



**T.C.
SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ANTALYA SAğLIK UYGULAMA VE ARAşTIRMA MERKEZİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİğİ**

**AKAGİ ÇİZGİSİNİN PATELLOFEMORAL DİZİLİM BOZUKLUğU
OLAN HASTALARDA TİBİAL KOMPONENT ROTASYONUNU
BELİRLEMEDE GÜVENİLİRLİğİ**

Dr. Mehmet Barış ERTAN

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ANTALYA/2022



**T.C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ANTALYA SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ**

**AKAGİ ÇİZGİSİNİN PATELLOFEMORAL DİZİLİM BOZUKLUĞU
OLAN HASTALARDA TİBİAL KOMPONENT ROTASYONUNU
BELİRLEMEDE GÜVENİLİRLİĞİ**

Dr. Mehmet Barış ERTAN

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Özkan Köse
(TIPTA UZMANLIK TEZİ)**

ANTALYA/2022

TEŞEKKÜR

Mart 2016'da ihtisasıma başladığım tarihten itibaren uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, bilimsel ve akademik gelişimime katkı sağlayan ve tezimin her safhasında yardımcı olan tez danışmanım ve değerli hocam Doç. Dr. Özkan Köse'ye;

Klinik disiplini, cerrahi bilgi ve cesaretine saygı duyduğum, tecrübelerinden faydalandığım değerli hocam Prof. Dr. Ferhat Güler'e;

Mesleki desteğinin yanı sıra manevi desteğini de bize hissettiren, bilgisi ve kişiliğiyle örnek olan değerli hocam Prof. Dr. H. Yalçın Yüksel'e;

Bilgi ve tecrübelerini her zaman bizimle paylaşan, her zaman yanımızda olan beraber çalışma fırsatı yakaladığım değerli uzman ağabeylerim Doç. Dr. Baver ACAR, Doç. Dr. Adil TURAN, Doç. Dr. Y. Alper KATI, Op. Dr. Hasan MAY, Op. Dr. Melih ÜNAL ve Op. Dr. Ali Bozdemir'e saygı ve en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yine uzmanlık eğitimim sürecinde birlikte çalışma fırsatı yakaladığım sayın hocalarım Doç. Dr. Ali Bülent BAZ, Doç. Dr. Fatih DUYGUN, Doç. Dr. Cengiz ALDEMİR ve Op. Dr. Ömer Faruk KILIÇARSLAN ve Op. Dr. Ömer Faruk Eğerci'ye saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Asistanlığım boyunca kliniğimizde birlikte çalışma fırsatı bulduğum tüm asistan ve kliniğimizden uzmanlığımı almış arkadaşlarıma sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Servis ve ameliyathanede birlikte özveriyle çalıştığımız hemşire arkadaşlarıma, kliniğimiz sekreterine, poliklinik sekreterlerimize ve personellerimize sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak bugünlere gelmemde büyük emekleri ve özverileri olan sevgili annem Elmas ERTAN ve sevgili babam Hilmi Sait Ertan'a sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Mehmet Barış ERTAN, Antalya-2022

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
SİMGELER VE KISALTMALAR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
3. GEREÇ VE YÖNTEM	17
4. BULGULAR	23
5. TARTIŞMA	32
6. SONUÇLAR	33
7. KAYNAKLAR	34
8. ÖZGEÇMİŞ	39
9. EKLER	40

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BT:Bilgisayarlı Tomografi

DVT:Derin Ven Trombozu

TT-TG: Tibial Tubercle-Trochlear Groove

nTT-TG: Normalize TT-TG

TT-PCL: Tibial Tubercle-Posterior Cruciate Ligament

nTT-PCL: Normalize TT-PCL

PTMM: Proksimal Tibia Maksimum Mediolateral

MPR: Multiplanar Reformation

TEA:Transepikondiler Aks

sTEA:Surgical Transepikondiler Aks

ICC: Intraclass Correlation Coefficient

TDP:Total Diz Protezi

TT:Tuberositas Tibia

PKA:Posterior Kondiller Aks

SİAS: Spina İliaca Anterior Superior

PCL:Posterior Cruciate Ligament

AÇB:Arka Çapraz Bağ

95%CI: %95 Confidence Interval(Güven Aralığı)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Transepikondiler ve posterior kondiler çizgi

Şekil 2: TT-TG mesafesi ölçümü

Şekil 3: TT-PCL mesafesi ölçümü

Şekil 4: PTMM mesafesi ölçümü

Şekil 5: Diz Rotasyonu Ölçümü

Şekil 6: sTEA- Akagi Çizgisi Arasında Oluşan Açı Ölçümü

Şekil 7: sTEA-1 cm Mediale Göre Çizilen Çizginin Arasında Oluşan Açı Ölçümü

Şekil 8: Vaka ve kontrol grubuna göre TT-TG mesafesi

Şekil 9: Vaka ve kontrol grubuna göre nTT-TG

Şekil 10: Vaka ve kontrol grubuna göre TT-PCL

Şekil 11: Vaka ve kontrol grubuna göre nTT-PCL

Şekil 12: Vaka ve kontrol grubuna göre diz rotasyonu

Şekil 13: Vaka ve kontrol grubuna göre sTEA ile Akagi çizgisi arasındaki açı

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri

Tablo 2. Her iki gözlemcinin farklı zamandaki ölçümlerinin ve gözlemciler arasındaki ölçümlerin sınıf-içi korelasyon katsayıları

Tablo 3. Ölçümlere ait tanımlayıcı istatistikler

Tablo 4. Tüm hastalarda ölçümler arası korelasyon analizi



ÖZET

Amaç: Total Diz Artroplastisinde tibial komponentin doğru rotasyonda yerleştirilmesinde Akagi çizgisi yaygın olarak kullanılan bir kılavuzdur. Akagi çizgisi arka çapraz bağın (AÇB) yapışma yerinin ortası ile tüberositas tibia mediali arasında çizilen hayali çizgidir. Tibial komponent bu çizgiye paralel şekilde yerleştirildiğinde tibial komponent rotasyonunun optimal olacağı varsayılmaktadır. Ancak tüberositas tibia pozisyonu patellofemoral dizilim sorunu olan hastaların birçoğunda laterale yer değiştirmektedir. Bu nedenle, bu hasta grubunda Akagi çizgisinin kullanılması tibial komponentin dış rotasyonda yerleştirilmesi ile sonuçlanabilir. Çalışmamızda patellofemoral dizilim bozukluğu olan hastalarda, intraoperatif olarak kullanılan Akagi çizgisinin güvenilir bir kılavuz olup olmadığının incelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamız retrospektif vaka kontrol tipi bir çalışmadır. Vaka grubu hastalar patellofemoral dizilim sorunu olan, patellofemoral instabilite, patella çıkığı tanılarıyla kliniğimize başvuran veya bu nedenle ameliyat edilmiş hastalar arasından seçildi.

