geniştir ve daha konkav yapıya sahiptir (19). Lateral

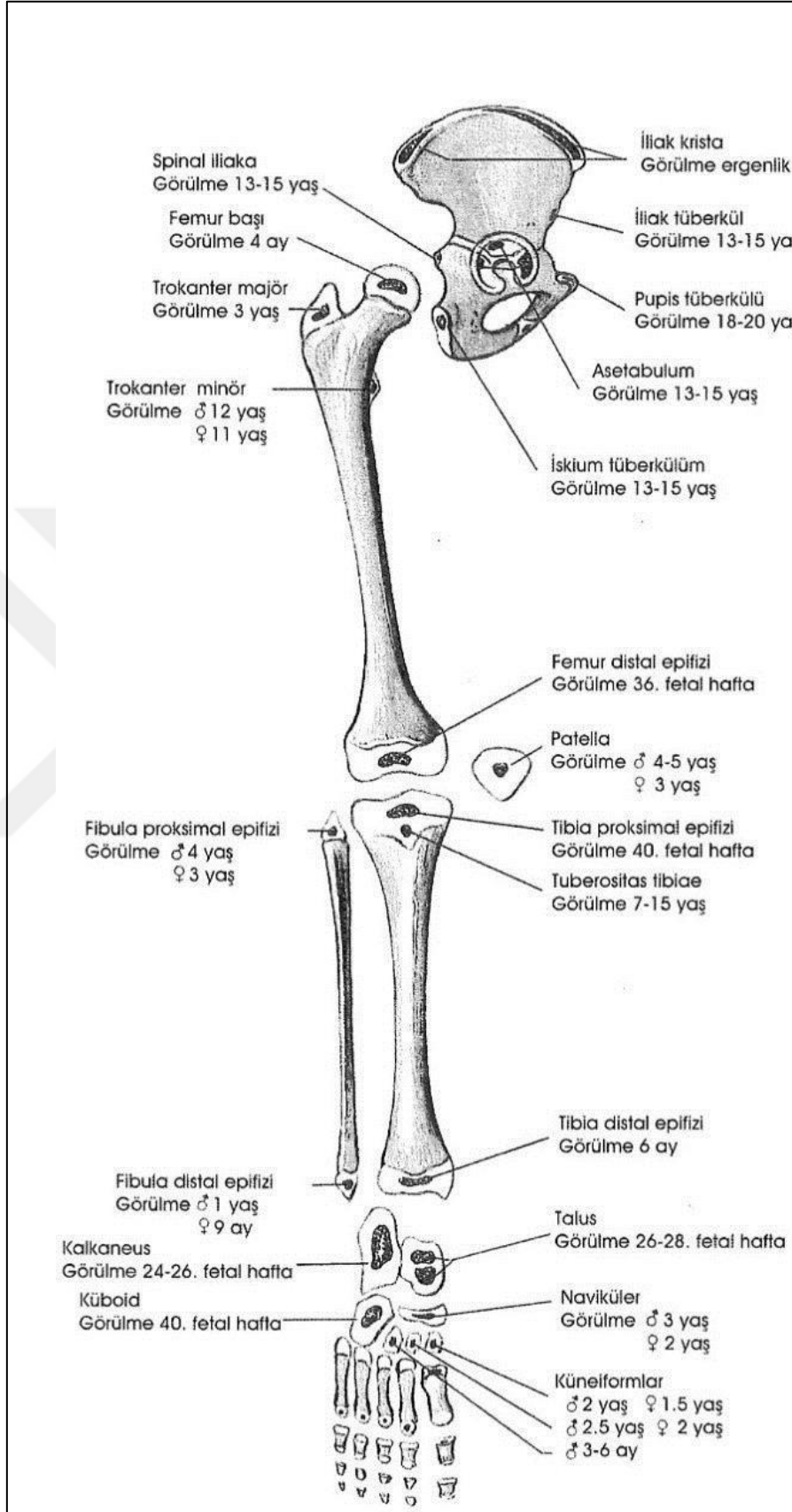
plato yuvarlak şekilli ve daha konveks bir yapıya sahiptir (Şekil 2) (20).



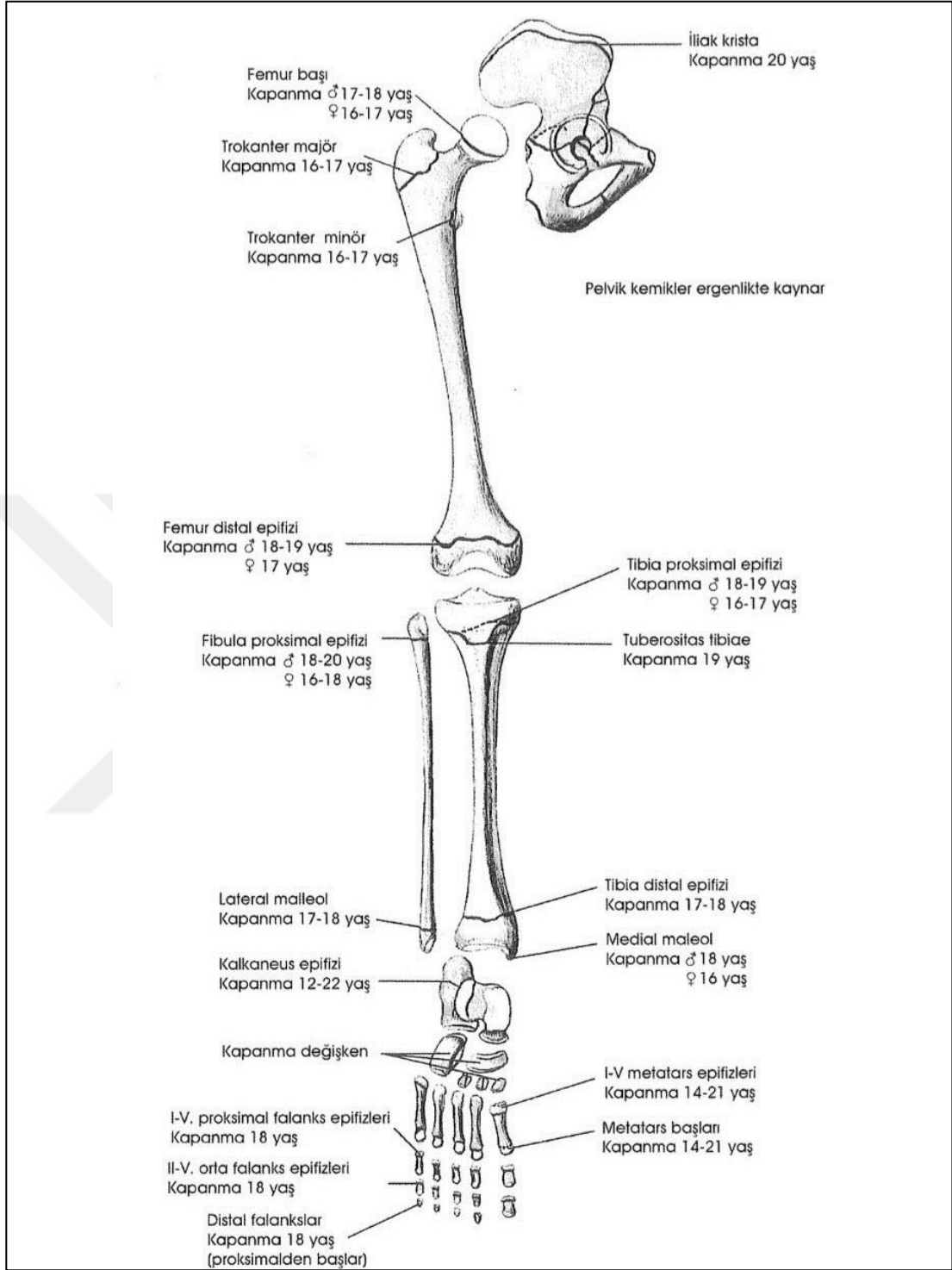
Şekil 2: Tibianın üst ucunun görünümü (18)

2.2. TİBİA PROKSİMAL EPİFİZİN GELİŞİMİ

Tibianın proksimalindeki epifiz gelişimi anne karnındayken başlar ve doğum anında mevcuttur (21). Yapılan araştırmada fetüslerin 63%'ünde 35, gestasyonel haftada görülürken, fetüslerin 73%'ünde 38, gestasyonel haftada görülmüştür (Şekil 3) (22). Tibia proksimal epifizin bacak uzamasına katkısı 27% iken, tibianın uzamasına katkısı 55%'tir (23,24). Epifiz erkeklerde 18-19 yaşında kapanırken, kadınlarda 16-17 yaşında kapanır (Şekil 4) (24). Epifizin kapanması arka medialden başlar. Önce santral bölge kapanırken periferde doğru kapanma devam eder. Arka medialden başlayan kapanma ön lateral bölgeye doğru giderek sonlanır (21).



Şekil 3: Alt ekstremitte epifizlerinin görülme zamanları (24)



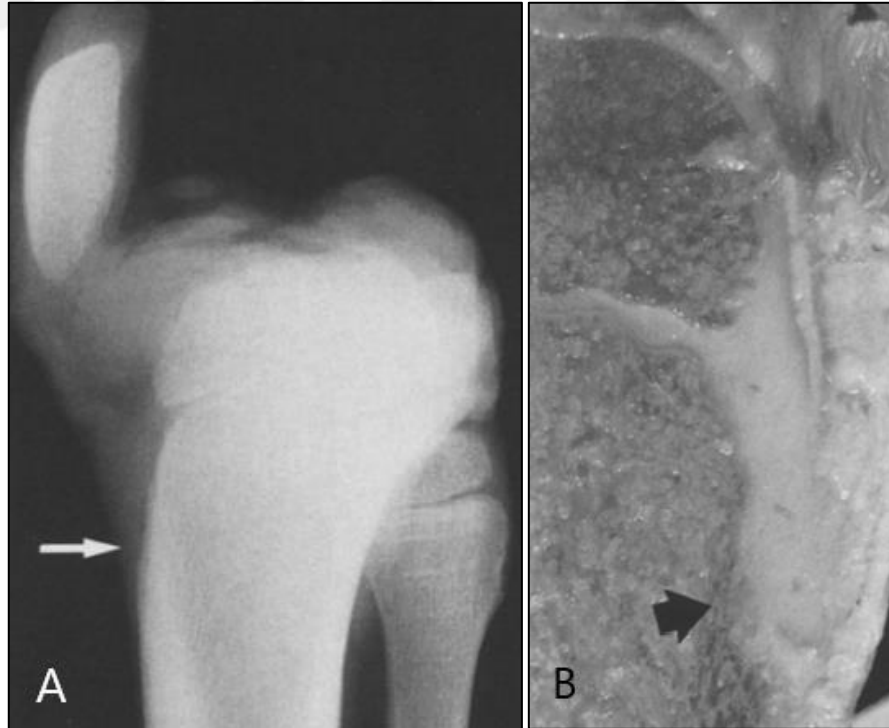
Şekil 4: Alt ekstremitte epifizlerinin kapanma zamanları (24)

2.3. TÜBEROSİTAS TİBİA EPIFİZİNİN GELİŞİMİ

Tüberositas tibia veya tibial tüberkül ilk olarak gestasyonel on üçüncü haftada (12-15, hafta) kıkırdak bir yapı şeklinde, 8 yaş civarında (9-14 yaş) ikincil kemikleşme merkezi şeklinde görülebilir. Tibia metafizi ile birleşmesi 15- 17 yaşlarında olur (14,21,23).

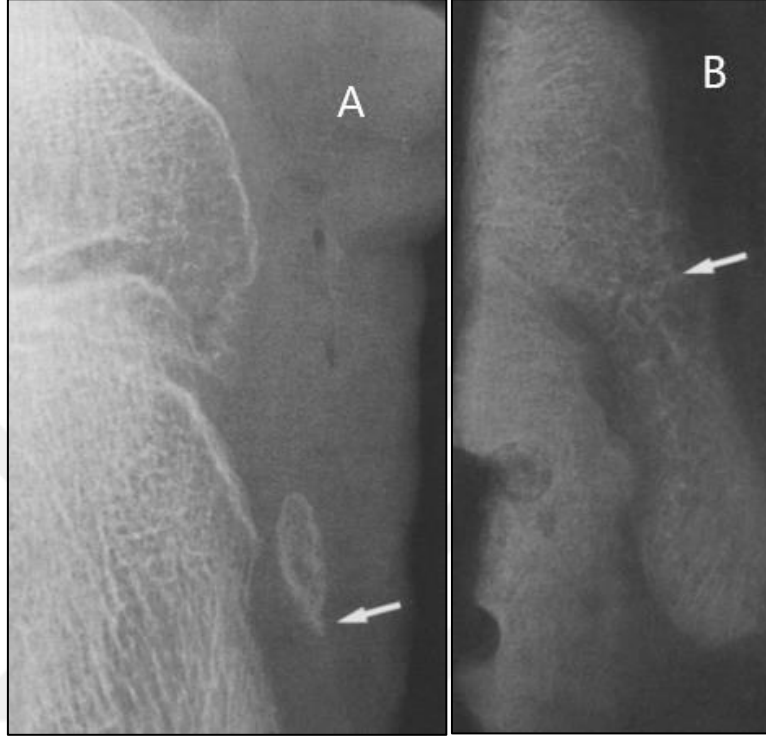
12-15, gestasyonel haftalar arasında tibial tüberkül, proksimal tibial epifizin ön tarafında bir uzantısı olarak bulunur. Yapısal olarak büyüme plağından farklı olarak kartilajinöz yapıdadır. Fetal gelişimin tamamlanmasının ardından tibia proksimal epifizle aynı seviyede olan tibial tüberkülün distal bölgeye doğru yer değiştirmesi doğumdan sonra gerçekleşir. Bu dönemde tipik bir büyüme plağı yapısında olmayan tibial tüberkül, daha çok fibrokartilaj yapıdadır. Bu yapısal düzenlemenin kuadriseps kası ve patellar tendonun yarattığı çekme stresi nedeniyle dayanıklılığı artırmak için olduğu düşünülmektedir (14).

Yaşamın 7-9 yıllarında tibial tüberkülün alt ucunda ikincil kemikleşme merkezi oluşur (Şekil 5) (14).



Şekil 5: Tibial tüberkülün ilk radyografi görünümüleri A: 10 yaş, B: Tibial tüberkülün 10 yaş histolojik görünümü (14)

Proximale doğru uzanım gösteren kemikleşme merkezi, tibia proksimalindeki ikincil kemikleşme merkezinden ergenlik döneminde kıkırdak bir köprü ile ayrılır (Şekil 6, Şekil 7) (14).



Şekil 6: A: 12 yaş, tüberositas distalinden ossifikasyon başlaması, B: 14 yaş, ossifikasyonun proximale doğru tamamlanması ve iki ossifikasyon merkezi arasındaki kıkırdak köprü (14)



Şekil 7: İki büyüme merkezi arasındaki kartilaj köprünün histolojik görünümü ve distalde kalınlaşmış fibrokartilaj yapı (14)

Kadınlarda 13-15 yaş, erkeklerde 15-19 yaş aralığında bu epifizin kapanması görülebilir. 15 yaş civarında tüberositas tibia epifizi, proksimal tibia ile birleşir ve distale doğru kapanmaya başlar (Şekil 8) (14).



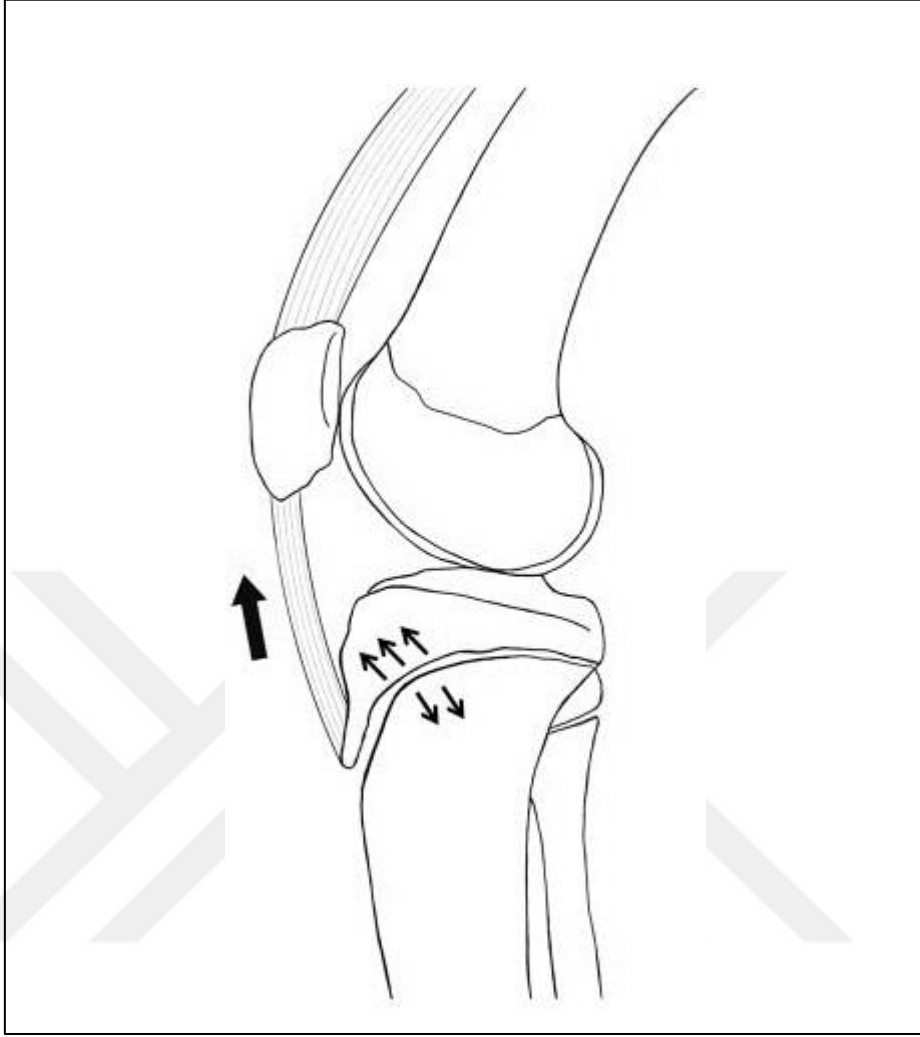
Şekil 8: 16 yaş, fizyolojik epifizyodez (14)

Osgood Schlatter hastalığı (OSD), adölesanlarda kemikleşme öncesi hipertrofik fazda olan kıkırdak hücrelerinin (radyolojik olarak görülmeyen dönemde), patellar tendonun tekrarlayan çekmesine bağlı oluşan kronik strese dayanamaması nedeniyle ayrışması ile olur. Avülsiyone olan kısımdaki sağlam kıkırdak gelişmeye devam ederek distalde tibial tüberkülün ikincil kemikleşme merkezi ile birleşir ve genişlemiş tüberositas tibia oluşturur (Şekil 9) (14).