Kontrol grubuna ise acil servis veya polikliniğimize herhangi bir nedenle başvurmuş ve diz bilgisayarlı tomografisi (BT) çekilmiş hastalar arasından seçildi. Çalışmamız için 86 hastalık vaka grubu, 129 hastalık kontrol grubu belirlendi. Araştırmamızda BT kesitleri üzerinde TT-TG, TT-PCL, proksimal tibianın maksimum mediallyateral (PTMM) mesafeleri ve diz rotasyonu ölçüldü. TT-TG ve TT-PCL mesafeleri normalize edildi. Ayrıca MPR üzerinden alınan görüntülerle sTEA, Akagi çizgisi ve vaka grubunda patellar tendonun tüberositas tibiaya yapışma yerini 1 cm mediali ile AÇB'nin yapışma yerinin orta noktası arasındaki çizgiler çizildi ardından iki görüntü birleştirilerek oluşan çizgiler arasındaki açılar ölçüldü. Bu ölçümler bir ortopedi ve travmatoloji uzman doktoru ve bir ortopedi ve travmatoloji asistan doktor olmak üzere iki farklı gözlemci tarafından iki farklı zamanda (1 ay ara ile) ölçüldü. Gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenirlilik ölçümleri yapılarak bulgular kısmında tablolar eşliğinde gösterildi.

Çalışmamızda tanımlayıcı istatistikler ortalama±standart sapma değerleri ile sunuldu. Kategorik değişkenler ile vaka-kontrol grubu arasındaki ilişkilerin yapılan analizinde Pearson ki-kare testi kullanıldı. Normallik varsayımının analizinde gruptaki örneklem sayısı 50'den büyük olduğu için Kolmogorov-Smirnov testi kullanıldı. Verilerin yapılan analizleri sonucunda TT-TG, nTT-TG, TT-PCL, nTT-PCL değerlerinin normal dağılıma uyduğu geri kalan verilerin normal dağılıma uymadığı saptanmış olup bu nedenle iki grup arasındaki verilerin farklarının analizinde normal dağılıma uymayan veriler için Mann-Whitney U testi, normal

dağılıma uyan veriler için student T test kullanıldı. TT-TG, nTT-TG, TT-PCL, nTT-PCL, Diz rotasyonu ve sTEA ile Akagi çizgisi arasındaki açının ölçümleri için korelasyon analizi yapıldı ve aralarındaki ilişki değerlendirildi. İlişkinin analizinde Pearson korelasyon testi uygulandı. Gözlemci içi ve Gözlemciler arası güvenilirlik analizinde sınıf-içi korelasyon katsayıları-ICC(%95 güvenilirlik aralığında) ile gösterildi. Elde edilmiş olan veriler değerlendirilirken, istatistiksel analizler SPSS 26 paket program ile yapılarak p değeri 0,05'den küçük olduğu durumlarda istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Tüm hastaların yaş ortalaması $42,5 \pm 19,2$, vaka grubunun yaş ortalaması $35,7 \pm 17,9$, kontrol grubunun yaş ortalaması ise $41,1 \pm 18,8$ olarak bulundu ($p < 0,001$). Vaka grubunda 47(%54,7) kadın, 39(%45,3) erkek bulunmaktadır. Kontrol grubunda ise 56(%43,4) kadın, 73(%56,6) erkek bulundu ($p = 0,106$). Tüm ölçümler için gözlemciler-içi uyum mükemmel olarak bulundu (ICC range, 0.932-0.998). Vaka grubunda TT-TG, nTT-TG, TT-PCL, nTT-PCL, Diz rotasyonu, sTEA- Akagi çizgisi arasındaki açı değerlerinin ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak farklı ve yüksek olduğu saptandı ($p < 0,001$). Akagi çizgisi kullanıldığında vaka grubunda tibial komponentin rotasyonu 9(%10,5) hastada normal sınırlarda, 77(%89,5) hastada patolojik dış rotasyonda olduğu saptandı. İç rotasyonda ise hasta görülmedi. Kontrol grubunda ise 124(%96,1) hasta normal sınırlarda saptandı. İç rotasyonda patolojik değerde 5(%3,9) hasta saptandı. Dış rotasyonda ise hasta görülmedi. İstatistiksel olarak vaka ve kontrol grubu arasında anlamlı fark bulundu ($p < 0,001$). Vaka grubunda ki bu farktan dolayı Akagi çizgisine alternatif olarak pcl orta noktasından patellar tendonun tüberositas tibiaya yapışma yerinin 1 cm medialine olacak şekilde yeni bir çizgi çizildi ve ölçümler yapıldı. Bunun sonucunda 80 (%93) hasta normal sınırlarda, 2 (%2,3) hasta iç rotasyonda, 4 (%4,7) hasta dış rotasyonda saptandı. Vaka grubunda Akagi çizgisi ile 1 cm medialden çizilen çizgi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0,001$). 1 cm medial kullanıldığında Akagi çizgisine göre $11,9 \pm 1,9$ derecelik bir iç rotasyon sağladı. Vaka grubunda 1 cm medialin kullanılmasının daha iyi sonuçlar verdiği görüldü.

Sonuç: Çalışmamızda tibial komponent rotasyonu için yaygın olarak kullanılan Akagi çizgisi kullanıldı. Çalışmamızın sonucunda tibial komponentin vaka grubunda %89,5 hastada, kontrol grubunda ise %3,9 hastada dış rotasyonda yerleştirilmesine neden oldu. Vaka ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0,001$). Akagi çizgisi patellofemoral dizilim bozukluğu olan hastalarda tek başına tibial komponent rotasyonunu belirlemede hatalara neden olabilmektedir bu nedenle cerrahların birden fazla yöntemle tibial komponent rotasyonunu test etmesi daha uygun olabilir.