Şekil 9: A: OSD lateral radyografi, B: OSD'li adölesan hastanın histolojik görüntüsü (14)

Green ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada OSD olan adölesanların PTS değerleri, normal adölesanlardan daha yüksek bulunmuştur. Bu durum avülsiyone olan tibial tüberkülde büyümenin devam etmesine ve tibial proksimal epifizin arka kısmının etkisi altında kaldığı streten dolayı büyümesinin ön tarafa göre yavaşlamasına bağlı olduğu düşünülmüştür. Ayrışma sonrası tibial tüberkülde devam eden büyüme genişlemiş bir tüberositas tibiaya neden olur. Bu durumun artmış tibial posterior eğimle sonuçlanabileceğini göstermişlerdir. (14,15).



Şekil 10: Tibia proksimal epifize etki eden ekstensör kuvvetlerin ve posterior eğimin değişimine etkisinin şematize edilmiş görseli (15)

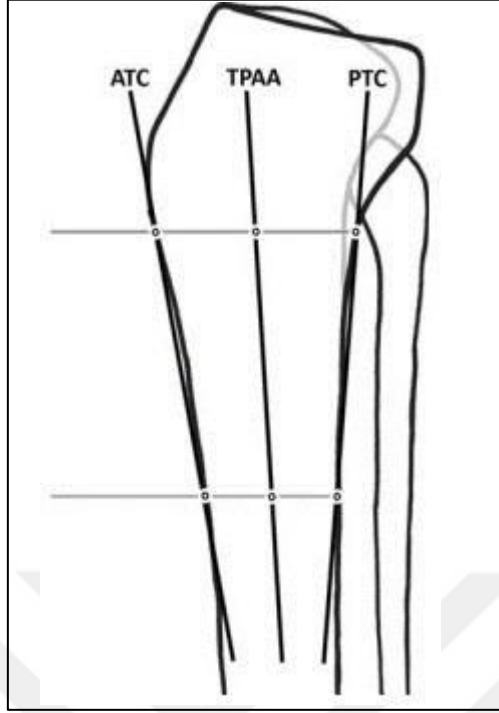
Ayrıca adölesan dönemde tibial tüberkül üzerine etki eden kuvvetleri değiştirebilen yapısal bozukluklar (patella alta), spor, travma gibi değişkenlerin posterior tibial eğimi değiştirebilir (Şekil 10) (15). Bazı nöromüsküler hastalıklarda, genu rekurvatum deformitesinin gelişmesinde tibial tüberkül ve tibia proksimal epifizinin gelişim dönemlerindeki maruz kaldığı kuvvetler etkilidir (25).

2.4. POSTERİÖR TİBİAL EĞİM VE ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Tibial posterior eğim açısı, tibianın proksimal bölgesinin, sagital düzlemdeki arkaya doğru eğimidir (26). Yapısal değişimlere bağlı olarak

varyasyon gösteren tibial posterior eğim açısının ölçüm tekniklerinde de birçok farklı teknik kullanılmıştır. Uygun dizilimin sağlanabilmesi için birçok planlama ve cerrahi teknik bildirilmiş olsa da sagittal hizalama için az sayıda çalışma vardır. Tariflenen teknikler ve referans noktaları açısından da fikir birliği yoktur (1). Cerrahi öncesi planlamada tibianın tamamının görüntülendiği lateral radyografi, üç boyutlu bilgisayarlı tomografi görüntüleri (BT) veya manyetik rezonans (MR) görüntüleri kullanılabilir (1,27,28). Radyografilerde medial ve lateral platoların ayrı ayrı belirlenerek tibial posterior eğim açısının ölçümünün zor olduğu konusunda fikir birliği vardır (12,13). Rutin kullanılan diz grafilinde tibia kemiğinin tamamının gözükmemesi nedeniyle kesin ve mükemmel ölçüm yapmak zordur. Yapılan çalışmalarda tibianın proksimalden 20 cm distali gösteren grafilere ile tamamının gözükmediği grafilere yapılan ölçümler arasında benzerlik görülürken, daha kısa görünüm olduğu grafilere yapılan ölçümlerde sonuçlarda değişiklik olduğu izlenmiştir (29). BT ve MR üzerinden yapılan ölçümler tibia proksimalinin her bölgesinin daha iyi analiz edebilmesine olanak sağladığı için detaylı ölçümler yapılabilir. Aynı zamanda cerrahlar ameliyat esnasında maliyet ve ulaşım kapasitesine göre, doğru sagittal hizalama ve tibial posterior eğim açısının bulabilmek için çeşitli intra ve eksramedüller kılavuzlar, bilgisayar destekli hizalamalar kullanmışlardır (27).

PTS ölçümü yapılırken çeşitli anatomik referans noktaları, ölçüm yapılacak olan görüntüleme bölgesinin genişliğine göre değişiklik gösterebilir. Standart diz grafilere üzerinden yapılacak ölçümlerde tibia proksimal anatomik aks, tibia proksimal mekanik aks, anterior kortikal aks, posterior kortikal aks, kullanılmıştır (Şekil 11) (1).

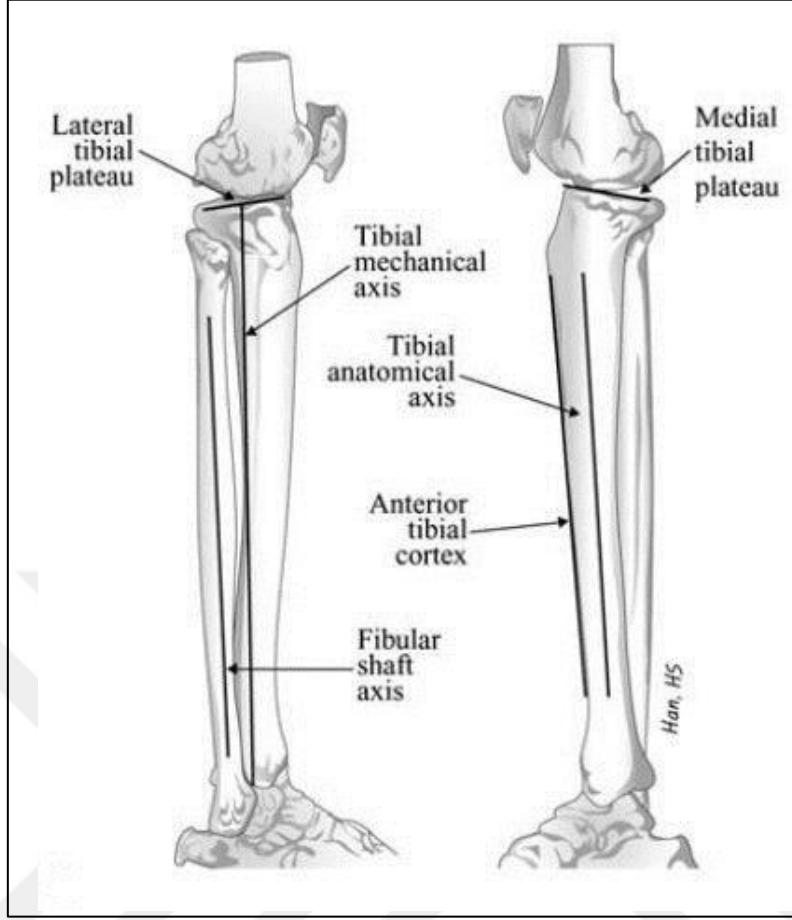


Şekil 11: Tibianın proksimal bölgesinde PTS ölçümü için kullanılan bazı akslar (1)

Ayrıca standart grafilerden daha geniş bölgeyi gösteren veya tüm tibianın görüntülediği grafilerde hem kemiğin uzun aksları kullanılırken hem de diz eklemi ve ayak bileği ekleminde belirli uzaklıktaki aralıktaki bölgelerin ekseni kullanılmıştır (Şekil 12, Şekil 13) (8,30).

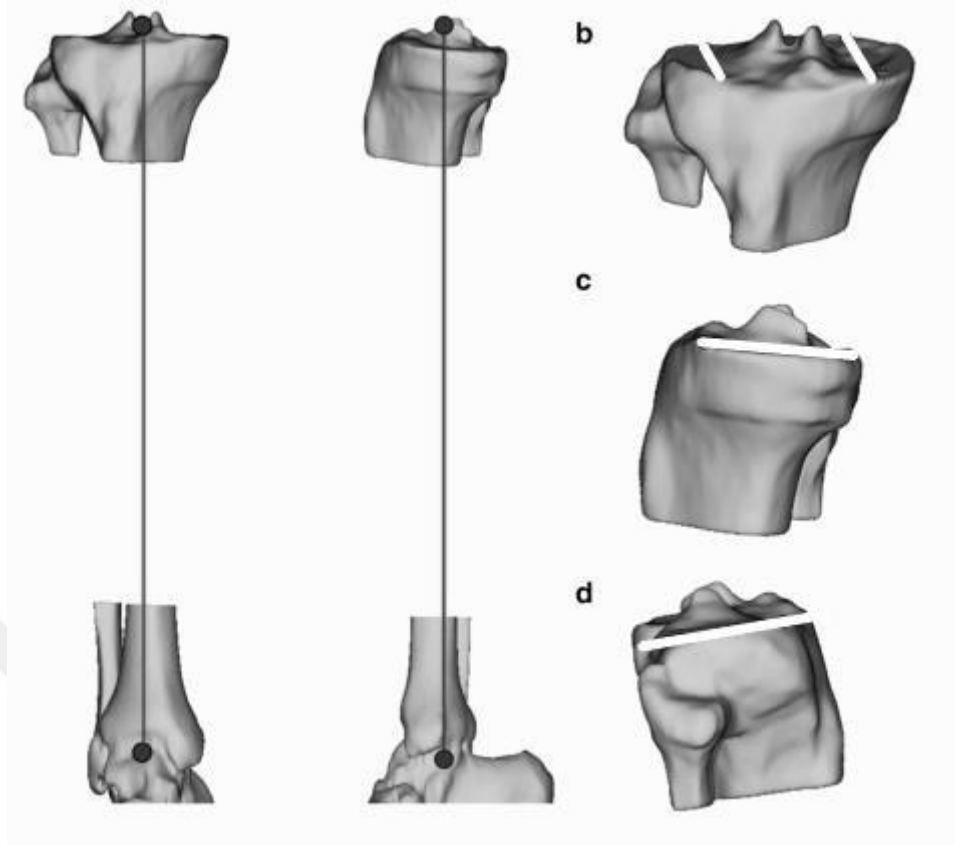


Şekil 12: Tibianın tamamının kullanıldığı lateral grafide PTS ölçümü için kullanılan bazı akslar (8)



Şekil 13: Medial ve lateral tibia plato posterior eğim açılarının belirlenmesinde kullanılan bazı akslar ve plato eğim çizgileri (30)

Ayrıca 3D BT görüntüleri kullanılarak veya bu görüntülerden oluşturulan 3D modeller üzerinden daha detaylı ölçümler yapılmıştır (Şekil 14) (10,31).



Şekil 14: Elektronik ortamda oluşturulan 3D model üzerinden yapılan PTS ölçümü (10)

2.5. POSTERİOR TİBİAL EĞİMİN DİZ BİYOMEKANİĞİNE ETKİLERİ

Tibial posterior eğim açısının diz kinematiği üzerine etkileri önemlidir. Tibial posterior eğim açısındaki artış tibianın ateroposterior translasyonunu artırır (32). Artmış eğim açısı tibianın anterior yer değiştirmesini artırarak ön çapraz bağ gerilimini artırdığı gösterilmiştir (13,26). Gerilimin artması ön çapraz bağ rüptürü açısından riski artırmıştır. Yine artroplasti operasyonu sonrası, anteroposterior stabilitenin azalmasına bağlı hareketlerde artış polietilen insertin aşınmasını artırır. Tam tersi şekilde azalmış bir tibial posterior eğim açısı tibianın ön tarafındaki yük dağılımını artırarak kullanılan implanta çökmeye ve aseptik gevşemeye neden olabilir (33).

Arka çapraz bağ gerilimi de tibial posterior eğimden etkilenir. Artan bağ gerilimi hareket açıklığında azalmaya ve dizilim sonrası sertliğe neden olurken, azalmış bağ gerilimi gevşekliğe sebep olur. Uygun sagittal dizilim sağlanmamış

operasyonlarda erken dönemde başarısız sonuçlar, özellikle bağ koruyan total diz artroplastisi seçeneklerinde yetmezlikler olabilir. Posterior eğimin azalması arka çapraz bağ femoral ve tibial yapışma yerleri arasındaki mesafeyi artırarak bağın gerilimini artırdığı gösterilmiştir (34).

İnsan dizinde yük taşıma kapasitesi medial platoda laterale göre daha fazladır. Medial platoda ise plato merkezinin yük taşıma kapasitesi anteriordan daha fazladır (35,36). Azalmış posterior eğim açısı eklem anteriorunda baskıyı artıracığı için yük taşıma kapasitesini azaltır ve eklem sertliğine sebep olur.

Posterior eğimin diz çevresindeki kollateral bağlar ve yumuşak doku üzerinde olumlu veya olumsuz etkileri olabilir. Artroplasti sonrası bağlarda gerginlik ve eklem hareketlerinde fleksiyonda kısıtlılık olan durumda arka çapraz bağ gevşetmesinin yalnızca bağ gerginliğini etkilediği, posterior eğim açısının artırılmasının hem diz çevresi kollateral bağlara ve arka çapraz bağ gerilimine etki ettiği gösterilmiştir (33).

Tibial posterior eğim açısının dizi hareket ettirmek için gerekli olan ekstensör mekanizma güçleri üzerine de etkilidir. Eğimin arttığı durumlarda kuvvet kolunun artması nedeniyle ekstansiyon için gerekli kuvveti azaltır (26).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

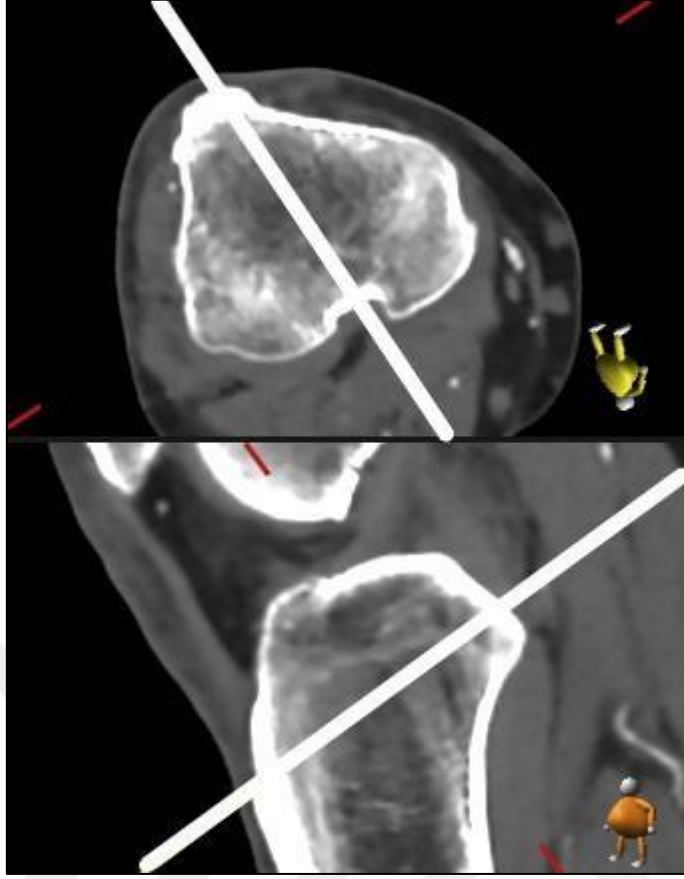
Çalışmamız Cumhuriyet Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 10,03,2021 tarih ve 2021-03/37 karar numaralı onayı ile yapılmıştır. Araştırmamıza 01,01,2017-31,12,2019 tarihleri arasında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Uygulama ve Araştırma Hastanesinde 40-70 yaş arasındaki alt ekstremitte anjio veya kruris tomografisi çekilen hastalar arasından sistematik örnekleme yöntemi ile seçilen 199 hasta seçildi. Hastaların görüntülerinde, tibia ve fibula kemiklerinden herhangi biri veya ikisinde; tamamının veya bir kısmının görüntüleme alanına girmediği taraflar (ampute uzuv veya çekime bağlı), tümöral yapı olan taraflar, kırık olan veya daha önceden kırık geçirilmiş taraflar, yapısal olarak deformitesi olan veya deformite nedeniyle düzeltici osteotomi yapılan taraflar, diz veya ayak bileği eklemlerinin herhangi bir tanesine artoplasti yapılmış olan taraflar çalışmadan çıkarıldı. Dışlama kriterleri dahilinde 199 hastaların 192 sağ taraf, 195 sol taraf ölçümleri yapıldı.

Hastaların radyolojik değerlendirmesi, çok düzlemli görünümüleri oluşturmaya izin veren bir görüntüleme sistemi (SECTRA IDS 7, Sectra AB, Linköping, Sweden) ile yapıldı. Görüntüler MPR formatında sagittal, koronal ve aksiyal düzlemlerde yapılan düzenlemeler sonrası elde edilen sagittal görüntülerde yapılan ölçümler sonrasında incelendi. Elde edilen veriler ayrıca yaş, cinsiyet ve tarafa göre değerlendirildi.

Shapiro-Wilks testi dağılımın normalliğini değerlendirmek için uygulanmıştır. Normal dağılım gösteren bağımsız değişkenler bağımsız t testi kullanılarak karşılaştırıldı ve normal dağılım gösteren bağımlı değişkenler eşleştirilmiş t testi kullanılarak karşılaştırıldı. Varyasyon katsayısı (CoV), verilerin değişkenliğini belirlemek için kullanılan göreceli bir dağılım ölçüsüdür. Gruplar arasında CoV değerinin önemini test etmek için Z testi kullanılmıştır. Daha önce yapılan çalışmada, tibial posterior eğim açısının, minimal klinik olarak anlamlı farkı apriori olarak 2° ve üzeri bulunmuştur (37). Ortalamanın 2 derecelik aralığında her iki grubun yüzde değerleri hesaplanmıştır. Tüm istatistiksel analizler SPSS Sürüm 25 yazılımı (SPSS Inc. Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapılmıştır. ($p < 0,05$)

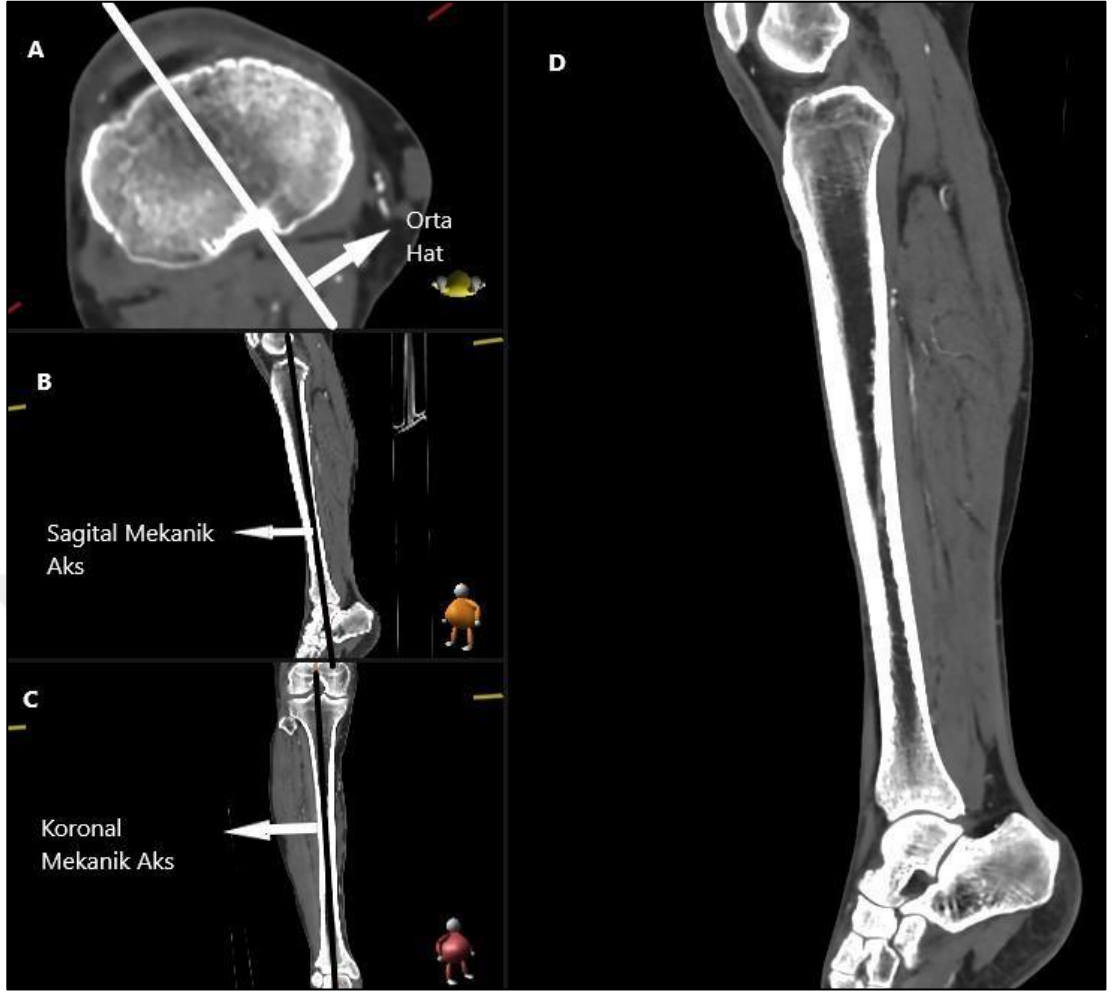
Tibianın anteroposterior aksı, önde tibial tüberkülün medial 1/3' ü ile arkada arka çapraz bağın yapışma yerini birleştiren çizgi olarak belirlendi (38). Ölçümler dizin medial, lateral ve orta bölgesinden olmak üzere 5 adet aksa (TAA, TMA, FSA, ATKA, PTKA) göre klasik yöntemle PTS ölçümü yapıldı. 5 adet aksa dik olan çizgi ile tibia proksimal bölgesinin medial, lateral ve orta bölgesinin eğimlerine denk gelen çizgi arasındaki açı PTS açısı olarak belirlendi. Tibianın proksimal metafizer bölgesinin anterior korteksine teğet geçerek tüberositas tibaya uzanan çizgi anterior metafizer çizgi olarak belirlendi. Bu çizgi ile tibia proksimal bölgenin medial, lateral ve orta bölge eğimlerine denk gelen çizgi arasındaki açı TAMA olarak belirlendi (39). TAA, tibianın hem koronal hem de sagittal düzlemlerde mekanik aksına en yakın değerlerin elde edildiği, tibia platosunun 7 cm distali ile tibia plafodunun 7 cm proksimali arasındaki bölgelere denk gelen tibia medullasının orta noktaları birleştirilerek belirlendi (30,40). ATKA ve PTKA akslarında tibia, fibula kemiklerinin, proksimal ve distal uçlarına göre daha düzgün yapıdaki şaft bölümü kullanılmak için tibia platosunun 7 cm distali ile tibia plafondunun 7 cm proksimali arasındaki bölge kullanılarak belirlendi (30). Tibianın sagittal mekanik aksı diz ekleminin orta noktasını, ayak bileği ekleminin orta noktasına birleştiren çizgi olarak belirlendi (8).(39).Fibula şaft aksının belirlenmesinde fibulanın proksimal ve distalde genişleyen yapısından uzaklaşarak sadece fibula diafiz bölgesi kullanılmak için fibula proksimalinden 7 cm distal, fibula distalinden 7 cm proksimal bölge kullanılmıştır (8,30).

Tibia proksimal eklem yüzünün görüldüğü aksiyal kesit görüntüsü üzerindeki koronal düzlem çizgisi, tibianın medial ve lateraldeki uç noktalarından geçen hat üzerine getirildi. Aynı kesit üzerinde koronal düzlem çizgisine dik olan sagittal düzlem çizgisi eklem orta noktasından geçen hat üzerine getirildi. Elde edilen sagittal görüntüler üzerinde aksiyal düzlem çizgisi önde tibial tüberkül, arkada arka çapraz bağ yapışma yerinden geçecek şekilde rotasyon yaptırıldı. Bu düzenlemeler sonrası elde edilen aksiyal görüntülerde sagittal düzlem çizgisi önde tibial tüberkülün 1/3 medialinden, arkada arka çapraz bağ yapışma yerinden geçen çizgi üzerine getirildi. Bu şekilde tibianın ön arka aksı belirlendi (Şekil 15) (38).



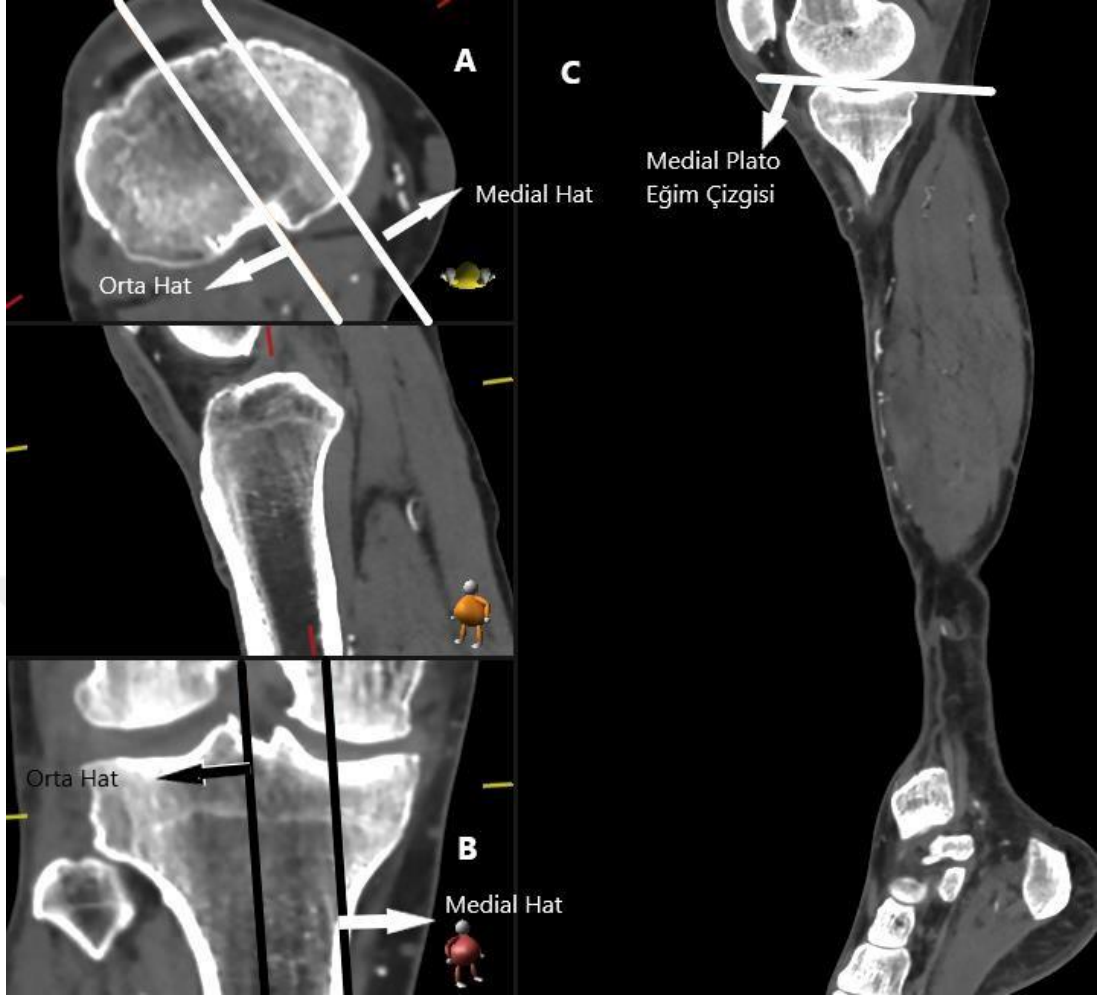
Şekil 15: Tibianın ön-arka aksının aksiyal ve sagittal kesitler kullanılarak belirlenmesi (38)

Ön arka aksı belirlendikten sonra tibianın bu aks doğrultusunda elde edilen sagittal ve koronal kesitlerinde, sagittal ve koronal düzlem çizgileri tibianın mekanik aksından geçen çizgilerin üzerine getirildi (Şekil 16 A-B-C). Bu şekilde elde edilen sagittal ve aksiyal kesit görüntüleri ölçümlerin yapılacağı aksları ve bölgeleri belirlemek için kullanıldı (Şekil 16 D).



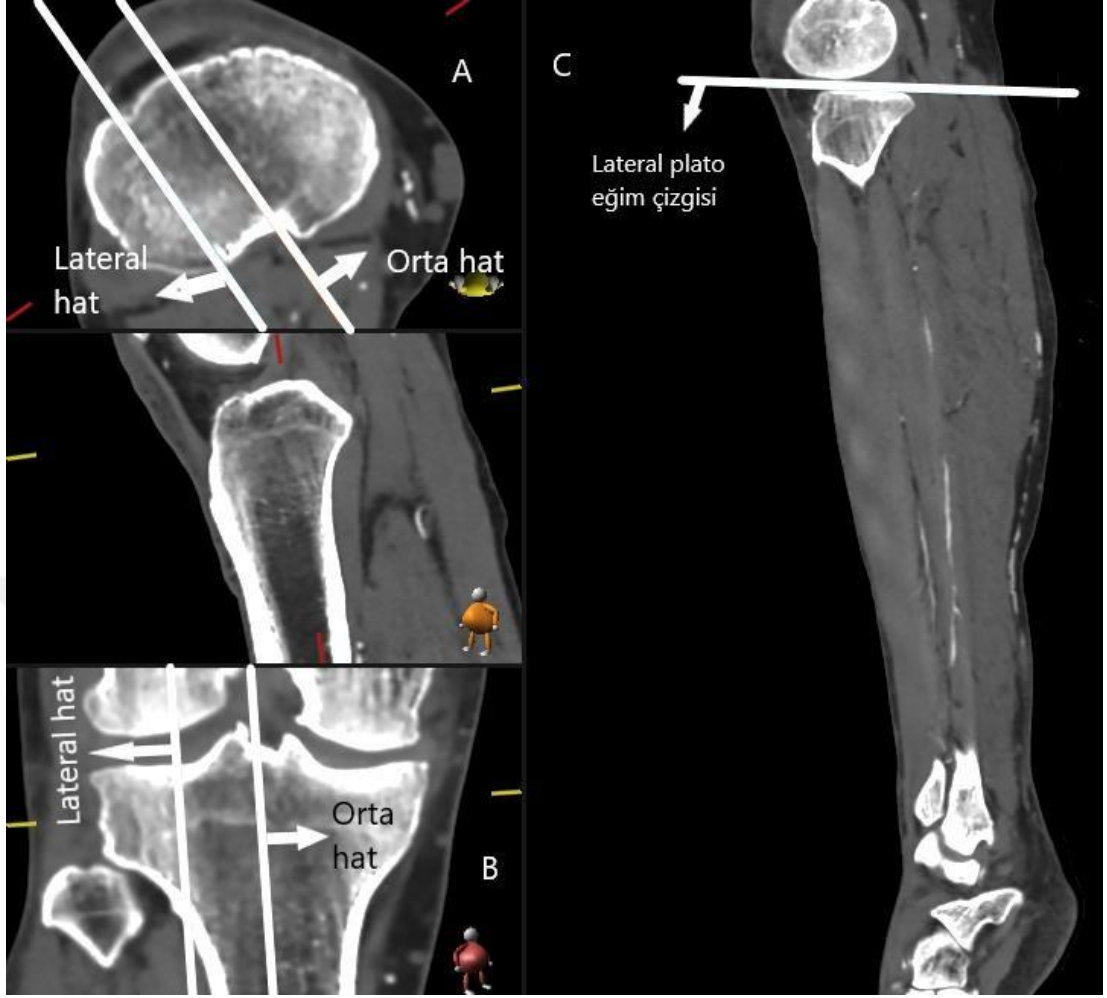
Şekil 16: Tibianın ön-arka aksının ve mekanik aksların belirlenmesi A: aksiyal düzlemde ön arka aks. B: sagittal düzlemde mekanik aks. C: koronal düzlemde mekanik aks. D: ön-arka aks yönünde, sagittal ve koronal düzlemde mekanik aks üzerindeki tibianın elde edilen sagittal görüntüsü (38)

Eklem orta hattı, sagittal ve koronal düzlemde mekanik aksta olan ayrıca belirlenen ön arka aks doğrultusunda uzanan çizgi olarak belirlendi (Şekil 16). Bu orta hattın medialinde kalan, medial platonun orta noktasından ön arka aksa paralel geçen çizgi üzerinde elde edilen sagittal görüntüden medial bölge ölçümü yapıldı. Bu görüntülerde, medial tibial platonun ön ve arka dudaklarına teğet geçen çizgi medial tibial posterior eğim açısının ölçümünde kullanıldı (Şekil 17) (10).