Anahtar Kelimeler: Total Diz Artroplastisi, Akagi Çizgisi, Tuberositas Tibia Lateralizasyonu, Tibial Komponent Rotasyonu

ABSTRACT

Aim: The Akagi line is a widely used guide for correct rotation of the tibial component in Total Knee Arthroplasty. The Akagi line can be defined as the line connecting the medial border of the patellar tendon at the tibial attachment to the middle of the tibial insertion of the posterior cruciate ligament. It is assumed that tibial component rotation will be optimal when the tibial component is placed parallel to this line. However, the tuberositas tibia position is displaced laterally in most patients with patellofemoral alignment problems. Therefore, use of the Akagi line in this patient group may result in external rotation of the tibial component. This study aimed to investigate whether the Akagi line used intraoperatively is a reliable guide in patients with patellofemoral malalignment.

Materials (Patients) and Methods: This study is a retrospective case-control type study. Case group patients were selected among patients who were referred to our clinic with patellofemoral alignment problems, patellofemoral instability, patellar dislocation or have been operated by these reasons. The control group was selected from among the patients who applied to our emergency department or our outpatient clinic for any reason and had knee computed tomography (CT) scanned. For our study, the case group consisted of 86 patients and the control group consisted of 129 patients. In our study, TT-TG, TT-PCL, proximal tibia maximum mediolateral (PTMM) distances, and knee rotation were measured on CT sections. TT-TG and TT-PCL distances are normalized. In addition, sTEA, Akagi line and in the case group the line between attachment site of the patellar tendon 1 cm medial to the tuberositas tibia and center of the attachment site of the pcl were drawn with the images taken over MPR, and by combining two images the angles between the lines. Two different observers evaluated these measurements, an orthopedics and traumatology specialist and an orthopedics and traumatology resident, one month apart. Intra-observer and inter-observer reliability measurements were made and shown in the findings section within tables. In our study, descriptive statistics are presented with mean±standard deviation values. The Pearson chi-square test was used to analyze the relationships between categorical variables and the case-control group. The Kolmogorov-Smirnov test was used to the analysis of the assumption of normality, since the number of samples in the group was greater than 50. As a result of the data analysis, it was determined

that the values of TT-TG, nTT-TG, TT-PCL, nTT-PCL fit the normal distribution, and the rest of the data did not fit the normal distribution. Therefore, the student t-test was used to analyze the difference in data that fit the normal distribution, and the Mann-Whitney U test was used for data that did not fit the normal distribution. Correlation analysis was performed between the measurements of TT-TG, nTT-TG, TT-PCL, nTT-PCL, Knee rotation and the angle between sTEA and Akagi line, and the relationship between them was evaluated. Pearson correlation test was used in the analysis of the relationship. Intra-observer and inter-observer reliability analysis is demonstrated by intra-class correlation coefficients-ICC (with 95% confidence interval). While evaluating the data obtained, statistical analyses were made with the SPSS 26 package program and considered statistically significant when the p value was less than 0.05.

Results: The mean age of all patients was $42,5 \pm 19,2$, the mean age of the case group was $35,7 \pm 17,9$, and the mean age of the control group was $41,1 \pm 18,8$ ($p < 0,001$). There are 47 (54,7%) women and 39 (45,3%) men in the case group. There were 56 (43,4%) women in the control group and 73 (56,6%) men. For all of the measurements, the intra-observer ICC was found as excellent (ICC range, 0,932-0,998). The values of TT-TG, nTT-TG, TT-PCL, nTT-PCL, knee rotation and the angle values between the sTEA-Akagi line in the case group were found to be statistically different and higher than the control group ($p < 0,001$). In the case group, rotation of the tibial component was within normal limits in 9 (10,5%) patients, and 77 (89,5%) patients with pathological values in external rotation were found. In the control group, 124 (96,1%) patients were found to be within normal limits, and 5 (3,9%) patients were found in pathological values in internal rotation. A statistically significant difference was found between the case and control group ($p < 0,001$). As a consequence of the difference in the case group, a new line was drawn from the center of PCL attachment site to a 1 cm medial of the patellar tendon attachment site at tuberositas tibia as an alternative for the Akagi Line, and the measurements were taken. As a result, it was found that 80 (93%) patients were within normal values, 2 (2,3%) patient had internal rotation, 4 (4,7%) patients had external rotation. In case group, there was a statistically significant difference between Akagi Line and the line drawn 1 cm medial ($p < 0,001$). When 1 cm medial line was used, an internal rotation angle of $11,9 \pm 1,9$ was found compared to Akagi Line. In the case group, using the line 1 cm medial had improved results.

Conclusion: In our study, the Akagi line, which is widely used for tibial component rotation, was used, and as a result of our study, it caused the tibial component rotation to be placed in external rotation in 89,5% in the case group and in external rotation in 3,9% in the control

group, and there is a statistically significant difference between the case and the control group($p<0.001$). The Akagi line alone can cause errors in determining the rotation of the tibial component in the case and control group with patellofemoral malalignment. Therefore, surgeons should test the rotation of the tibial component with more than one method.

Keywords: Total Knee Arthroplasty, Akagi Line, Tuberositas Tibia Lateralization, Tibial Component Rotation





1. GİRİŞ VE AMAÇ

Total diz protezi, ileri derece osteoartritte uzun dönem sonuçları mükemmel olan altın standart tedavi yöntemidir (1,2). TDP sonrasında hasta memnuniyeti %81-%89 arasında değişmektedir (3). TDP sonrası memnuniyetsizliklerinin en önemli nedeni devam eden ağrı olarak bulunmuştur (1,3,4).

TDP sonrası ağrının enfeksiyon, komponent dizilim bozukluğu, aseptik gevşeme gibi birçok sebebi vardır (3). Ağrının kaynağı kimi zaman tam olarak saptanamamaktadır (3). Ağrı kaynağının açıklanamadığı hastalarda tedavi planlaması oldukça zordur (3).Yapılmış çalışmalarda açıklanamayan ağrısı olan hastaların revizyon cerrahisi sonrasında da sonuçlarının tatmin edici olmadığı gösterilmiştir (1,3).Fakat komponent dizilim bozukluğu olan hastalarda gerçekleşmiş olan revizyon cerrahilerinin etkili oldukları gösterilmiştir (3).