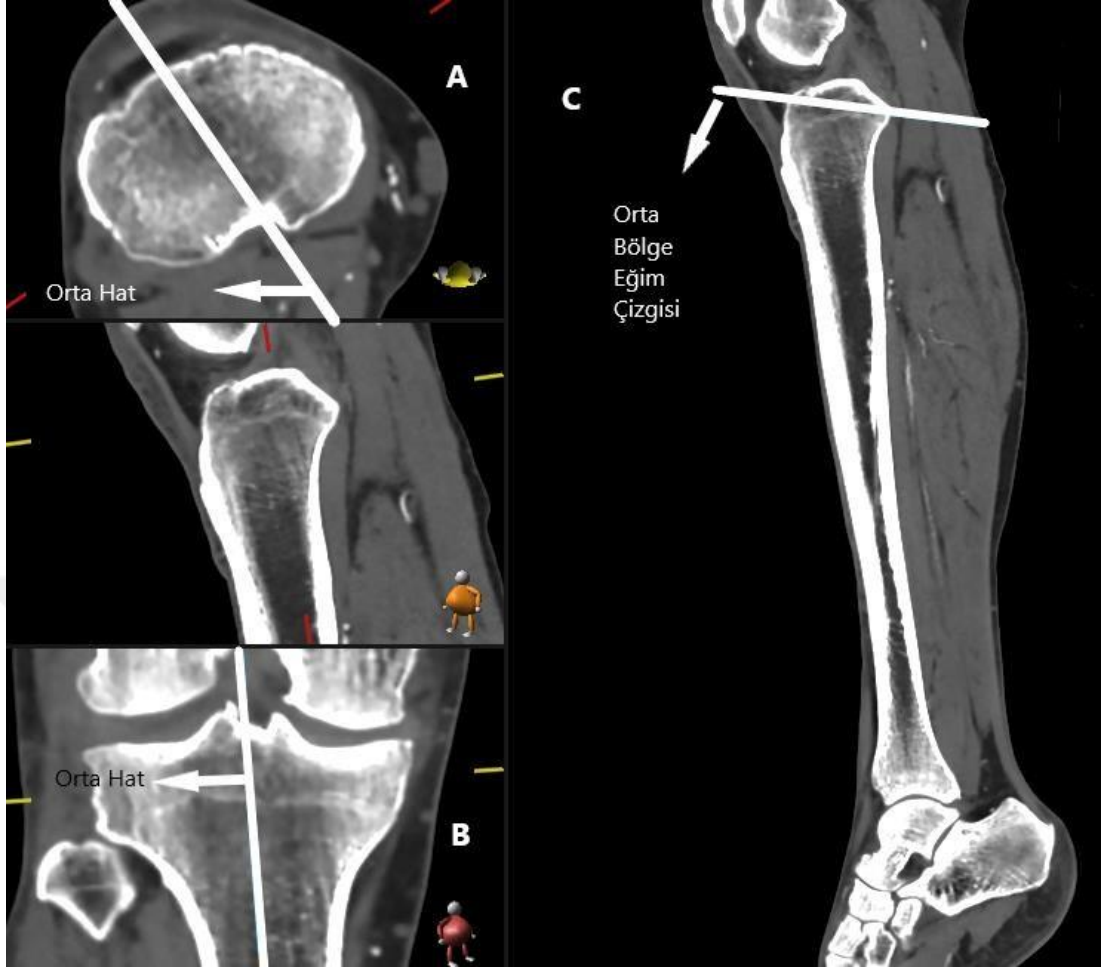
Şekil 17: Medial tibial posterior eğim açısının yapılacağı eğim çizgisinin belirlenmesi A: medial plato orta noktasından ön-arka aks yönünde geçen çizginin aksiyal kesitteki görüntüsü B: medial plato orta hattından ön-arka aks yönünde geçen çizginin koronal kesitteki görüntüsü C: elde edilen sagittal kesitlerdeki medial tibia plato eğim çizgisi (10,30)

Bu orta hattın lateralinde kalan, lateral platonun orta noktasından ön arka aksa paralel geçen çizgi üzerinde elde edilen sagittal görüntüden lateral bölge ölçümü yapıldı. Bu sagittal kesitlerdeki görüntüde lateral tibial platoya teğet geçen çizgi, lateral tibial posterior eğim açısının ölçümünde kullanıldı (Şekil 18) (10,30).



Şekil 18: Lateral tibial posterior eğim açısının yapılacağı eğim çizgisinin belirlenmesi A: lateral plato orta noktasından ön-arka aks yönünde geçen çizginin aksiyal kesitteki görüntüsü B: lateral plato orta hattından ön-arka aks yönünde geçen çizginin koronal kesitteki görüntüsü C: elde edilen sagittal kesitlerdeki lateral tibia plato eğim çizgisi

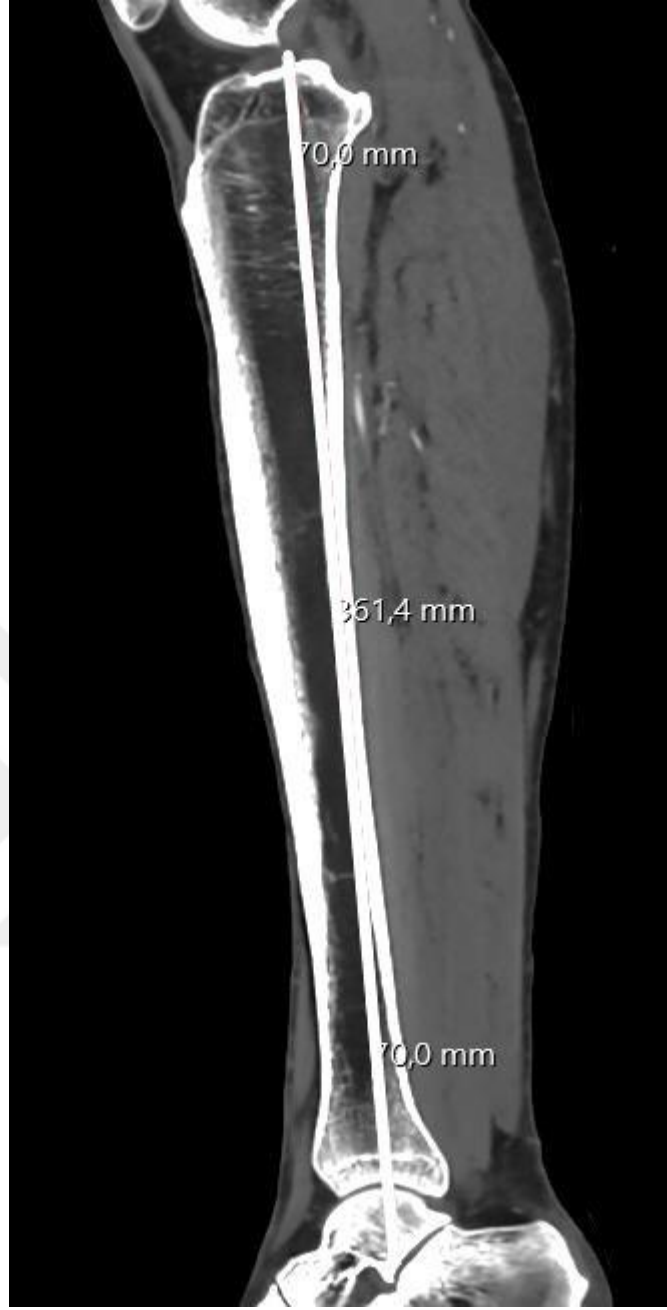
Tibia proksimal eklem yüzünün orta noktasından, belirlenen ön-arka ve mekanik akslara paralel olarak geçen çizginin, sagittal kesitlerindeki görüntüsünde, eklemin ön ve arka taraftaki en uç noktalarını birleştiren çizgi orta bölge tibial posterior eğim açısının ölçümünde kullanıldı (Şekil 19).



Şekil 19: Orta tibial posterior eğim açısının yapılacağı bölgenin görüntüleri A: tibia proksimal eklem yüzü orta noktasından ön-arka aksta geçen çizginin aksiyal kesitteki görüntüsü. B: tibia proksimal eklem yüzü orta noktasından ön-arka aksta geçen çizginin koronal kesitteki görüntüsü. C: tibia proksimal eklem yüzü orta noktasından ön-arka aksta geçen çizginin sagittal kesitteki görüntüsü ve orta bölge tibial posterior eğim açısının belirlenmesinde kullanılacak çizgi.

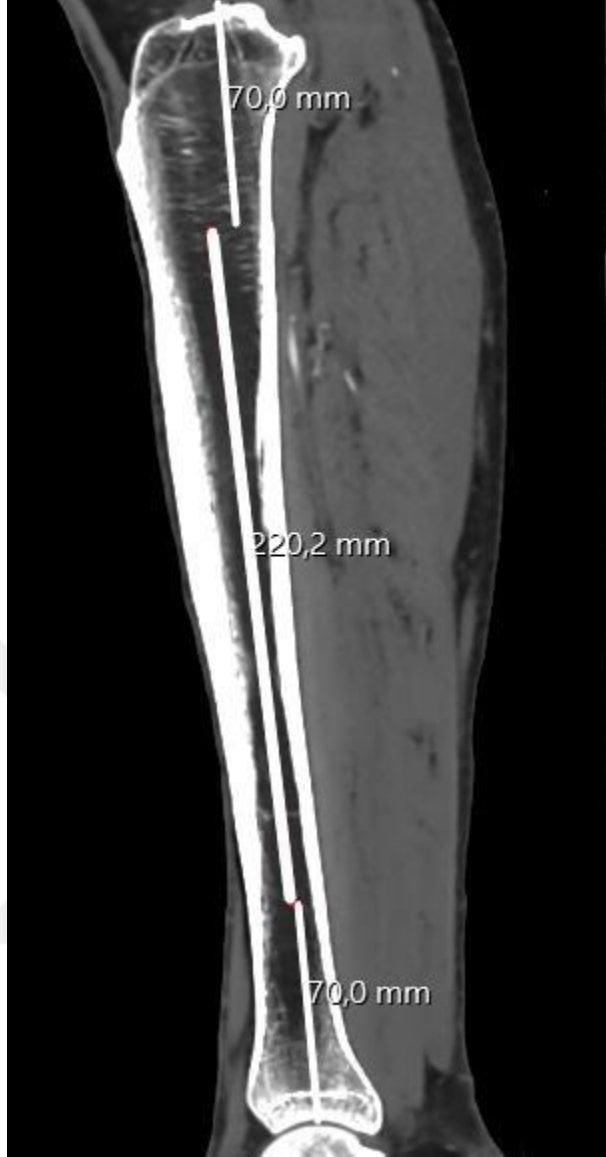
Tibianın ön-arka aksı yönünde, koronal ve sagittal düzlemlerde mekanik aks üzerindeki elde edilen sagittal görüntü üzerinden ölçüm yapacağımız akslar belirlendi (Bkz. Şekil 16).

TMA, tibianın belirlenen ön-arka aksı yönünde, koronal ve sagittal eksenlerde mekanik aksında elde edilen sagittal kesit görüntüsünde, proksimal eklem yüzünün (diz eklemi) orta noktası ile distal eklem yüzünün (ayak bileği) orta noktalarını birleştiren aks olarak belirlendi (Şekil 20) (8,30).



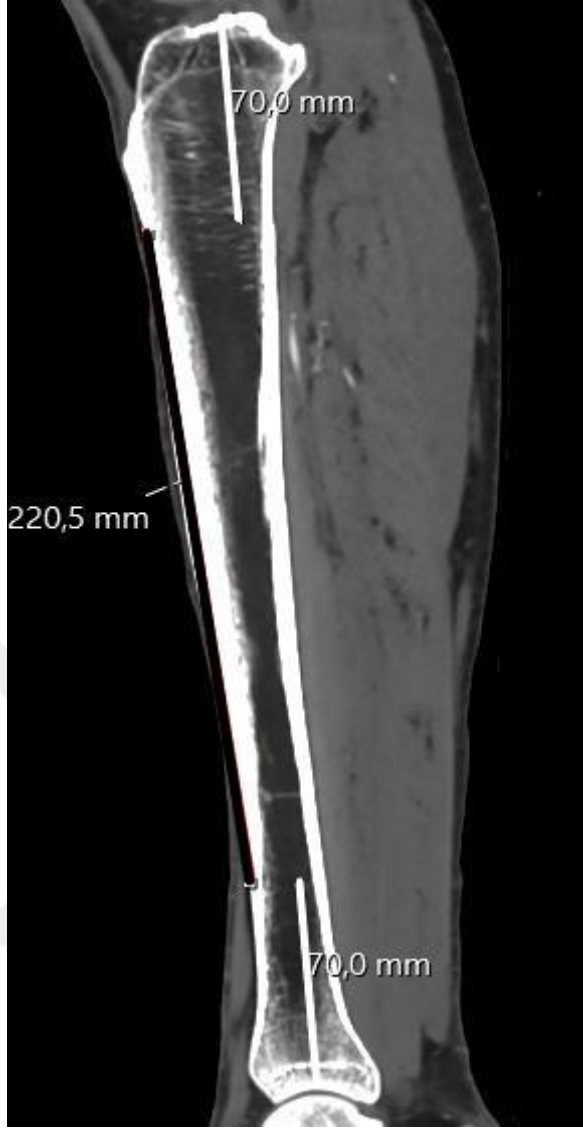
Şekil 20: Tibia sagital mekanik aks (30)

TAA, tibianın belirlenen ön-arka aksı yönünde, koronal ve sagital eksenlerde mekanik aksında elde edilen sagital kesit görüntüsünde, diz ekleminin 7 cm distal bölgesine denk gelen medullanın orta noktası ile ayak bileği ekleminin 7 cm proksimal bölgesine denk gelen medullanın orta noktasını birleştiren aks olarak belirlendi (Şekil 21) (40).



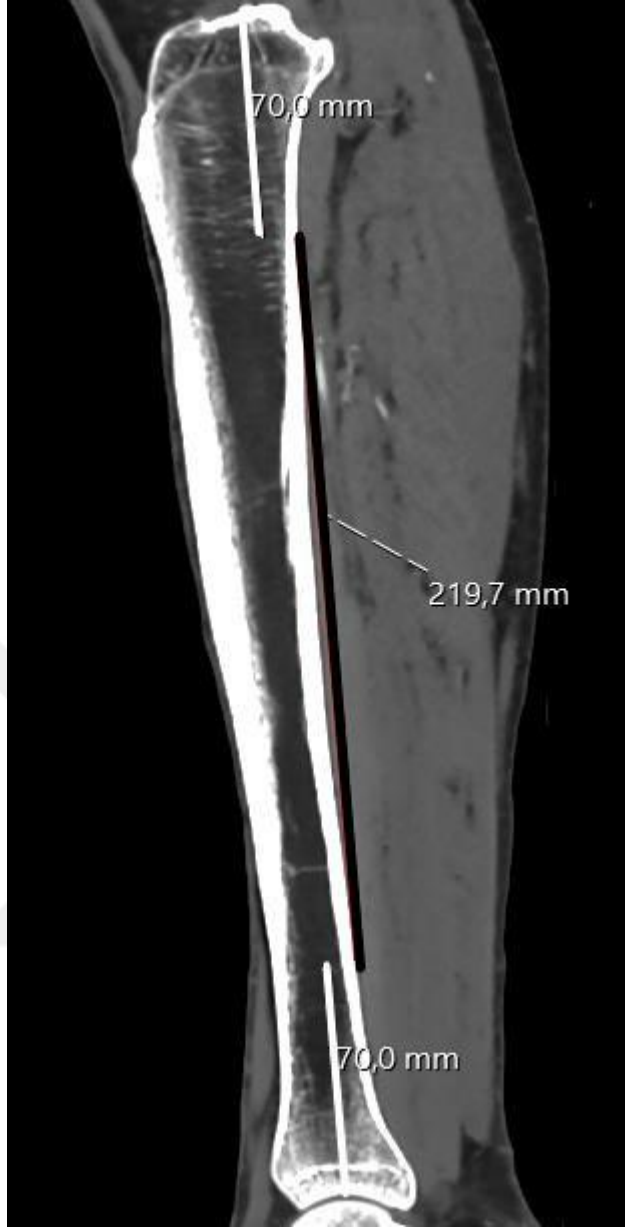
Şekil 21: Tibia anatomik aks (30,40)

ATKA, tibianın belirlenen ön-arka aksı yönünde, koronal ve sagittal eksenlerde mekanik aksında elde edilen sagittal kesit görüntüsünde, diz ekleminin 7 cm distaline denk gelen anterior tibial korteks noktası ile ayak bileği ekleminin 7 cm proksimaline denk gelen anterior tibial korteks noktasını birleştiren aks olarak belirlendi (Şekil 22) (30,40).



Şekil 22: Tibia anterior kortikal aks (30)

PTKA, tibianın belirlenen ön-arka aksı yönünde, koronal ve sagittal eksenlerde mekanik aksında elde edilen sagittal kesit görüntüsünde, diz ekleminin 7 cm distaline denk gelen posterior tibial korteks noktası ile ayak bileği ekleminin 7 cm proksimaline denk gelen posterior tibial korteks noktasını birleştiren aks olarak belirlendi (Şekil 23) (30).



Şekil 23: Tibia posterior kortikal aks (30)

Tibianın anterior metafizer çizgisi, tibia'nın belirlenen ön-arka aksı yönünde, koronal ve sagittal eksenlerde mekanik aksında elde edilen sagittal kesit görüntüsünde, tibia'nın proksimal metafizer bölgesinin anterior korteksine teğet geçen aks olarak belirlendi (Şekil 24) (39).

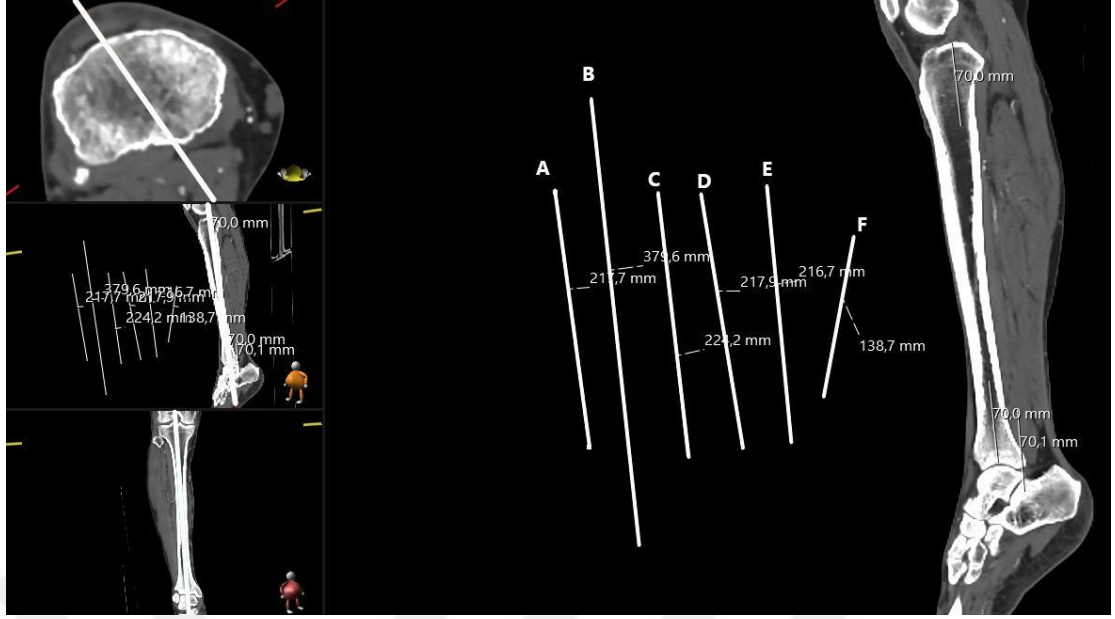


Şekil 24: Tibia anterior metafizer çizgi (39)

FSA, tibanın ön arka aksına paralel yönde elde edilen sagittal kesitlerde, fibulanın üst ucunun 7 cm distaline denk gelen medulla ile alt ucunun 7 cm proksimaline denk gelen medullanın orta noktalarını birleştiren aks olarak belirlendi (Şekil 25) (8,30).

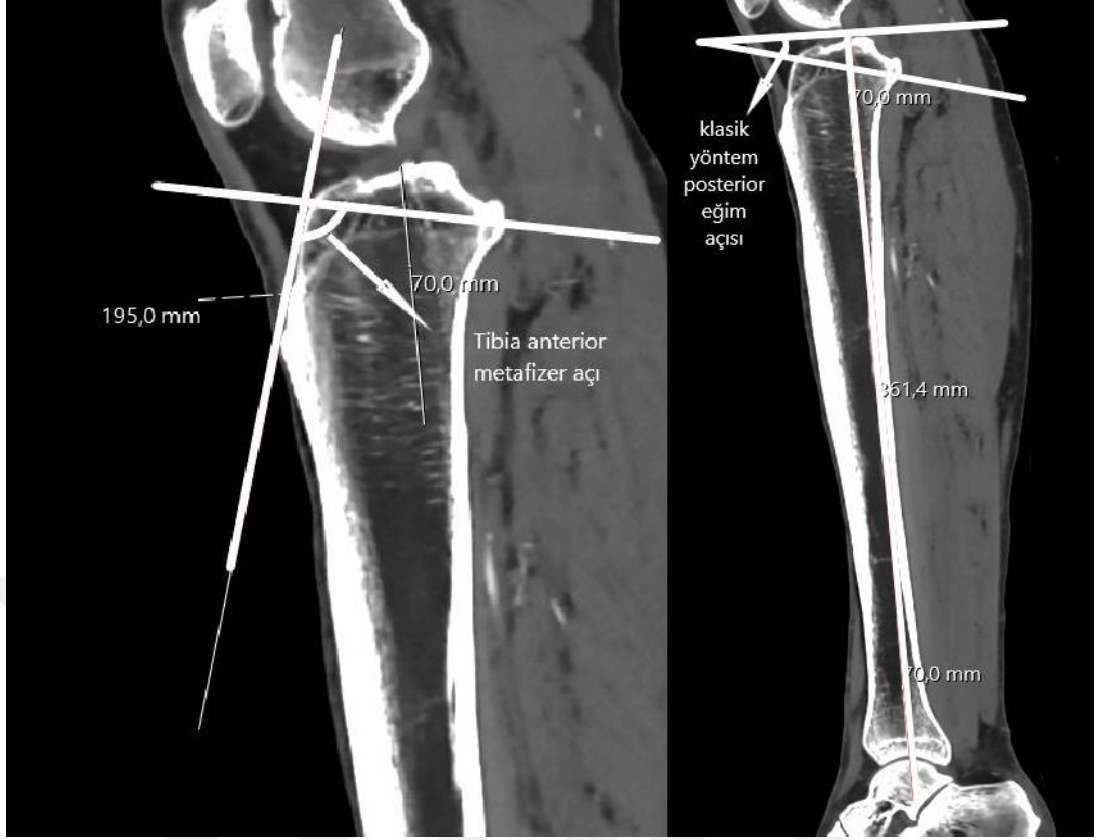


Şekil 25: Fibula şaft aksı (8,30)

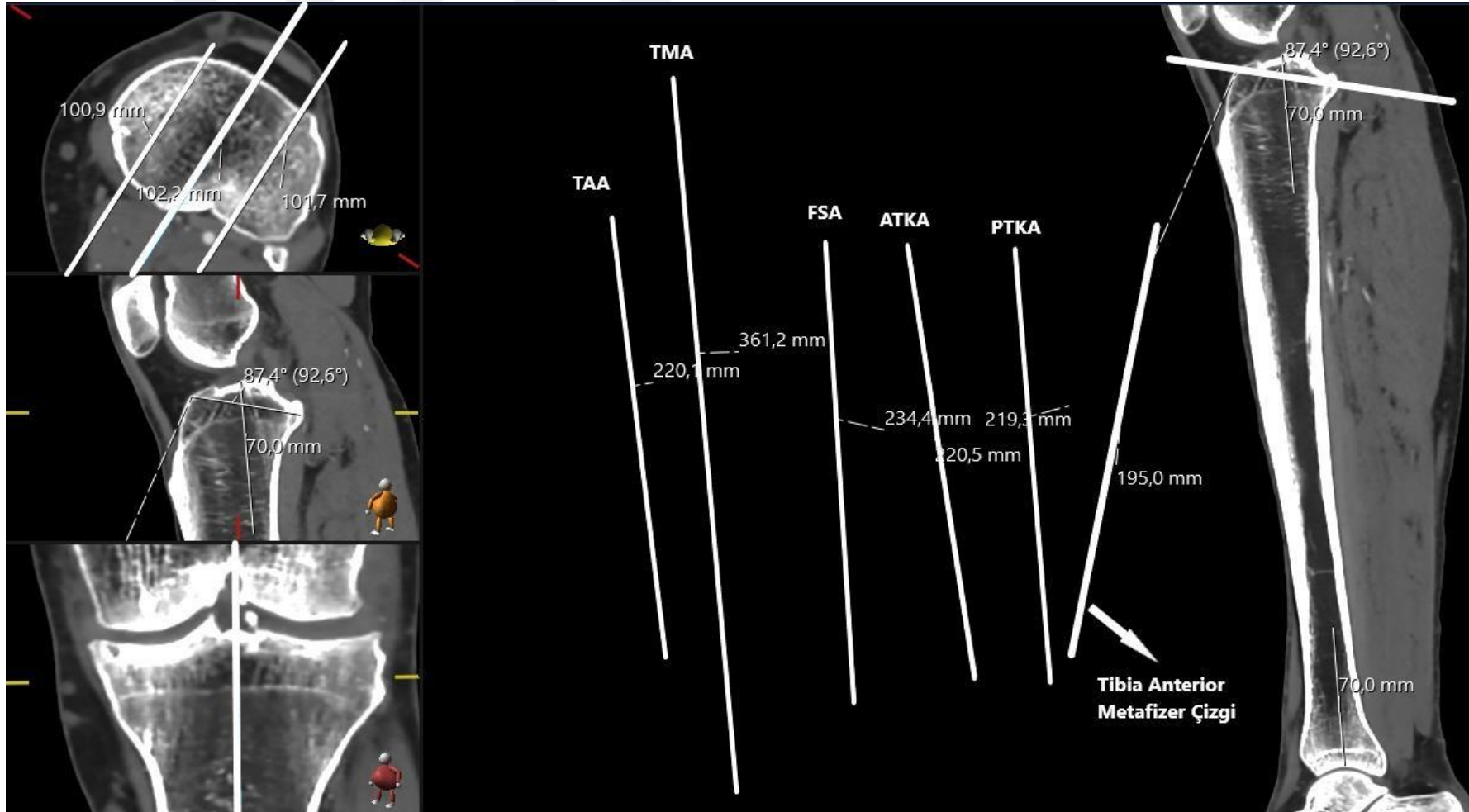


Şekil 26: Ölçüm yapılan akslar A: tibia sagital anatomik aks. B: tibia sagital mekanik aks. C: fibula sagital aks. D: tibia anterior kortikal aks. E: tibia posterior kortikal aks. F: tibia anterior metafizer aks (8,30,38–40)

Akslar belirlendikten sonra ölçümler yapıldı. Tibia anterior metafizer açısı, tibianın anterior metafizer kortikal çizigisi ile plato eğimi arasındaki çizgi olarak belirlendi (39). Klasik yöntemle PTS ölçümü yapılırken, ölçüm yapılacak aksa dik olan çizgi ile yine ölçüm yapılacak bölgenin eğim çizgisi arasındaki açı olarak belirlendi (Şekil 27) (30).



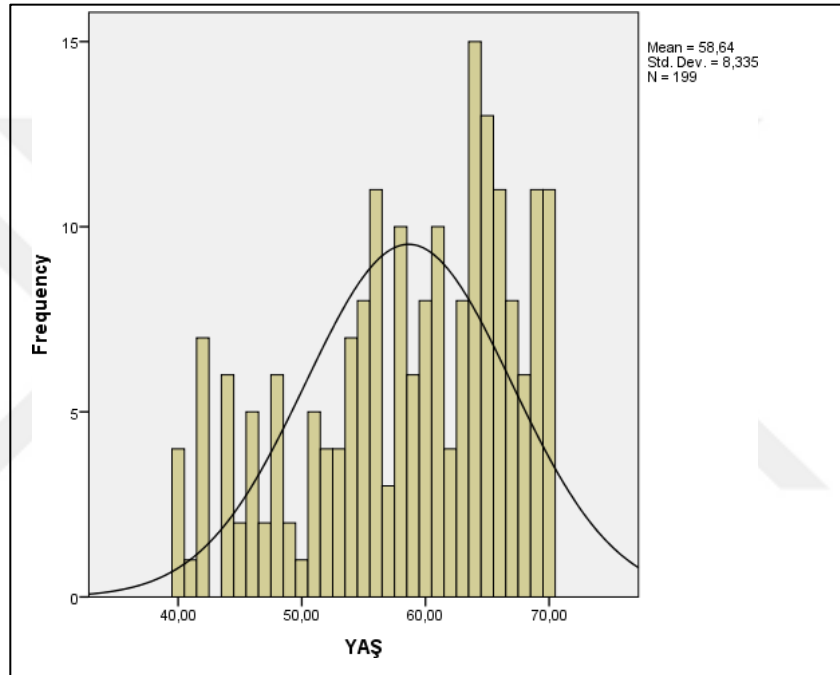
Şekil 27: PTS ve TAMA açılarının ölçümü (39)



Şekil 28: Tibia anterior metafize aksa göre orta tibial posterior eğim açısının ölçümü

4. BULGULAR

Hastanemizde alt ekstremitte anjio ve kruris tomografisi çekilen hastalar arasından seçilerek çalışmamıza dahil edilen 199 hastanın 154'ü (77,39%) erkek, 45'i (22,61%) kadın olup, hastaların yaş ortalaması 58,64 (40-70) idi (Şekil 29). Erkeklerin yaş ortalaması 58,94, kadınların yaş ortalaması 57,62 olarak bulundu ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı (Tablo 1). 192 sağ taraf, 195 sol taraf görüntüsü incelendi.



Şekil 29: Yaş dağılımı histogramı

Tablo 1: Hastaların cinsiyet ve yaşa göre dağılımları

	Cinsiyet	Sayı	Ortalama	Standart Sapma	Sonuç
Yaş	Erkek	154	58,94	8,23	t=0,92
	Kadın	45	57,62	8,71	p=0,354

TAA'ya göre yapılan medial bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar 1,3 ile 23,5 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $12,73 \pm 3,45$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 2). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $12,81 \pm 3,51$ derece, sol dizlerde

yapılan ölçümlerde ortalama değer $12,64 \pm 3,39$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,636$) (Tablo 3). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $12,78 \pm 3,51$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $12,54 \pm 3,23$ derece bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark yoktur ($p=0,566$) (Tablo 4). Çalışmamız TAA'ya göre yapılan medial tibial posterior eğim açı derecelerinde 27,10% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 46,78%'inin TAA'ya göre yapılan medial tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 2).

TMA'ya göre yapılan medial bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar 0,10 ile 20,20 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $10,83 \pm 3,17$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 2). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $10,84 \pm 3,26$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $10,81 \pm 3,09$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,923$) (Tablo 3). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $10,76 \pm 3,20$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $11,05 \pm 3,08$ derece bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark yoktur ($p=0,455$) (Tablo 4). Çalışmamız TMA'ya göre yapılan medial tibial posterior eğim açı derecelerinde 29,27% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 48,07%'sinin TMA'ya göre yapılan medial tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 2).

FSA'ya göre yapılan medial bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar 0,50 ile 19,90 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $9,80 \pm 3,29$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 2). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $9,97 \pm 3,32$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $9,63 \pm 3,26$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf

arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,321$) (Tablo 3). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $9,71 \pm 3,36$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $10,09 \pm 3,11$ derece bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark yoktur ($p=0,340$) (Tablo 4). Çalışmamız FSA'ya göre yapılan medial tibial posterior eğim açı derecelerinde $33,57\%$ varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların $45,74\%$ 'ünün FSA'ya göre yapılan medial tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 2).

ATKA'ya göre yapılan medial bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar $3,30$ ile $24,00$ derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $14,56 \pm 3,36$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 2). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $14,58 \pm 3,45$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $14,55 \pm 3,27$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,931$) (Tablo 3). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $14,64 \pm 3,36$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $14,31 \pm 3,34$ derece bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark yoktur ($p=0,412$) (Tablo 4). Çalışmamız ATKA'ya göre yapılan medial tibial posterior eğim açı derecelerinde $23,08\%$ varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların $45,74\%$ 'ünün ATKA'ya göre yapılan medial tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 2).

PTKA'ya göre yapılan medial bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar $0,50$ ile $20,30$ derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $10,75 \pm 3,36$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 2). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $10,82 \pm 3,39$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $10,69 \pm 3,34$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,686$) (Tablo 3). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $10,74 \pm 3,41$ derece, kadınlarda yapılan

ölçümlerde ortalama değer $10,80 \pm 3,22$ derece bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark yoktur ($p=0,889$) (Tablo 4). Çalışmamız PTKA'ya göre yapılan medial tibial posterior eğim açı derecelerinde 31,26% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 45,22%'sinin PTKA'ya göre yapılan medial tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 2).

Medial platonun eğim çizgisinin, tibia anterior metafizer kortikal aksına göre ölçülen tibia anterior metafizer açısı (TAMA) ölçümlerinde açılar 79,60 ile 109,90 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $95,96 \pm 4,30$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 2). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $95,93 \pm 4,13$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $95,99 \pm 4,48$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,868$) (Tablo 3). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $95,84 \pm 4,32$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $96,37 \pm 4,25$ derece bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark yoktur ($p=0,304$) (Tablo 4). Çalışmamız medial TAMA derecelerinde 4,48% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 35,66%'sının medial TAMA ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2: Akslara göre medial posterior tibial eğim açılarının ve medial bölge tibia anterior metafizer açının istatistiksel analizi

Açı	Minimum Değer	Maximum Değer	Ortalama ± Standart Sapma	CoV (%)	Ortalama değer ±2 derecesindeki hastaların yüzde ve sayıları (% (n))
TAA MPTS	1,30	23,50	12,73 ± 3,45	27,10	46,78 (181)
TMA MPTS	0,10	20,20	10,83 ± 3,17	29,27	48,07 (186)
FSA MPTS	0,50	19,90	9,80 ± 3,29	33,57	45,74 (177)
ATKA MPTS	3,30	24,00	14,56 ± 3,36	23,08	45,74 (177)
PTKA MPTS	0,50	20,30	10,75 ± 3,36	31,26	45,22 (175)
Medial TAMA	79,60	109,90	95,96 ± 4,30	4,48	35,66 (138)

Tablo 3: Akslara göre medial posterior tibial eğim açılarının taraflara göre istatistiksel analizi (*p<0,05 önemli)

Açı	Taraf	Sayı	Minimum Değer	Maximum Değer	Ortalama ± Standart Sapma	CoV (%)	Ortalama değer ±2 derecesindeki hastaların yüzde ve sayıları (% (n))	P değeri
TAA MPTS	Sağ	192	1,30	23,50	12,81 ± 3,51	27,40	46,87 (90)	0,636
	Sol	195	3,70	21,90	12,64 ± 3,39	26,82	43,59 (85)	
TMA MPTS	Sağ	192	0,10	20,20	10,84 ± 3,26	30,07	48,96 (94)	0,923
	Sol	195	3,10	18,20	10,81 ± 3,09	28,58	47,18 (92)	
FSA MPTS	Sağ	192	0,50	19,90	9,97 ± 3,32	33,30	45,83 (88)	0,321
	Sol	195	0,90	17,10	9,63 ± 3,26	33,85	44,10 (86)	
ATKA MPTS	Sağ	192	3,30	24,00	14,58 ± 3,45	23,66	47,92 (92)	0,931
	Sol	195	5,70	22,60	14,55 ± 3,27	22,47	43,59 (85)	
PTKA MPTS	Sağ	192	0,50	20,30	10,82 ± 3,39	31,33	49,48 (95)	0,686
	Sol	195	3,00	18,90	10,69 ± 3,34	31,24	41,54 (81)	
Medial TAMA	Sağ	192	79,60	109,40	95,93 ± 4,13	4,31	38,02 (73)	0,868
	Sol	195	81,60	109,90	95,99 ± 4,48	4,67	33,33 (65)	

Tablo 4: Akslara göre medial posterior tibial eğim açılarının cinsiyete göre istatistiksel analizi (*p<0,05 önemli)

Açı	Cinsiyet	Sayı	Minimum Değer	Maximum Değer	Ortalama ± Standart Sapma	CoV (%)	Ortalama değer ±2 derecesindeki hastaların yüzde ve sayıları	P değeri
TAA MPTS	Erkek	298	1,30	23,50	12,78 ± 3,51	27,46	43,96 (131)	0,566
	Kadın	89	4,60	18,40	12,54 ± 3,23	25,76	51,69 (46)	
TMA MPTS	Erkek	298	0,10	20,20	10,76 ± 3,20	29,74	47,66 (142)	0,455
	Kadın	89	2,90	16,00	11,05 ± 3,08	27,87	50,57 (45)	
FSA MPTS	Erkek	298	0,50	19,90	9,71 ± 3,36	34,60	45,98 (137)	0,340
	Kadın	89	1,70	15,30	10,09 ± 3,11	30,82	46,07 (41)	
ATKA MPTS	Erkek	298	3,30	24,00	14,64 ± 3,36	22,95	43,96 (131)	0,412
	Kadın	89	5,70	20,00	14,31 ± 3,34	23,34	47,2 (42)	
PTKA MPTS	Erkek	298	0,50	20,30	10,74 ± 3,41	31,75	44,64 (133)	0,889
	Kadın	89	3,40	16,30	10,80 ± 3,22	29,81	47,2 (42)	
Medial TAMA	Erkek	298	79,60	109,90	95,84 ± 4,32	4,51	38,6 (115)	0,304
	Kadın	89	85,50	107,50	96,37 ± 4,25	4,41	26,97 (24)	

TAA'ya göre yapılan lateral bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar -0,80 ile 21,80 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $8,16 \pm 3,80$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 5). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $8,37 \pm 3,91$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $7,96 \pm 3,69$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,288$) (Tablo 6). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $8,54 \pm 3,68$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $6,90 \pm 3,96$ derece bulunmuştur. TAA'ya göre lateral bölgeden yapılan posterior tibial eğim açısının ortalama değeri erkeklerde kadınlara göre yüksek bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark vardır ($p=0,000$) (Tablo 7). Çalışmamız TAA'ya göre yapılan lateral tibial posterior eğim açısı derecelerinde 46,57% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 38,76%'sının TAA'ya göre yapılan lateral tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 5).