TDP sonrası komponent dizilim bozukluğunun kalıcı ağrı için bir neden olduğu gösterilmiştir ve bu durum patellofemoral komplikasyonlarla bağlantılı olarak artmaktadır (3–5).Ağrı genellikle diz önü ve patella çevresinde görülmektedir (1,5–7). Ağrının nedeninin saptanması konusunda teknik hatalar büyük oranda sorumlu tutulmuştur (1,6). Yumuşak doku dengesinin iyi sağlanamaması, koronal planda varus veya valgus dizilim bozukluğu olması, femoral ve tibial komponentlerin iç rotasyonda yerleştirilmesi patellofemoral komplikasyonların görülmesine neden olmaktadır (6).

Komponent dizilimlerinin değerlendirilmesi amacıyla önceden tanımlanmış BT protokolleri günümüzde kullanılmaktadır (6).

Tibial bileşenin rotasyonel olarak uygun şekilde hizalanması diz artroplastisinde başarılı bir sonuç için kritik öneme sahiptir. Klinik çalışmalar, tibial komponentin malrotasyonunun eklem sertliği, ağrı, patellofemoral komplikasyon ile ilişkili olduğu ve revizyon cerrahisi oranlarında artış olduğunu göstermektedir (8).Malrotasyonu önlemek için tibial komponentin rotasyonunu ayarlar iken tibial tüberkül güvenilir bir kemik işareti olarak kullanılmaktadır. Akagi ve arkadaşlarının (9,10) gösterdiği çalışmada tibiada arka çapraz bağın yapışma yerinin orta noktası ile patellar tendonun TT'deki yapışma yerinin mediali arasında çizilen çizginin sTEA ile dik olduğu gösterilmiştir ve Akagi Çizgisi tibial komponent rotasyonunu belirlerken yaygın olarak kabul edilmiş bir referanstır (11–13).Patellofemoral dizilim bozukluğu olan hastalarda TT lateralize konumda bulunmuş olup Akagi çizgisi bu hasta grubunda tibial komponentin dış rotasyonda yerleştirilmesine neden olabilir. Bu çalışmada patellofemoral

dizilim bozukluğu olan hastalarda tibial komponent rotasyonu için intraoperatif olarak kullanılan Akagi çizgisinin güvenilir bir kılavuz olup olmadığının araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Dizde gelişmiş olan osteoartrite gonartroz denilmektedir (1,2). En sık başvuru şikâyetleri dizde bıçak saplanır tarzda ağrı, hareket güçlüğü, hareket açıklığında azalma, şişlik ve ısı artışıdır. Gonartrozun erken evrelerinde konservatif tedavi yöntemlerinden fayda görülse de yaşın artması ile hastalık ilerler ve total diz artroplastisi kaçınılmaz olur (1,2,14–17). Artroplasti kararı vermede en zorlayan faktörlerin başında yaş gelmektedir (18). Hareketsiz bir yaşantısı olan yaşlı hastalarda TDP uygulanmasında şüphe yoktur (18). Esas problem genç ve aktivite düzeyi yüksek hastalardır (18). TDP’de eski yaklaşım genç ve aktivite düzeyi yüksek hastalarda sonuçlarının iyi olmadığı ve bu tarz hastalar için pek tercih edilmemesi üzerineydi (18). Fakat günümüzde kullanılan protezler, cerrahi teknikler ile aktivite düzeyi yüksek genç hastalara TDP uygulanmaktadır (18).

Total Diz Artroplastisi Endikasyonları ve Kontraendikasyonları

TDP ameliyatı endikasyonlarının başında ağrı gelmektedir (1,2). Hastaların ağrısı günlük aktiviteleri engelleyecek, gece uykusunda azalmaya ve hareket kısıtlılığına neden olacak şiddettedir (1,2,14). Yürürken, yokuş çıkarken, merdiven inip çıkma sırasında, çömelme sırasında hastaların ağrılarında artma olmaktadır (1). Özellikle inflamatuvar hastalıklara sekonder gelişen gonartrozda gece ağrıları ön plandadır (1). Ağrıyla seyreden hareket kısıtlılığı, yürüyüş mesafesinde azalma, günlük işleri yerine getirmede güçlük ve dizde deformiteler de endikasyonlar arasında yer almaktadır (14). Osteoartrit ve romatoid artrit TDP’nin en sık endikasyonları arasında yer almaktadır. Diğer endikasyonlar için dejeneratif ve destrüktif eklem hastalıkları sayılabilir (1,16).

Kontraendikasyonlar ise dizde latent veya aktif enfeksiyon varlığı, hastanın başka bir yerinde aktif enfeksiyon varlığı ve kuadriceps kas gücünde yetersizlik olmasıdır (1,2). Nöropatik artropati, insizyon hattında kontrolsüz cilt lezyonları, fonksiyonel ve iyi bir pozisyonda ankiloz olmuş diz ve morbit obezite rölatif kontraendikasyonlar arasındadır (1,2).

Total Diz Artroplastisi Komplikasyonları

Total diz artroplastisinin komplikasyonlarına bakacak olursak başlıca majör komplikasyonları cerrahiye bağlı gelişen alerjik reaksiyonlar ve anestezi komplikasyonlarıdır (1). TDP’ye bağlı olarak gelişen komplikasyonlar; yara yeri problemleri, enfeksiyon,

instabilite, tromboemboli, ekstensör mekanizma yaralanmaları, patellar problemler, artrofibrozis, periprostetik kırıklar, nörovasküler yaralanma, komponent kırıkları, aseptik gevşeme ve nedeni belirlenemeyen ağrıdır (19).

DVT, profilaksisi uygulanmasına rağmen gözlenebilen bir komplikasyondur. Pulmoner emboli ise derin ven trombozunun komplikasyonu olup yüksek bir mortalite ile seyretmektedir.

Total diz artroplastisi sonrası enfeksiyon %0,5-12 arasında bildirilmektedir (20). TDP sonrası gözlenen enfeksiyon erken ve geç olmak üzere ikiye ayrılabilir (1,2,21).

Erken enfeksiyonlar intraoperatif kontaminasyon olarak değerlendirilirken, geç enfeksiyonlar ise hemotojen yolla gelişmektedir (1,2,21). Enfeksiyon etkeni olarak en sık staf. aureus, staf. epidermidis görülmektedir (1,21). Son yıllarda MRSA, VRE gibi antibiyotik direnci olan mikroorganizmalarda karşımıza çıkmaktadır (1,21).