TMA'ya göre yapılan lateral bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar -9,9 ile 19,10 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $6,26 \pm 3,61$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 5). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $6,40 \pm 3,75$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $6,13 \pm 3,47$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,466$) (Tablo 6). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $6,52 \pm 3,41$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $5,40 \pm 4,13$ derece bulunmuştur. TMA'ya göre lateral bölgeden yapılan posterior tibial eğim açısının ortalama değeri erkeklerde kadınlara göre yüksek bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark vardır ($p=0,010$) (Tablo 7). Çalışmamız TMA'ya göre yapılan lateral tibial posterior eğim açısı derecelerinde 57,67% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 44,71%'inin TMA'ya göre yapılan lateral tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 5).

FSA'ya göre yapılan lateral bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar -3,30 ile 16,50 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $5,27 \pm 3,61$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 5). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $5,54 \pm 3,68$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $5,0 \pm 3,52$ derece bulunmuştur. FSA'ya göre lateral bölgeden yapılan posterior tibial eğim açısının ortalama değeri sağ tarafta sol tarafa göre yüksek bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,137$) (Tablo 6). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $5,48 \pm 3,49$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $4,56 \pm 3,89$ derece bulunmuştur. FSA'ya göre lateral bölgeden yapılan posterior tibial eğim açısının ortalama değeri erkeklerde kadınlara göre yüksek bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark vardır ($p=0,036$) (Tablo 7). Çalışmamız FSA'ya göre yapılan lateral tibial posterior eğim açı derecelerinde 68,50% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 41,87%'sinin FSA'ya göre yapılan lateral tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 5).

ATKA'ya göre yapılan lateral bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar 1,90 ile 24,80 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $9,99 \pm 3,79$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 5). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $10,13 \pm 3,91$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $9,85 \pm 3,68$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,474$) (Tablo 6). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $10,39 \pm 3,64$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $8,67 \pm 4,03$ derece bulunmuştur. ATKA'ya göre lateral bölgeden yapılan posterior tibial eğim açısının ortalama değeri erkeklerde kadınlara göre yüksek bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark vardır ($p=0,000$) (Tablo 7). Çalışmamız ATKA'ya göre yapılan lateral tibial posterior eğim açı derecelerinde 37,94% varyasyon (CoV)

sağlamıştır. Hastaların 41,61%'inin ATKA'ya göre yapılan lateral tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 5).

PTKA'ya göre yapılan lateral bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar -3,00 ile 19,10 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $6,20 \pm 3,73$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 5). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $6,37 \pm 3,78$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $6,03 \pm 3,67$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,378$) (Tablo 6). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $6,49 \pm 3,58$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $5,24 \pm 4,06$ derece bulunmuştur. PTKA'ya göre lateral bölgeden yapılan posterior tibial eğim açısının ortalama değeri erkeklerde kadınlara göre yüksek bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark vardır ($p=0,006$) (Tablo 7). Çalışmamız PTKA'ya göre yapılan lateral tibial posterior eğim açısı derecelerinde 60,16% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 43,16%'sının PTKA'ya göre yapılan lateral tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 5).

Lateral platonun eğim çizgisinin, tibia anterior metafizer kortikal aksına göre ölçülen tibia anterior metafizer açısı (TAMA) ölçümlerinde açılar 76,10 ile 112,80 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $100,37 \pm 5,31$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 5). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $100,28 \pm 5,13$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $100,45 \pm 5,50$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,740$) (Tablo 6). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $99,98 \pm 5,16$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $101,67 \pm 5,63$ derece bulunmuştur. Lateral TAMA ortalama değeri, kadınlarda erkeklere göre yüksek bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark vardır ($p=0,008$) (Tablo 7). Çalışmamız lateral TAMA derecelerinde 5,29% varyasyon

(CoV) sağlamıştır. Hastaların 31,01%'inin lateral TAMA açıların ın ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 5).



Tablo 5: Akslara göre lateral posterior tibial eğim açılarının istatistiksel analizi

Açı	Minimum Değer	Maximum Değer	Ortalama ± Standart Sapma	CoV (%)	Ortalama değer ±2 derecesindeki hastaların yüzde ve sayıları (% (n))
TAA LPTS	-0,80	21,80	8,16 ± 3,80	46,57	38,76 (150)
TMA LPTS	-9,00	19,10	6,26 ± 3,61	57,67	44,71 (173)
FSA LPTS	-3,30	16,50	5,27 ± 3,61	68,50	41,87 (162)
ATKA LPTS	1,90	24,80	9,99 ± 3,79	37,94	41,61 (161)
PTKA LPTS	-3,00	19,10	6,20 ± 3,73	60,16	43,16 (167)
Lateral TAMA	76,10	112,80	100,37 ± 5,31	5,29	31,01 (120)

Tablo 6: Akslara göre lateral posterior tibial eğim açılarının taraflara göre istatistiksel analizi (*p<0,05 önemli)

Açı	Taraf	Sayı	Minimum Değer	Maximum Değer	Ortalama ± Standart Sapma	CoV (%)	Ortalama değer ±2 derecesindeki hastaların yüzde ve sayıları (% (n))	P değeri
TAA LPTS	Sağ	192	-0,30	21,80	8,37 ± 3,91	46,71	35,42 (68)	0,288
	Sol	195	-0,80	18,40	7,96 ± 3,69	46,36	41,54 (81)	
TMA LPTS	Sağ	192	-9,00	19,10	6,40 ± 3,75	58,59	42,71 (82)	0,466
	Sol	195	-2,40	16,80	6,13 ± 3,47	56,61	45,64 (89)	
FSA LPTS	Sağ	192	-2,80	16,50	5,54 ± 3,68	66,43	41,15 (79)	0,137
	Sol	195	-3,30	15,40	5,0 ± 3,52	70,40	43,59 (85)	
ATKA LPTS	Sağ	192	1,90	24,80	10,13 ± 3,91	38,60	39,58 (76)	0,474
	Sol	195	2,20	20,50	9,85 ± 3,68	37,36	41,54 (81)	
PTKA LPTS	Sağ	192	-2,60	19,10	6,37 ± 3,78	59,34	36,46 (70)	0,378
	Sol	195	-3,00	16,30	6,03 ± 3,67	60,86	43,59 (85)	
Lateral TAMA	Sağ	192	80,30	112,20	100,28 ± 5,13	5,16	33,85 (65)	0,740
	Sol	195	76,10	112,80	100,45 ± 5,50	5,46	29,23 (57)	

Tablo 7: Akslara göre lateral posterior tibial eğim açılarının cinsiyete göre istatistiksel analizi (*p<0,05 önemli)

Açı	Cinsiyet	Sayı	Minimum Değer	Maximum Değer	Ortalama ± Standart Sapma	CoV (%)	Ortalama değer ±2 derecesindeki hastaların yüzde ve sayıları	P değeri
TAA MPTS	Erkek	298	-0,80	21,80	8,54 ± 3,68	43,09	39,6 (118)	0,000*
	Kadın	89	0,20	18,40	6,90 ± 3,96	57,39	42,7 (38)	
TMA MPTS	Erkek	298	-2,40	19,10	6,52 ± 3,41	52,30	45,64 (136)	0,010*
	Kadın	89	-9,00	16,80	5,40 ± 4,13	76,48	40,45 (36)	
FSA MPTS	Erkek	298	-3,30	16,50	5,48 ± 3,49	63,67	42,62 (127)	0,036*
	Kadın	89	-2,50	15,40	4,56 ± 3,89	85,31	42,7 (38)	
ATKA MPTS	Erkek	298	2,00	24,80	10,39 ± 3,64	35,03	40,94 (122)	0,000*
	Kadın	89	1,90	20,50	8,67 ± 4,03	46,48	40,45 (36)	
PTKA MPTS	Erkek	298	-3,00	19,10	6,49 ± 3,58	55,16	39,94 (119)	0,006*
	Kadın	89	-2,00	16,30	5,24 ± 4,06	77,48	41,58 (37)	
Medial TAMA	Erkek	298	79,00	112,80	99,98 ± 5,16	5,16	30,88 (92)	0,008*
	Kadın	89	76,10	112,30	101,67 ± 5,63	5,54	31,47 (28)	

TAA'ya göre yapılan orta bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar 6,00 ile 27,10 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $17,00 \pm 3,58$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 8). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $16,96 \pm 3,80$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $17,03 \pm 3,37$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,849$) (Tablo 9). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $17,31 \pm 3,71$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $15,94 \pm 2,92$ derece bulunmuştur. TAA'ya göre orta bölgeden yapılan posterior tibial eğim açısının ortalama değeri erkeklerde kadınlara göre yüksek bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark vardır ($p=0,000$) (Tablo 10). Çalışmamız TAA'ya göre yapılan orta tibial posterior eğim açısı derecelerinde 21,06% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 42,02%'sinin TAA'ya göre yapılan orta tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 8).

TMA'ya göre yapılan orta bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar 1,00 ile 25,80 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $15,01 \pm 3,62$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 8). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $14,95 \pm 3,66$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $15,06 \pm 3,59$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,770$) (Tablo 9). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $15,14 \pm 3,72$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $14,54 \pm 3,24$ derece bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark yoktur ($p=0,171$) (Tablo 10). Çalışmamız TMA'ya göre yapılan orta tibial posterior eğim açısı derecelerinde 24,12% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 41,09%'unun TMA'ya göre yapılan orta tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 8).

FSA'ya göre yapılan orta bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar 2,80 ile 24,30 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $14,07 \pm 3,56$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 8). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $14,11 \pm 3,69$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $14,04 \pm 3,43$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,836$) (Tablo 9). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $14,21 \pm 3,71$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $13,60 \pm 2,97$ derece bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark yoktur ($p=0,155$) (Tablo 10). Çalışmamız FSA'ya göre yapılan orta tibial posterior eğim açı derecelerinde 25,30% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 43,42%'sinin FSA'ya göre yapılan orta tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 8).

ATKA'ya göre yapılan orta bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar 5,30 ile 28,90 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $18,74 \pm 3,74$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 8). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $18,64 \pm 3,92$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $18,85 \pm 3,56$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,590$) (Tablo 9). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $19,10 \pm 3,79$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $17,58 \pm 3,34$ derece bulunmuştur. ATKA'ya göre orta bölgeden yapılan posterior tibial eğim açısının ortalama değeri erkeklerde kadınlara göre yüksek bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark vardır ($p=0,001$) (Tablo 10). Çalışmamız ATKA'ya göre yapılan orta tibial posterior eğim açı derecelerinde 19,96% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 41,35%'inin ATKA'ya göre yapılan orta tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 8).

PTKA'ya göre yapılan orta bölge tibial posterior eğim açısı ölçümlerinde açılar 1,40 ile 25,40 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $14,99 \pm 3,71$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 8). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $14,91 \pm 3,89$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $15,07 \pm 3,53$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,670$) (Tablo 9). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $15,20 \pm 3,80$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $14,29 \pm 3,31$ derece bulunmuştur. PTKA'ya göre orta bölgeden yapılan posterior tibial eğim açısının ortalama değeri erkeklerde kadınlara göre yüksek bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark vardır ($p=0,042$) (Tablo 10). Çalışmamız PTKA'ya göre yapılan orta tibial posterior eğim açı derecelerinde 24,75% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 43,42%'sinin PTKA'ya göre yapılan orta tibial posterior eğim açılarının ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 8).

Eklemin orta bölge eğim çizgisinin, tibia anterior metafizer kortikal aksına göre ölçülen tibia anterior metafizer açısı (TAMA) ölçümlerinde açılar 68,20 ile 103,20 derece aralığında değişiklik göstermiştir. Ortalama değer $91,56 \pm 4,66$ derece olarak bulunmuştur (Tablo 8). Sağ dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $91,44 \pm 4,88$ derece, sol dizlerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $91,68 \pm 4,45$ derece bulunmuştur. Tarafa göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark yoktur ($p=0,609$) (Tablo 9). Erkeklerde yapılan ölçümlerde ortalama değer $91,13 \pm 4,78$ derece, kadınlarda yapılan ölçümlerde ortalama değer $92,99 \pm 3,95$ derece bulunmuştur. Orta bölge TAMA ortalama değeri kadınlarda erkeklere göre yüksek bulunmuştur. Cinsiyete göre ortalama değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında erkek ve kadın cinsiyeti arasında anlamlı bir fark vardır ($p=0,001$) (Tablo 10). Çalışmamız orta bölge TAMA derecelerinde 5,09% varyasyon (CoV) sağlamıştır. Hastaların 37,21%'inin orta bölge TAMA ortalama değerinin ± 2 derecesi içinde olduğu bulunmuştur (Tablo 8).

Tablo 8: Akslara göre orta posterior tibial eğim açılarının istatistiksel analizi

Açı	Minimum Değer	Maximum Değer	Ortalama ± Standart Sapma	CoV (%)	Ortalama değer ±2 derecesindeki hastaların yüzde ve sayıları (% (n))
TAA Orta PTS	6,00	27,10	17,00 ± 3,58	21,06	42,12 (163)
TMA Orta PTS	1,00	25,80	15,01 ± 3,62	24,12	41,09 (159)
FSA Orta PTS	2,80	24,30	14,07 ± 3,56	25,30	43,42 (168)
ATKA Orta PTS	5,30	28,90	18,74 ± 3,74	19,96	41,35 (160)
PTKA Orta PTS	1,30	25,40	14,99 ± 3,71	24,75	39,28 (152)
Orta TAMA	68,20	103,20	91,56 ± 4,66	5,09	37,21 (144)

Tablo 9: Akslara göre orta posterior tibial eğim açılarının taraflara göre istatistiksel analizi (*p<0,05 önemli)

Açı	Taraf	Sayı	Minimum Değer	Maximum Değer	Ortalama ± Standart Sapma	CoV (%)	Ortalama değer ±2 derecesindeki hastaların yüzde ve sayıları (% (n))	P değeri
TAA Orta PTS	Sağ	192	6,00	27,10	16,96 ± 3,80	22,41	38,54 (74)	0,849
	Sol	195	8,50	25,10	17,03 ± 3,37	19,79	40,00 (78)	
TMA Orta PTS	Sağ	192	3,90	24,60	14,95 ± 3,66	24,48	44,79 (86)	0,770
	Sol	195	1,00	25,80	15,06 ± 3,59	23,84	40,51 (79)	
FSA Orta PTS	Sağ	192	2,80	24,30	14,11 ± 3,69	26,15	41,67 (80)	0,836
	Sol	195	5,70	21,80	14,04 ± 3,43	24,43	42,05 (82)	
ATKA Orta PTS	Sağ	192	5,30	28,90	18,64 ± 3,92	21,03	42,19 (81)	0,590
	Sol	195	5,40	27,20	18,85 ± 3,56	18,88	42,05 (82)	
PTKA Orta PTS	Sağ	192	1,30	25,30	14,91 ± 3,89	26,09	43,23 (83)	0,670
	Sol	195	7,70	25,40	15,07 ± 3,53	23,42	40,00 (78)	
Orta TAMA	Sağ	192	68,20	103,10	91,44 ± 4,88	5,34	39,06 (75)	0,609
	Sol	195	78,80	103,20	91,68 ± 4,45	4,85	35,38 (69)	

Tablo 10: Akslara göre orta posterior tibial eğim açılarının cinsiyete göre istatistiksel analizi (*p<0,05 önemli)

Açı	Cinsiyet	Sayı	Minimum Değer	Maximum Değer	Ortalama ± Standart Sapma	CoV (%)	Ortalama değer ±2 derecesindeki hastaların yüzde ve sayıları	P değeri
TAA Orta PTS	Erkek	298	6,00	27,10	17,31 ± 3,71	21,43	41,28 (123)	0,000*
	Kadın	89	10,00	23,60	15,94 ± 2,92	18,32	46,07 (41)	
TMA Orta PTS	Erkek	298	1,00	24,60	15,14 ± 3,72	24,57	40,61 (121)	0,171
	Kadın	89	7,20	25,80	14,54 ± 3,24	22,28	43,83 (39)	
FSA Orta PTS	Erkek	298	2,80	24,30	14,21 ± 3,71	26,11	40,61 (121)	0,155
	Kadın	89	7,30	21,00	13,60 ± 2,97	21,84	43,83 (39)	
ATKA Orta PTS	Erkek	298	5,30	28,90	19,10 ± 3,79	19,84	42,29 (126)	0,001*
	Kadın	89	5,40	25,50	17,58 ± 3,34	19,00	41,58 (37)	
PTKA Orta PTS	Erkek	298	1,30	25,30	15,20 ± 3,80	25,00	41,62 (124)	0,042*
	Kadın	89	8,00	25,40	14,29 ± 3,31	23,16	41,58 (37)	
Orta TAMA	Erkek	298	68,20	103,20	91,13 ± 4,78	5,25	37,25 (111)	0,001*
	Kadın	89	79,80	101,30	92,99 ± 3,95	4,25	43,83 (39)	

5. TARTIŞMA

Tibia proksimal posterior eğim açısı; menisküs ve kıkırdaklara binen yükler, çapraz ve yan bağların gerginliği, dizin hareket açıklığı gibi birçok faktöre etki ederek dizin stabilitesi üzerine önemli derecede etki eder (5,41–45). Bu yüzden diz bölgesine yapılacak cerrahi operasyonlarda dizilimin doğru sağlanması kullanılacak olan materyallerinde ömrünü ve hasta memnuniyetini olumlu yönde etkileyecektir (46,47). Kişiler arasında çok fazla varyasyon gösteren tibial proksimal posterior eğim açısının ölçümü için farklı yöntemler ve görüntüleme seçenekleri kullanılmıştır (1). Uygun dizilimin sağlanabilmesi için birçok planlama ve cerrahi teknik bildirilmiş olsa da sagittal hizalama için az sayıda çalışma vardır. Tariflenen teknikler ve referans noktaları açısından da fikir birliği yoktur (1). Cerrahi öncesi planlamada tibianın tamamının görüntülendiği lateral radyografi, üç boyutlu bilgisayarlı tomografi görüntüleri (BT) veya manyetik rezonans (MR) görüntüleri kullanılabilir (1,27,28). Radyografilerde medial ve lateral platoların ayrı ayrı belirlenerek tibial posterior eğim açısının ölçümünün zor olduğu konusunda fikir birliği vardır (12,13). Rutin kullanılan diz grafilerinde tibia kemiğinin tamamının gözükmemesi nedeniyle kesin ve mükemmel ölçüm yapmak zordur. Yapılan çalışmalarda tibianın proksimalden 20 cm distali gösteren grafileri ile tamamının gözüksüğü grafilerde yapılan ölçümler arasında benzerlik görülürken, daha kısa görünüm olduğu grafilerde yapılan ölçümlerde sonuçlarda değişiklik olduğu izlenmiştir (29). BT ve MR üzerinden yapılan ölçümler tibia proksimalinin her bölgesinin daha iyi analiz edebilmesine olanak sağladığı için detaylı ölçümler yapılabilir. Aynı zamanda cerrahlar ameliyat esnasında maliyet ve ulaşım kapasitesine göre, doğru sagittal hizalama ve tibial posterior eğim açısının bulabilmek için çeşitli intra ve eksramedüller kılavuzlar, bilgisayar destekli hizalamalar kullanmışlardır (27).