Total diz artroplastisi sonrasında ortalama %16-22 oranında yara problemleri görülmektedir (1,21). Bu tarz komplikasyonların önüne geçmek için; yumuşak dokulara saygılı olunmalı, eski insizyon mevcut ise yeni bir insizyon kullanılmamalı ve kanama kontrolünün iyi yapılması gerekmektedir (1,21). Protez enfeksiyonlarına neden olabilmesi nedeniyle yara yeri problemleri konusunda dikkatli olunması gerekmektedir (1,21).

Yağ embolisine intramedüller kılavuzlarla femoral ve tibial komponent stemleri neden olarak gösterilmektedir (1). Tek seansta uygulanan bilateral TDP'lerde daha fazla görülmektedir (1).

Periprostetik kırıkların insidansı %0,6-1,6 arasında görülmekte olup en sık patellar yüzey değişimi yapılan hastalarda patella kırığı şeklinde görülür (21). Periprostetik kırıkların tedavisini planlarken kırığın ve implantın stabilizasyonu, kırığın yeri ve kemik kalitesi dikkat edilmesi gereken faktörlerdendir (21). İntraoperatif gelişen kırıklarda deplasman yoksa, kırık stabil ise yük verme ve hareketten kaçınarak tedavi planlanabilir (1,21). Eğer intraoperatif olarak gelişen kırık deplase ise internal fiksasyon gerekmektedir (1,21). Postoperatif kırıklarda ise deplasman yok ve kırık stabil ise hareket ve yük vermekten kaçınarak tedavi planlanabilir iken kırıkta deplasman varlığında fiksasyon, implantta instabilite varlığında ise revizyon cerrahisi planlanmaktadır (1,21).

Ekstensör mekanizma yaralanması nadir görülen komplikasyonlardan birisidir(1,21). En sık neden geniş bir görüş sağlamak için cerrahi sırasında tendon hasarlanmasıdır (1,21). Komponentlerin impingementi ve seçilen cerrahi girişim sonrası gelişen devaskularizasyon da

ekstensör mekanizma yaralanmasına neden olabilmektedir (1,21). Ekstensör mekanizma problemleri içinde en sık olan Patellar instabilitedir (21). Sıklığı literatürde %1-20 arasında raporlanmıştır (21). Cerrahideki teknik hatalar Patellofemoral instabilitede en sık nedendir (1,21). Eklem seviyesinin değiştirilmesi, dizilimin valgusta olması, patellanın lateralize edilmesi ve asimetrik kesi yapılması, komponentlerin iç rotasyonda yerleşimi, rezeksiyondan fazla patellar komponent kalınlığı ve medial kapsül onarımının uygun yapılmaması patellofemoral instabiliteye yol açmaktadır (1,21).

TDP’de en sık başarısızlık nedeni aseptik gevşemedir (1,21). Aseptik gevşeme revizyon cerrahilerinin %44’ünde rol oynayan ve önem arz eden bir komplikasyondur (22). Aseptik gevşemeye sebebiyet veren teoriler bulunmaktadır. Bunlar; polietilen partikülleri, yüksek sıvı basıncı, çimentonun uygun olmaması, stres kalkanı, metal partikülleri, mikro hareket ve kişisel farklılıklardır (20,22). Postoperatif süre, kemik defekti varlığı, hastanın aktivite düzeyi ve kilosu, protez tasarımı, dizilim, polietilen ve metal debrisler, primer fiksasyonun kalitesi aseptik gevşemede rol alan faktörlerdir (20,22). Yüksek sıvı basıncı rol oynayan önemli bir faktördür çünkü sıvı basıncının yüksek olması debrisleri eklem boşluğuna götürür ve bu bölgeye makrofaj gelmesine neden olur (22). Aseptik gevşeme de bir diğer önemli faktör çimentolamadır. Çimentolamanın kötü olması nedenli kırık çimento parçaları gevşemeye neden olmaktadır (22). Aseptik gevşeme erken dönemde gerçekleşmez ise ilerleyen yıllarda gelişme ihtimali azalmaktadır (22). Ancak kısıtlayıcı tip ve menteşe tipi protezlerde erken dönemde sonuçlar iyi iken geç dönemde gevşeme oranlarında artış mevcuttur (22). Mikro hareket oluşumu için cerrahi teknik önemlidir (22). Dizilim bozukluğu olduğu zaman mikro hareket riski artmıştır (1,22). İmplantasyon gerçekleştiğinde gelişmiş olan yüklenme durumuna göre kemik remodele olmaktadır (22). İmplant çevresinde yüklenmenin olmadığı bölgelerdeyse kemik kaybı olmaktadır ve stres kalkanı olarak tanımlanmaktadır (22). Ancak stres kalkanının neden olduğu kemik kaybı remodelasyon nedenli daima osteolizle sonuçlanmamaktadır (22). İmplant ve hasta nedenli remodelasyon etkilenmektedir. Yaş, cerrahi süre, kemik kalitesi, cinsiyet, hasta kilosu ve aktivite düzeyleri bu nedenler arasında yer almaktadır (22). Endotoksinler kültürde üreme saptanmayan ve enfeksiyon olmadığı durumlarda makrofaj aktivasyonlarına sebep olabilmektedir (22). Endotoksinler sitokin üretimini indükler ve aseptik gevşemeye sebep olabilirler (22). Polietilen aşınması nedenli gelişen aseptik gevşeme, hasta bazlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir. Hastaların bazılarında polietilen aşınması ciddi seviyede iken implantta yetmezlik gözlenmemekte, bazılarında ise polietilen aşınması az olmasına rağmen implant yetmezliği, osteoliz görülebilmektedir (22). Komponentlerde gevşeme yüklenmeyle

ağrı oluşturmaktadır (1,22). Varus ve valgus stres testleri ile ağrıda artış görülebilir (22). Direk grafilerde komponent etrafında 2 mm'den daha fazla alanda seri grafilerde artışla seyreden radyolüsen alan görülmesi ile gevşeme tanısı konulmaktadır (22). Eğer bu alanda artış gözlenmez ise gevşeme olarak tanımlanmaz (22). Radyolüsen alan değerlendirmesinde fleksiyon derecelerinin aynı olduğu grafiler çekilmelidir (22). Çünkü 4 derece fleksiyon değişiminde tibial komponent altında yer alan radyolüsen çizgi kaybolabilmektedir (22). 2 mm'den daha ince radyolüsen alan görülmesi çimentolu TDP'lerde olumsuzluk değildir (22). Çimentosuz TDP'lerde ise içe kemik büyümesinin gerçekleşmediği bölgelerde bu çizgiler görülmektedir (22). Gevşeme tanısı kemik sintigrafisinde aktivite artışı olmasıyla da konulabilmektedir (1,2,22). TDP'de tibial komponentte aseptik gevşeme olması uzun dönemde en sık görülen yetmezlik nedenlerinden birisidir (22). Aseptik gevşemeler enfeksiyon açısından mutlaka incelenmelidir (1,22).