Bizim hipotezimiz gelişim ve adölesan dönemlerinde etkilendiği durumlar ve asimetrik kuvvetler nedeniyle değişebilen tibia proksimal posterior eğim açısının, bu etkiden daha az etkilenen tibia proksimal metafizer bölgeden ölçüldüğünde daha az varyasyon göstereceğidir.

Akti ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada yaşları 18 ile 38

arasında değişen 85 Türk hastanın (43 erkek, 42 kadın) 85 lateral diz grafisi (42 sol taraf, 43 sağ taraf) incelenmiştir. Bu hastaların tibial proksimal posterior eğim açıları klasik yöntemle (tibia proksimal anatomik aksa göre) ve anterior metafizer kortekse göre ölçülmüştür. Çalışmanın popülasyonunda, posterior eğim açısının klasik yöntemle ölçümünde 44,23% varyasyon (CoV) sağlanırken, anterior metafizer kortekse göre yapılan ölçümlerde 2,73% varyasyon (CoV) sağlanmıştır (39). Ayrıca klasik yöntemle yapılan ölçümlerde hastaların 38%'inin (33/85) ortalama değerin ± 2 derece içerisinde olduğu görülürken anterior metafizer kortekse göre yapılan TAMA ölçümlerinde hastaların 75%'inin (64/85) ± 2 derece içerisinde olduğu gösterilmiştir (39). Bu çalışmada; 199 hastanın, 387 dizinde (192 sağ, 195 sol), medial bölgeden, klasik yöntemle yapılan PTS lmlerinde; TAA'da varyasyon (CoV) değeri 27,10, TMA'da varyasyon (CoV) değeri 29,27, FSA'da varyasyon (CoV) değeri 33,37, ATKA'da varyasyon (CoV) değeri 23,08, PTKA'da varyasyon (CoV) değeri 31,26 bulunmuştur. Medial TAMA'da varyasyon (CoV) değeri 4,48 olarak bulunmuştur. Çalışmamız hipotezimizi destekler nitelikte olup medial bölgede yapılan ölçümlerde sağlanan varyasyon (CoV) değeri TAMA'da daha düşük olarak bulunmuştur. Bu çalışmada medialden klasik yöntemle yapılan PTS ölçümlerinde ortalama değerin ± 2 derecesindeki hasta sayıları ise TAA'da 46,78% (181/387), TMA'da 48,07% (186/387), FSA'da 45,74% (177/387), ATKA'da 45,74% (177/387), PTKA'da 45,22% (175/387) bulurken TAMA'da 35,66% (138/387) olarak bulunmuştur. Akti ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre bizim çalışmamızda medialden yapılan klasik PTS ve TAMA lmlerinde, TAMA'da varyasyon az olarak bulunmasına rağmen ± 2 derece aralığında bulunan kişi yüzdesi düşük bulunmuştur. Bu çalışmada, 199 hastanın 387 dizinde (192 sağ, 195 sol) lateral bölgeden klasik yöntemle yapılan PTS lmlerinde; TAA'da varyasyon (CoV) değeri 46,58, TMA'da varyasyon (CoV) değeri 57,69, FSA'da varyasyon (CoV) değeri 68,46, ATKA'da varyasyon (CoV) değeri 37,97, PTKA'da varyasyon (CoV) değeri 60,10 bulunmuştur. Lateral TAMA'da varyasyon (CoV) değeri 5,30 olarak bulunmuştur. Çalışmamız hipotezimizi destekler nitelikte olup lateral bölgede yapılan ölçümlerde sağlanan varyasyon (CoV) değeri TAMA'da daha düşük

olarak bulunmuştur. Bu çalışmada, lateralden yapılan klasik PTS ölçümlerinde ortalama değerin ± 2 derecesindeki hasta sayıları ise TAA'da 38,76% (150/387), TMA'da 44,71% (173/387), FSA'da 41,87% (162/387), ATKA'da 41,61% (161/387), PTKA'da 43,16% (167/387) bulunurken, TAMA'da 31,01% (120/387) olarak bulunmuştur. Bu çalışmada 199 hastanın 387 dizinde (192 sağ, 195 sol) orta bölgeden yapılan klasik yöntem PTS ölçümlerinde TAA'da varyasyon (CoV) değeri 21,10, TMA'da varyasyon (CoV) değeri 24,11, FSA'da varyasyon (CoV) değeri 25,27, ATKA'da varyasyon (CoV) değeri 19,96, PTKA'da varyasyon (CoV) değeri 24,75 bulunmuştur. Orta TAMA'da varyasyon (CoV) değeri 5,10 olarak bulunmuştur. Çalışmamız hipotezimizi destekler nitelikte olup orta bölgeden yapılan ölçümlerde varyasyon TAMA'da daha düşük olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda orta bölgeden yapılan klasik yöntem PTS ölçümlerinde ortalama değerin ± 2 derecesindeki hasta sayıları ise TAA'da 42,12% (163/387), TMA'da 41,09% (159/387), FSA'da 43,42% (168/387), ATKA'da 41,35% (160/387), PTKA'da 38,28% (152/387) bulunurken, TAMA'da 37,21% (144/387) olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ± 2 derece aralığında bulunan kişi sayılarının azlığı BT görüntüleri üzerinden daha detaylı ölçüm yapılmasından kaynaklı olabilir.

Aktı ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada hem klasik yöntemle ölçülen PTS değerlerinde hem de anterior metafizer çizgiye göre ölçülen TAMA değerleri arasında cinsiyet ve tarafa göre istatistiksel olarak anlamlı değerler bulunamamıştır (39). Bu çalışmada da medial, lateral ve orta bölgeden klasik yöntemle ölçülen PTS ve TAMA değerlerinin ortalamaları, tarafa göre istatistiksel olarak anlamlı değerler bulunamamıştır. Fakat bu çalışmamızda lateral bölgeden yapılan PTS değerlerinin cinsiyete göre yapılan istatistiklerinde TAA, TMA, FSA, ATKA, PTKA'da erkeklerde ölçülen ortalama değerler kadınlarda ölçülen ortalama değerlerden yüksek olup, bu yükseklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yine hastalarımızın lateral bölgeden ölçülen TAMA değerleri kadınlarda erkeklerden yüksek olarak bulunmuş olup, bu yükseklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Fakat orta bölgeden yapılan PTS ölçümlerinde TAA, ATKA ve PTKA'da erkeklerin ortalama değerleri kadınların ortalama değerlerinden yüksek olup bu yükseklik

istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Orta bölgeden yapılan TAMA ölçümlerinde kadınların ortalama değeri erkeklerin ortalama değerlerinden yüksek olup, bu yükseklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Aktı ve arkadaşlarının klasik yöntemle proksimal tibia anatomik aksına göre yaptıkları ölçümlerde ortalama PTS değeri $11,91^{\circ} \pm 5,26^{\circ}$ (erkeklerde $11,12^{\circ} \pm 5,76^{\circ}$, kadınlarda $12,71^{\circ} \pm 4,64^{\circ}$, sağ taraf $12,29^{\circ} \pm 5,33^{\circ}$, sol taraf $11,53^{\circ} \pm 5,23^{\circ}$) olarak bulunmuş olup cinsiyetler ve taraflar arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Bu çalışmada ise medialden TAA'ya göre ölçülen ortalama PTS değeri $10,83^{\circ} \pm 3,17^{\circ}$ (erkeklerde $12,78^{\circ} \pm 3,51^{\circ}$, kadınlarda $12,54^{\circ} \pm 3,23^{\circ}$, sağ taraf $12,81^{\circ} \pm 3,51^{\circ}$, sol taraf $12,64^{\circ} \pm 3,39^{\circ}$) olarak bulunmuş olup cinsiyet ve taraflar arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Her iki çalışmada da ölçülen değerler ve istatistiksel sonuçlar benzer sonuçlar göstermiştir (39).

Meier ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada, Avrupalı popülasyonunda, total diz protezi uygulanan 234 hastanın (118 kadın, 116 erkek) tomografi görüntüleri üzerinden tibial mekanik aksa göre medialden ve lateralden PTS açılarının ölçümünü yapmışlar (48). Yapılan ölçümlerde medial PTS $6,6^{\circ} \pm 3,5^{\circ}$, lateral PTS $5,9^{\circ} \pm 3,4^{\circ}$ olarak bulunmuş. Bölgeler arasındaki PTS ortalama değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu çalışmada, medialden TMA'ya göre ölçülen PTS değeri $10,83^{\circ} \pm 3,17^{\circ}$, lateralden TMA'ya göre ölçülen PTS değeri ise $6,26^{\circ} \pm 3,61^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmadaki lateral ölçümler, Meier ve arkadaşlarının çalışmasına benzer olup medial ölçümlerde bizim bulduğumuz değerler daha yüksektir. Bu fark Meier ve arkadaşlarının ölçüm popülasyonundaki hastaların 87% varus dizilimdeki medial gonartroza sahip olmasından dolayı olabilir (48).

Yoo ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, ileri düzey gonartroz nedeniyle total diz artroplastisi yapılan 66 kadın hastanın (90 diz), lateral tibia grafilerinden çeşitli referans noktalarına göre yapmışlardır. Yapılan ölçümlerde, medial PTS açısı ölçümlerindeki ortalama değerler; TMA'da $10,6^{\circ} \pm 3,5^{\circ}$, FSA'da $9,5^{\circ} \pm 3,9^{\circ}$ bulunmuştur. Bizim çalışmamızda medialden bölgeden yapılan PTS ölçümlerinde ortalama değer TMA'da $10,83^{\circ} \pm 3,17^{\circ}$, FSA'da $9,80^{\circ} \pm 3,29^{\circ}$ bulunmuştur. Her iki çalışmada ölçülen ortalama değerler

yaklaşık olarak benzer olarak bulunmuştur (8).

Nunley ve arkadaşlarının 2031 medial gonartroz tanısı konulan hasta ve 364 lateral gonartroz tanısı konulan ve artroplasti yapılan hastalarda yapmış oldukları çalışmada, ameliyat öncesi mekanik aksa göre medialden yapılan PTS ölçümlerinde değerler $6,8^{\circ} \pm 3,3^{\circ}$ olarak bulunurken, lateralden mekanik aksa göre yapılan PTS ölçümlerinde değerler $8^{\circ} \pm 3,3^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Lateral PTS değerlerindeki medial PTS değerine göre yüksek olması istatistiksel anlamda anlamlı bulunmuştur (9). Bu çalışmada, medialden bölgeden yapılan PTS ölçümlerinde ortalama değer TMA'da $10,83^{\circ} \pm 3,17^{\circ}$ olarak bulunurken, lateralden bölgeden yapılan PTS ölçümlerinde değerler $6,26^{\circ} \pm 3,61^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Medial bölge ölçümlerinde bizim değerlerimiz daha yüksekken, lateral bölge ölçümlerinde Nunley ve arkadaşlarının ölçümleri daha yüksek bulunmuştur (9).

Kaçmaz ve arkadaşlarının Türk popülasyonunda lateral diz grafileri kullanarak 1024 hastanın (496 erkek, 528 kadın) 1024 dizinde (629 sağ, 395 sol) proksimal anatomik aksa göre lateral PTS ölçümü yaptıkları çalışmada lateral PTS'nin ortalama değeri $8,36^{\circ} \pm 3,3^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Erkeklerde lateral PTS açısının ortalama değeri $8,57^{\circ} \pm 3,4^{\circ}$, kadınlarda lateral PTS açısının ortalama değeri $8,16^{\circ} \pm 3,12^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Proksimal tibial anatomik aksa göre ölçülen lateral PTS değerlerinin cinsiyete göre yapılan istatistiğinde erkeklerdeki yüksek değerler anlamlı bulunmuştur (49). Bizim bu çalışmamızda, TAA'ya göre ölçülen lateral PTS değerleri $8,16^{\circ} \pm 3,80^{\circ}$ olarak bulunurken; erkeklerde bu değer $8,54^{\circ} \pm 3,68^{\circ}$, kadınlarda $6,90^{\circ} \pm 3,96^{\circ}$ olarak bulunmuştur. TAA'ya göre lateral PTS açıları çalışmamızda erkeklerde Korkmaz ve arkadaşlarının çalışmasındaki gibi istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ölçüm yapılırken tibianın şaft bölgesinin anatomik aksı kullanılması Kaçmaz ve arkadaşlarının proksimal tibial anatomik aksı kullanması nedeniyle açılar arasında farklılıklar oluşmasına sebep olmuş olabilir (49).

Koh YG ve arkadaşlarının Kellgren and Lawrence grade 3 and 4 gonartroz tanısı olan 511 (81 erkek, 430 kadın) Koreli hastanın MR görüntüleri üzerinden yapmış oldukları çalışmada tibia sagittal mekanik aksa göre

rotasyonel olarak tibia ön arka yönünde elde ettikleri sagittal görüntü üzerinden medial, lateral ve overall PTS ölçümü yapmışlar (50). Koh YG ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada ortalama medial PTS $10,3^{\circ} \pm 4,0^{\circ}$, ortalama lateral PTS $8,7^{\circ} \pm 3,9^{\circ}$ bulunmuş olup medial PTS değerlerindeki yükseklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu çalışmamızda, TMA'ya göre ortalama medial PTS değerimiz $10,83^{\circ} \pm 3,17^{\circ}$, ortalama lateral PTS değerimiz $6,26^{\circ} \pm 3,61^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Medial bölge PTS değerleri Koh YG ve arkadaşlarının çalışmasına benzer şekilde olup, bizim çalışmamızdaki lateral PTS değerleri daha düşük bulunmuştur. Kadınlarda medial PTS ortalama değeri $10,7^{\circ} \pm 3,8^{\circ}$, lateral PTS ortalama değeri $8,8^{\circ} \pm 3,8^{\circ}$ olarak bulunurken erkeklerde medial PTS ortalama değeri $8,9^{\circ} \pm 4,8^{\circ}$, lateral PTS ortalama değeri $7,7^{\circ} \pm 4,7^{\circ}$ olarak bulunmuştur. MPTS değerleri kadınlarda LPTS değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bizim çalışmamızda, TMA'a göre MPTS erkeklerde $10,76^{\circ} \pm 3,20^{\circ}$, kadınlarda $11,05^{\circ} \pm 3,08^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Yine bizim çalışmamızda, TMA'a göre LPTS erkeklerde $6,52^{\circ} \pm 3,41^{\circ}$, kadınlarda $5,40^{\circ} \pm 4,13^{\circ}$ olarak bulunmuştur ve erkeklerde ölçülen LPTS değerlerinin yüksekliği istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (50).

Ho J ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, osteoartrit bulguları olmayan 18 yaşından büyük, Asya'nın güney, doğu ve güneydoğu etnik kökenlerinden 100 hastada (52 kadın, 48 erkek) medial, lateral ve orta bölgeden PTS açısı ölçülmüş. Ölçümler tibianın 3D görüntüleri üzerinden tibianın proksimal ve distal eklem yüzlerinin hem sagittal hem de koronal düzlemde orta noktalarını birleştiren mekanik aksa göre yapılmış (51). Yapılan ölçümlerde MPTS $11,3^{\circ} \pm 3,2^{\circ}$, LPTS $10,9^{\circ} \pm 3,7^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Bulunan değerlerde yaş ve etnik kökene göre istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda TMA'ya göre yapılan PTS ölçümlerinde medialde $10,83^{\circ} \pm 3,17^{\circ}$, lateralde $6,26^{\circ} \pm 3,61^{\circ}$ olarak bulunmuştur. MPTS değerleri yaklaşık olarak benzer bulunsa da LPTS değerlerinde farklılıklar görülmüştür. Bu durum çalışmadaki insanların etnik kökeni ve ölçüm yöntemi ile alakalı olabileceği düşünülmüştür.

Han H ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, 72 hastanın (64

kadın, 8 erkek) 133 dizi incelenmiştir (30). Tüm tibianın, diz ve ayak bileği eklemlerinin de dahil olduğu tomografi görüntülerini bizim çalışmamızdaki TAA, TMA, ATKA ve FSA göre MPTS ve LPTS ölçümü yaparak incelenmiştir. MPTS değeri; TAA'ya göre $10,0^{\circ} \pm 3,3^{\circ}$, TMA'ya $8,7^{\circ} \pm 3,1^{\circ}$, FSA'ya göre $7,3^{\circ} \pm 3,2^{\circ}$, ATKA'ya göre $12,0^{\circ} \pm 3,3^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ölçtüğümüz MPTS değerleri ise; TAA'ya göre $12,73^{\circ} \pm 3,45^{\circ}$, TMA'ya göre $10,83^{\circ} \pm 3,17^{\circ}$, FSA'ya göre $9,8^{\circ} \pm 3,29^{\circ}$ ve ATKA'ya göre $14,56^{\circ} \pm 3,36^{\circ}$ olarak bulunmuştur ve değerlerimiz Han H ve arkadaşlarının çalışmasındaki değerlerden 2-3 derece daha yüksek bulunmuştur. Han H ve arkadaşlarının çalışmasında LPTS değeri; TAA'ya göre $8,4^{\circ} \pm 3,8^{\circ}$, TMA'ya $7,4^{\circ} \pm 3,6^{\circ}$, FSA'ya göre $5,3^{\circ} \pm 4,0^{\circ}$, ATKA'ya göre $9,6^{\circ} \pm 3,9^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ölçtüğümüz LPTS değerleri ise; TAA'ya göre $8,16^{\circ} \pm 3,80^{\circ}$, TMA'ya göre $6,26^{\circ} \pm 3,61^{\circ}$, FSA'ya göre $5,27^{\circ} \pm 3,61^{\circ}$ ve ATKA'ya göre $9,99^{\circ} \pm 3,79^{\circ}$ olarak bulunmuştur ve değerlerimiz Han H ve arkadaşlarının çalışmasındaki değerlere yakın olarak bulunmuştur. Medial bölgedeki farklılıkların hasta popülasyonlarının, medial eklem bölgelerindeki dejenerasyon derecesine veya etnik kökene bağlı olabileceği düşünülmüştür (30).

Medda ve arkadaşlarının doğu Hint popülasyonundaki 108 hastada (43 erkek, 65 kadın) yaptıkları çalışmada tibia shaft anterior kortekse göre tibia plato açısını ölçmüşler (52). Hastaları seçerken ileri evre gonartrozu olan, ön çapraz bağ yaralanması olan, diz bölgesinden kırık geçiren veya deformitesi olan hastalarla birlikte 18 yaşından küçük hastaları çalışma dışı bırakmışlardır. Bu hastaların 184 dizine (87 sağ, 97 sol) ölçüm yapılmış. Yapılan ölçümlerde tibia plato açısı (TPA), $13,6^{\circ} \pm 3,5^{\circ}$ (erkeklerde $13,3^{\circ} \pm 3,3^{\circ}$, kadınlarda $13,9^{\circ} \pm 3,4^{\circ}$) olarak bulunmuş. TPA'nın erkek ve kadınlardaki ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunamamış. TPA'nın sağ dizlerdeki ortalama değeri $13,7^{\circ} \pm 3,4^{\circ}$ (erkeklerde $13,4^{\circ} \pm 3,4^{\circ}$, kadınlarda $13,9^{\circ} \pm 3,3^{\circ}$) sol dizlerdeki ortalama değeri $13,6^{\circ} \pm 3,3^{\circ}$ (erkeklerde $13,1^{\circ} \pm 3,2^{\circ}$, kadınlarda $13,8^{\circ} \pm 3,4^{\circ}$) bulunmuştur. TPA'nın sağ ve sol dizlerdeki ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda ATKA'ya göre yapılan ölçümlerde PTS; medialde $14,56^{\circ} \pm 3,36^{\circ}$ (erkeklerde $14,64^{\circ} \pm 3,36^{\circ}$, kadınlarda $14,31^{\circ} \pm 3,34^{\circ}$, sağ tarafta $14,58^{\circ} \pm$

3,45° sol tarafta 14,55° $\pm$ 3,27°), lateralde 9,99° $\pm$ 3,79° (erkeklerde 10,39° $\pm$ 3,64°, kadınlarda 8,67° $\pm$ 4,03°, sağ tarafta 10,13° $\pm$ 3,91° sol tarafta 9,85° $\pm$ 3,68°) ve orta bölgede 18,74° $\pm$ 3,74° (erkeklerde 19,10° $\pm$ 3,79°, kadınlarda 17,58° $\pm$ 3,34°, sağ tarafta 18,64° $\pm$ 3,92° sol tarafta 18,85° $\pm$ 3,56°) bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da Medda ve arkadaşlarının çalışmasında olduğu gibi taraflar arasındaki değerler istatistiksel olarak anlamlı değildi. Ancak bizim çalışmamızda cinsiyete göre yapılan analizde lateralden ve orta bölgeden ATKA'ya göre yapılan PTS ölçümlerinde elde edilen ortalama değerler erkeklerde kadınlara göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yine benzer aksa göre yapılan diğer etnik grupları içeren çalışmalarda elde edilen değerler bizim çalışmamızda elde ettiğimiz değerlere yakındı. Moore ve arkadaşlarının Amerikalılarda yaptıkları çalışmada PTS 14,0° $\pm$ 3,7° (53), Chiu ve arkadaşlarının Çinlilerde yaptıkları çalışmada PTS 14,7° $\pm$ 3,6° olarak bulunmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

01,01,2006-27,02,2023 tarihleri arasında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Uygulama ve Araştırma Hastanesinde alt ekstremité anjiyografi ve kruris tomografisi çekilen tibia ve fibula kemiklerinde kırık olmayan 40-70 yaş arası hastalar arasından sistematik örnekleme yöntemi ile seçilen 199 hasta ve 387 tibia dahil edilerek yapılan tibia proksimal posterior eğim açıları incelendiğinde TAMA'ya göre ölçüm yapılan tibia anterior metafizer açının varyasyon (CoV) değeri diğer 5 aksa göre ölçüm yapılan klasik posterior tibial slop açılarının varyasyon (CoV) değerlerinden daha düşük olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar çalışmamızın hipotezini destekler niteliktedir. Literatürdeki benzer çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışmamızda göstermiştir ki, PTS açısının çok geniş varyasyonu mevcuttur.

Tibia anterior metafizer açının ölçümü, rutinde standart olarak kullanılan lateral diz grafilerinde, klasik PTS açısının ölçümünde kullanılan tibianın uzun akslarının belirlenmesine gerek kalmadan yapılabilir.

Çalışmamıza dahil edilen hastaların BMI, boy, kilo verileri ve eklem yüzlerindeki dejenerasyonun değerlendirilmesi olmadığı için bu veriler eşliğinde ayrılmış dizlerde yapılacak çalışmalarda daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilir. Etnik köken, cinsiyet gibi faktörlerin değişkenlik yarattığı PTS açısına uygun dizilim sağlanması ve hatta kullanılacak implantların etnik gruplara özel üretimi sayesinde hastaların operasyon sonrası konforu ve klinik durumu iyileştirilerek hasta memnuniyeti artırılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Utzschneider S, Goettinger M, Weber P, Horng A, Glaser C, Jansson V, et al. Development and validation of a new method for the radiologic measurement of the tibial slope. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2011;19:1643–8.
2. Matsuda S, Miura H, Nagamine R, Urabe K, Ikenoue T, Okazaki K, et al. Posterior tibial slope in the normal and varus knee. *Am J Knee Surg*. 1999;12(3):165–8.
3. Kuwano T, Urabe K, Miura H, Nagamine R, Matsuda S, Satomura M, et al. Importance of the lateral anatomic tibial slope as a guide to the tibial cut in total knee arthroplasty in Japanese patients. *Journal of orthopaedic science*. 2005;10:42–7.
4. Chiu KY, Zhang SD, Zhang GH. Posterior slope of tibial plateau in Chinese. *J Arthroplasty*. 2000;15(2):224–7.
5. Hofmann AA, Bachus KN, Wyatt RWB. Effect of the tibial cut on subsidence following total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1991;269:63–9.
6. Oswald MH, Jakob RP, Schneider E, Hoogewoud HM. Radiological analysis of normal axial alignment of femur and tibia in view of total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1993;8(4):419–26.
7. Cooke TD V, Scudamore A. Healthy knee alignment and mechanics. *The adult knee Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins*. 2003;175–86.
8. Yoo JH, Chang CB, Shin KS, Seong SC, Kim TK. Anatomical references to assess the posterior tibial slope in total knee arthroplasty: a comparison of 5 anatomical axes. *J Arthroplasty*. 2008;23(4):586–92.
9. Nunley RM, Nam D, Johnson SR, Barnes CL. Extreme variability in posterior slope of the proximal tibia: measurements on 2395 CT scans of patients undergoing UKA? *J Arthroplasty*. 2014;29(8):1677–80.
10. Calk AK, Hochreiter B, Hess S, Amsler F, Leclercq V, Hirschmann MT, et al. High inter-and intraindividual differences in medial and lateral posterior tibial slope are not reproduced accurately by conventional TKA alignment techniques. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2022;30(3):882–9.

11. Naendrup JH, Drouven SF, Shaikh HS, Jaecker V, Offerhaus C, Shafizadeh ST, et al. High variability of tibial slope measurement methods in daily clinical practice: comparisons between measurements on lateral radiograph, magnetic resonance imaging, and computed tomography. *Knee*. 2020;27(3):923–9.
12. Kessler MA, Burkart A, Martinek V, Beer A, Imhoff AB. Development of a 3-dimensional method to determine the tibial slope with multislice-CT. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 2003;141(2):143–7.
13. Hudek R, Schmutz S, Regenfelder F, Fuchs B, Koch PP. Novel measurement technique of the tibial slope on conventional MRI. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467:2066–72.
14. Ogden JA. Radiology of postnatal skeletal development: X. Patella and tibial tuberosity. *Skeletal Radiol*. 1984;11:246–57.
15. Green DW, Sidharthan S, Schlichte LM, Aitchison AH, Mintz DN. Increased posterior Tibial slope in patients with Osgood-Schlatter disease: A new association. *Am J Sports Med*. 2020;48(3):642–6.
16. Netter FH. The CIBA collection of medical illustration. Heart. 1969;143–4.
17. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Clinically oriented anatomy. Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
18. Paulsen F, Waschke J. Sobotta atlas of human anatomy, vol 1, 15th edn, General anatomy and musculoskeletal system (english version with english nomenclature). Elsevier, Urban & Fischer Verlag, München, 258 s., 2013.
19. Standring S, Ellis H, Healy J, Johnson D, Williams A, Collins P, et al. Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice. *American journal of neuroradiology*. 2005;26(10):2703.
20. Paulsen F, Waschke J. Sobotta Atlas of Human Anatomy, Vol. 3, English: Head, Neck and Neuroanatomy. Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH; 2013.
21. Tileston K, Frick S. Proximal Tibial fractures in the pediatric population. *J Knee Surg*. 2018;31(06):498–503.
22. Demirci F, Kekovalı M, Eren S, Uludoğan M, Arı B, Uçar M, et al. Uzun kemik epifiziel ossifikasyon merkezlerinin sonografik değerlendirilmesinin fetal gelişim takibindeki yeri. 1994;

23. Tandogan N, Karaeminogullari O, Ozyurek A, Ersozlu S. Periarticular fractures of the knee in child and adolescent athletes. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2004;38:93–100.
24. Tachdjian M, Herring JA. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics 3rd edition. Çeviri Editörü Tuncay Centel, Hayat Tıp Ktaphılık, İstanbul, 8-9 s., 2007.
25. Pappas AM, Anas P, Toczyłowski Jr HM. Asymmetrical arrest of the proximal tibial physis and genu recurvatum deformity. *JBJS.* 1984;66(4):575–81.
26. Ahmad R, Patel A, Mandalia V, Toms A. Posterior tibial slope: effect on, and interaction with, knee kinematics. *JBJS Rev.* 2016;4(4):e3.
27. Tomite T, Saito H, Kijima H, Saito K, Tazawa H, Ishikawa N, et al. The usefulness of planning using a preoperative lateral leg image to determine accurate posterior tibial slope in total knee arthroplasty. *J Orthop.* 2019;16(1):25–30.
28. Okamoto S, Mizu-uchi H, Okazaki K, Hamai S, Nakahara H, Iwamoto Y. Effect of tibial posterior slope on knee kinematics, quadriceps force, and patellofemoral contact force after posterior-stabilized total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2015;30(8):1439–43.
29. Faschingbauer M, Sgroi M, Juchems M, Reichel H, Kappe T. Can the tibial slope be measured on lateral knee radiographs? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2014;22:3163–7.
30. Han HS, Chang CB, Seong SC, Lee S, Lee MC. Evaluation of anatomic references for tibial sagittal alignment in total knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2008 Apr 13;16(4):373–7.
31. Meier M, Zingde S, Best R, Schroeder L, Beckmann J, Steinert AF. High variability of proximal tibial asymmetry and slope: a CT data analysis of 15,807 osteoarthritic knees before TKA. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy.* 2020;28:1105–12.
32. Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SLY, Harner CD. Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee. *Am J Sports Med.* 2004;32(2):376–82.
33. Jojima H, Whiteside LA, Ogata K. Effect of tibial slope or posterior cruciate ligament release on knee kinematics. *Clinical*

- Orthopaedics and Related Research (1976-2007). 2004;426:194–8.
34. Singerman R, Dean JC, Pagan HD, Goldberg VM. Decreased posterior tibial slope increases strain in the posterior cruciate ligament following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1996;11(1):99–103.
 35. Goldstein SA, Wilson DL, Sonstegard DA, Matthews LS. The mechanical properties of human tibial trabecular bone as a function of metaphyseal location. *J Biomech*. 1983;16(12):965–9.
 36. Hvid I, Hansen SL. Trabecular bone strength patterns at the proximal tibial epiphysis. *Journal of Orthopaedic Research*. 1985;3(4):464–72.
 37. Dean RS, DePhillipo NN, Chahla J, Larson CM, LaPrade RF. Posterior tibial slope measurements using the anatomic axis are significantly increased compared with those that use the mechanical axis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2021;37(1):243–9.
 38. Yamamoto T, Taneichi H, Seo Y, Yoshikawa K. MRI-based kinematics of the menisci through full knee range of motion. *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2021;29(2):23094990211017348.
 39. Akti S, Akti S, Zeybek H, Celebi NO, Karagüven D, Cankaya D. Anterior metaphyseal angle; much less individual variation in determining the posterior slope of the tibia. *Journal of Orthopaedic Science*. 2022;
 40. Han HS, Kang SB, Jo CH, Kim SH, Lee JH. The accuracy of intramedullary tibial guide of sagittal alignment of PCL-substituting total knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2010;18:1334–8.
 41. Whiteside LA, Amador DD. The effect of posterior tibial slope on knee stability after Ortholoc total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1988;3:S51–7.
 42. Giffin JR, Stabile KJ, Zantop T, Vogrin TM, Woo SLY, Harner CD. Importance of tibial slope for stability of the posterior cruciate ligament—deficient knee. *Am J Sports Med*. 2007;35(9):1443–9.
 43. Bellemans J, Robijns F, Duerinckx J, Banks S, Vandenuecker H. The influence of tibial slope on maximal flexion after total knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2005;13:193–6.

44. Agneskirchner JD, Hurschler C, Stukenborg-Colsman C, Imhoff AB, Lobenhoffer P. Effect of high tibial flexion osteotomy on cartilage pressure and joint kinematics: A biomechanical study in human cadaveric knees: Winner of the AGA-DonJoy Award 2004. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2004;124:575–84.
45. Brandon ML, Haynes PT, Bonamo JR, Flynn MI, Barrett GR, Sherman MF. The association between posterior-inferior tibial slope and anterior cruciate ligament insufficiency. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2006;22(8):894–9.
46. Callaghan JJ, O'Rourke MR, Goetz DD, Schmalzried TP, Campbell PA, Johnston RC. Tibial post impingement in posterior-stabilized total knee arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007).* 2002;404:83–8.
47. Wasielewski RC, Galante JO, Leighty RM, Natarajan RN, Rosenberg AG. Wear patterns on retrieved polyethylene tibial inserts and their relationship to technical considerations during total knee arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007).* 1994;299:31–43.
48. Meier M, Janssen D, Koeck FX, Thienpont E, Beckmann J, Best R. Variations in medial and lateral slope and medial proximal tibial angle. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy.* 2021;29:939–46.
49. Kacmaz IE, Topkaya Y, Basa CD, Zhamilov V, Er A, Reisoglu A, et al. Posterior tibial slope of the knee measured on X-rays in a Turkish population. *Surgical and Radiologic Anatomy.* 2020;42:673–9.
50. Koh YG, Nam JH, Chung HS, Chun HJ, Kim HJ, Kang KT. Morphometric study of gender difference in osteoarthritis posterior tibial slope using three-dimensional magnetic resonance imaging. *Surgical and Radiologic Anatomy.* 2020;42:667–72.
51. Ho JPY, Merican AM, Hashim MS, Abbas AA, Chan CK, Mohamad JA. Three-dimensional computed tomography analysis of the posterior tibial slope in 100 knees. *J Arthroplasty.* 2017;32(10):3176–83.
52. Medda S, Kundu R, Sengupta S, Pal AK. Anatomical variation of posterior slope of tibial plateau in adult Eastern Indian population. *Indian J Orthop.* 2017;51:69–74.

53. Moore TM, Harvey JR JP. Roentgenographic measurement of tibial-plateau depression due to fracture. JBJS. 1974;56(1):155–60.