Yapılan tüm değerlendirmelere rağmen kimi zaman ağrıyı açıklayan neden bulunamamaktadır (1).Böyle bir durumda subklinik seyreden enfeksiyon varlığı mutlaka araştırılmalıdır (1).

Komplikasyonlardan biri ise instabilitedir (1,2).TDP'de erken ve geç dönem başarısızlığında instabilite önemli nedenlerden birisidir (1,2).Eskiden mevcut olan ligaman laksitesinde ve yetmezliğinde, kemik kaybında, fleksiyon-ekstansiyon aralığının uygun olmadığı durumlarda instabilite oluşabilmektedir (23).

Total Diz Artroplastisinde Komponent Rotasyonları ve Dizilim

Ortalama yaşam süresinin uzaması, teknolojik ve bilimsel gelişmeler nedeni TDP vakalarında artış görülmektedir. Günümüzde implantların çoğunun 10 yıllık sağ kalım oranları %90 üzerindedir. Uzun dönem sağkalım için hasta seçimi, protez tasarımı, uygun komponent dizilimi, iyi bir yumuşak doku dengesi, uygun bir tespit gibi çok sayıda parametre bulunmaktadır. Operasyon sırasında bunlar arasında ekstremité, diz eklemi ve komponentlerin dizilimleri ile yumuşak doku dengesinin sağlanması önemli hedeflerdir.

Dizilimle ilişkili sorunlar erken veya geç dönemde revizyon cerrahilerine, hastanın yaşam kalitesini azaltarak hasta memnuniyetsizliğine neden oluşturmaktadır. Bu nedenle preop planlamanın detaylı bir şekilde yapılması, uygun teknik ve malzemenin kullanılması gerekmektedir.

Dizin ve alt ekstremitenin normal diziliminin bilinmesi önem arz etmektedir.

Alt ekstremitenin diz biyomekaniğinin ve diziliminin anlaşılması, uygun kemik kesilerinin yapılmasını, komponentlerin optimal boyutta ve yerleşimde yerleştirilmesini sağlayacaktır (24).

Diz ve alt ekstremitenin diziliminden bahsedildiği zaman, temel olarak koronal plan dizilim ilişkileri anlaşılmaktadır (24). Bu durum günümüze kadar en çok araştırılan konudur (24). Koronal plan dizilim ilişkileri diz tam ekstansiyonda ve statik yüklenme altında çekilen radyografilerle değerlendirilmiştir (24). Buna göre, yüklenme koşullarında alt ekstremitte için üç eksen den bahsedilmektedir (24).

- Vertikal Aks: Vücut ağırlık merkezinden veya *symphysis pubis*'ten yer düzlemine doğru dik olarak uzanan eksen dir.
- Mekanik Aks: Femur mekanik aksıyla tibia mekanik aksı arasında bulunan açılanmadır. Vertikal aks ile yaklaşık olarak 3 derece valgus olacak şekilde açılanmaktadır. Mekanik aksın normal değeri ± 3 derecedir (25).
- Anatomik Aks: Femur ve tibianın intramedüller aksları arasında oluşan açılanmadır. Alt ekstremitte normal diziliminde femur ile tibianın anatomik aksı arasında 6 ± 2 derece valgus olacak şekilde açılanmaktadır. Bu açılanma sayesinde, femur boynunun neden olduğu varus dengelenir ve alt ekstremitte nötral bir mekanik dizilim oluşması sağlanır (24).

Normal şartlarda, kalça eklem merkezinden ayak bileği merkezine uzanan mekanik aks diz eklemine de merkezinden geçmektedir (24). Mekanik aks, diz merkezinin medialinden geçiyor ise diz eklemine varus dizilim bozukluğu mevcuttur (24). Varus dizilim dizde medial bölgede yük artmasına neden olan adduksiyon momenti oluşturur (24). Valgus dizlerde ise mekanik aks diz merkezinin lateralinden geçecektir (24). Valgus dizlerde ise lateralde daha fazla yüklenme olacaktır (26).

Sağlıklı dizde, yüklenme altında femur ve tibianın eklem yüzeyleri mekanik akslarına dik ve yer düzlemine göre paralel olarak yer almamaktadır (24). Tibia eklem yüzeyi mekanik/anatomik aksıyla yaklaşık olarak 3 derece varus yönünde ve femur eklem yüzeyi ise anatomik eksen ile 7–9 derece valgus yönünde açılanma yapacak şekilde yer almaktadır (24). Sonuç olarak yüklenme altında femur ve tibiada eklem oluşturan bölgeler lateral biraz yukarıda medial ise biraz aşağıda oblik konumda yer almaktadır (24).

Dizin rotasyonel dizilimini direkt radyografilerle tanımlamak zordur (27). Diz rotasyon merkezi fleksiyon-ekstansiyon hareketleriyle sürekli yer değiştirmektedir (24). Distal femur

rotasyonu nedenli sıklıkla kullanılan kılavuz noktalar; transepikondiller aks (TEA), whiteside çizgisi ve posterior kondiler aks (PKA) (28).



Şekil 1. Transepikondiler ve posterior kondiler çizgi

TEA, medial ve lateral kollateral bağların origolarını birleştiren çizgidir ve diz rotasyon merkezini tanımlamaya yardımcı olur (28). Whiteside çizgisi troklear oluğun en derin yeriyle interkondiler çizgi arasındaki mesafedir ve distal femurun ön-arka aksıdır (28). PKA ise femur kondillerinin posteriorundan teğet olarak geçen çizgidir (28). Normal dizde, transepikondiler aks ile Whiteside çizgisine diktir. Posterior kondiler aks ile arasında 3 derecelik açı bulunmaktadır (28).

Tibianın rotasyonuysa tibia proksimalinin ön-arka aksı ile tibia distalinin ön-arka aksı arasındaki fark ile belirlenir (29).

Tibia proksimalinin ön-arka aksı, tibianın posterior çentliğini patellar tendon medialine, medial üçte birlik kısmına veya tibia eminensialarının ortasına bağlayan çizgi şeklinde tanımlanabilir (29). Tibia distalinin ve ayak bileğinin AP aksı ise medial malleol lateral yüzeyine veya talus anterior yüzeyine çekilen dik çizgiye bağlı olarak tanımlanabilir (29). Ayak bileği proksimal tibiaya göre ortalama 3,6–19,7 derece dış rotasyondadır (29).

Patellofemoral dizilimi tanımlarken en çok kullanılan açı Q açısıdır (30,31,32). Q açısı kişiden kişiye değişiklik göstermekle birlikte genel olarak kadınlarda biraz daha büyüktür ve ortalama 10–20 derece arasındadır (30,31,32).

Koronal planda alt ekstremitte ve komponent dizilimi uzun zamandır tartışılmaktadır; uzun sağkalımlı TDP için uygun dizilimin sağlanması önem arz etmektedir (24). Fakat bu dizilimin nasıl olması gerektiği konusunda farklı görüşler bulunmaktadır (24).

Başarılı bir TDP için alt ekstremitte mekanik ekseninin restorasyonu temel hedeflerden biri olarak görülür (24). Protezler üzerine çalışmalardan elde edilen deneyimler, dizilimin benimsendiği “nötral mekanik aks” ($0^\circ \pm 3^\circ$) sağlanacak şekilde düzenlenmesidir (24). Diz filmlerinde anatomik akslar üzerinden ölçülen tibiofemoral açı 2-7 derece valgusta olmalıdır (24). Nötral mekanik aksın sağlanmasıyla yüklenmelerin dengeli bir şekilde olması ve erken gevşeme, aşınma problemlerinin önüne geçilmesi hedeflenir (24).

Nötral mekanik aksın sağlanabilmesi için femoral ve tibial komponentlerin mekanik akslarına göre dik olarak yerleştirilmesi ve oluşturulan yeni tibiofemoral eklem hattının nötral mekanik aksa dik olması gerekmektedir (24). Femoral komponentin koronal düzlemde uygun dizilimi femur diafiz eksenine $7^\circ \pm 2^\circ$ valgusta olmasıdır. Sagittal düzlemdeyse 0-10 derece fleksiyonda olmalıdır (24). Koronal planda komponentin diafiz ile yaptığı açının 2 dereceden az veya 8 dereceden fazla olması halinde implant yetmezliği riski artmaktadır (24). Tibial komponentin ise tibianın anatomik eksenine göre 90° olacak şekilde konumlandırılması gerekmektedir.

Bu nedenle femur için intramedüller, tibia için ise intramedüller ve ekstramedüller kılavuzlarla güvenli sonuçlar elde edilebilmektedir (24). İntramedüller kılavuzların femurda 1/3 proksimale, tibiada ise 1/3 distale kadar ilerletilmesi gerekmektedir (24). Femur veya tibiada malunion veya bowing durumlarında intramedüller kılavuzdan kaçınılması gerekmektedir (24). Femoral komponentin 3 mm’yi aşan taşmaları önlenmelidir. Tibial komponent için ise azami örtümü sağlar iken taşmalar en az seviyede tutulmalıdır (24). Nötral mekanik aks elde edilemediği durumlarda artroplasti sonuçlarının başarısız olduğu ve revizyona giden

olumsuzluklar bildirilmiştir (24). Tibial komponentte gelişen varus dizilim bozukluğunun femoral komponentteki koronal plan dizilim bozukluklarına göre TDP başarısızlığına daha fazla neden olduğu belirlenmiştir (32). Nötral dizilim olduğunda diz eklemine binen aksiyel yük, tibiaya kompresif stres olarak yansımaktadır, bu dizilim olmadığı zaman ise kemik çimentosu ve kemik daha zayıf olduğu makaslama kuvvetlerine maruz kalmaktadır (24).

İnnocenti ve ark.'nın "sonlu eleman modellemesi"nde, nötral dizilimden olan sapmaların sapma derecesi ile artış gösterecek şekilde, implant yüzeyinde strese ve insert yüzeyindeki basıncın artmasına neden olduğu gösterilmiştir (31). Insall, sağ kalım ve fonksiyon için nötral dizilimin önemini vurgulamış başarısızlıkların çoğunun bağ dengesinin sağlanamaması ve yanlış konumlandırmadan kaynaklandığını bildirmiştir (24). Fang ve ark.'nın ortalama olarak 8 yıl takipli 6070 hastalık serisinde uygun tibiofemoral dizilimin (2,5°-7,5° valgus) sağlanmadığı grupta başarısızlık oranlarının yüksek olduğunu belirtilmiştir (26). Kim ve ark.'nın ortalama olarak 16 yıl takipli 3048 hastalık serisinde nötral dizilimin uygun olduğu olgularda başarısızlık oranını %6, tibiofemoral açının 3° valgustan az olduğu olgularda ise bu oranı %2,3 olarak belirtmiştir (33). TDP'de dizilim bozukluğu olarak varus olanlarda medial kemik kollapsı, valgus olanlardaysa bağ instabilitesi görülmektedir (34). Nötral mekanik dizilim uygun komponent yerleşimiyle gerçekleştirilmelidir (24). Ritter ve ark.'nın gösterdiği üzere ilk komponentteki yerleşim bozukluğunun ikinci komponent ile nötral dizilimin elde edilmeye çalışıldığı durumlarda başarısızlık oranlarında artış olmaktadır (32). Dizilim bozukluğu sadece başarı oranlarında düşme ve revizyon oranında artma değil, fonksiyonel skorların da düşmesi şeklinde karşımıza gelmektedir (24).

Nötral koronal mekanik dizilim onu sorgulayan araştırmacıların da kabul ettiği üzere hala altın standart olmaya devam etmektedir.

Sagittal plandaki dizilim ve klinik sonuçlar üzerine nispeten daha az çalışma yapılmıştır (24). Anatomik belirteçler sınırlı olduğu için sagittal dizilim için intramedüller ve ekstramedüller kılavuzlar kullanılmaktadır (24).

Komponentlerin tek veya kombine olarak rotasyonlarının belirlenerek uygulanması ve gelişen problemler son dönemde giderek popülerleşmektedir (24). Bu konu öncelikle femoral komponentin rotasyonunu belirlemek ve komponent rotasyonundaki bozukluğun neden olabileceği problemlerin tartışılmasıyla başlamıştır (24). Nispeten güncel sistematik derleme sonuçlarında rotasyonel dizilimle fonksiyonel skor arasında pozitif korelasyon saptanmıştır (35). Femoral taraf için korelasyon daha güçlüdür (35).

Femoral komponentin uygun rotasyon derecesinin belirlenmesi ve bunun uygulanması yıllardır üzerine tartışılan bir konu olmuştur (24). Femoral komponentin optimal rotasyonu; patellar gezinim, diz kinematiği ve fleksiyonda yumuşak doku stabilitesi ve dengesi üzerinde önemli bir rol almaktadır (24). Bunun için ise tanımlanmış olan Whiteside çizgisi, PKA ve TEA temel alınarak rezeksiyon yöntemi ile veya tibial kesi sonrası boşluk dengeleme yöntemi ile belirlenir (24).

İki yöntemde rotasyonel dizilim için ve fleksiyon-ekstansiyon sırasında yumuşak doku dengesini sağlamak amaçlı kullanılmaktadır (24). TEA intraop belirlenmesinin güç olması nedeniyle olarak genellikle belirlenmesi daha kolay olan lateral epikondil ve medial femoral sulkus arasında ki sTEA (cerrahi transepikondiler aks) kullanılmaktadır (36). sTEA ile TEA arasında 2-3 derecelik dış rotasyonda olacak şekilde farklılık bulunmaktadır (36).

PKA güvenilirlik olarak en düşük seviyede olmasına rağmen kolaylıkla belirlendiği için enstrümantasyonların çoğunda tercih edilmektedir (36). Dizde gelişen dejeneratif süreçler aksları değiştirerek standart yöntemlerin uygulanmasını zorlaştırabilmektedir ve bu durumlarda uygun rotasyonu sağlamak önem arz etmektedir (24). PKA medial kondildeki osteofitler ve erozyon ile değişebilmektedir (24). Posterior kondillerde 1 mm erozyon olması femoral rotasyonda 1 derece değişikliğe neden olabilir (24). Varus olan dizlerde bu nedenle PKA kullanıldığı zaman femoral komponentte dış rotasyon, valgus olan dizlerde ise iç rotasyonda yerleştirilme riski artacaktır (36). Rotasyonel hataları en alt seviyeye indirebilmek için birden fazla eksenin kullanılmasında yarar vardır (24). Uygun bir patellar gezinim için kadavra çalışmalarında da gösterildiği üzere femoral komponentin iç rotasyonda olmaması, nötral veya dış rotasyonda olması tercih edilmelidir (37). Femoral komponentin sTEA'e göre 2-5 derece dış rotasyonda olması uygun bir yerleşim olarak görülmektedir (36).

Tibia için koronal düzlemde mekanik dizilimin sağlanması için anatomisinde olduğu şekilde 2-3 derece mediali aşağıda olacak şekilde değil mekanik eksene dik olacak şekilde kesi gerçekleştirilirse lateral platodan daha fazla rezeksiyon gerçekleştirilmiş olacaktır (24). Bu durum femurda posterior kondiller ile dengenlenmediği takdirde fleksiyon aralığı dikdörtgen yerine trapezoidal bir şekil alırken ekstansiyon aralığında distal femur mekanik aksa 90 derece olacak şekilde kesildiği için sorun oluşturmaz (24). Fleksiyon aralığında gelişen bu dengesizlik fleksiyon instabilitesinde yol açmaktadır (24). Fleksiyon aralığının dikdörtgen haline getirilebilmesi için femoral komponentin yaklaşık olarak 3 derece dış rotasyona getirilmesi gereklidir (24). Bu sayede dikdörtgen şeklinde iyi şekilde dengelenmiş fleksiyon boşluğu oluşturulur (24).

Kondillerin hipoplazik veya deforme olduğu şartlarda, femoral komponentin dış rotasyonunu belirlemek önem arz etmektedir (24).

Femoral komponentin rotasyonel dizilimi sadece femur distalini etkilememektedir (24). Patellanın doğru yerleşimini, hareketini aynı zamanda fleksiyonda iken kollateral bağların dengesini etkilemektedir (24). Komponentte rotasyonel dizilim bozukluğu patellar subluksasyon, dislokasyon ve diz önü ağrısı gibi komplikasyonlarla karşımıza gelebilir (24).

Tibial komponentin uygun rotasyonu ise daha geç dönemde tartışılmaya başlamış ve üzerinde daha az uzlaşılan bir konu olmuştur (38). Çünkü tibial komponentin rotasyonunu belirlemek için kullanılacak anatomik göstergeler femura oranla daha belirsizdir (38). Fakat tibial komponentin rotasyon hatalarında da klinik problemlere ve protezin başarısızlığı ile revizyonuna yol açabileceği kabul edilmektedir (38). Kim ve ark.'nın yapmış olduğu çalışmada tibial komponentin posterior tibial eksene göre 2-5 derece dış rotasyonda olmasının başarısızlık riskini azalttığını belirlemişlerdir (33). Rotasyon belirlenir iken üç farklı yöntem kullanılabilir:

1. Asimetrik deneme tablası anatomik olarak tibial kesi üzerine yerleştirilir (24).
2. Tüberositas tibia (TT) belirteç olarak kullanılarak genellikle TT'nin iç ve orta 1/3'üne göre deneme tablası döndürülür (24).
3. Femoral komponentin denemesi altında dizin fleksiyon ve ekstansiyon hareketi ile tibial deneme tablasının aldığı rotasyon derecesi esas alınır. Bu teknikte eğer ki femoral komponent rotasyonunda bir kusur var ise tibial komponentte rotasyon olarak yanlış olarak konumlanacaktır (24).

Tibia proksimalde de, femur distalde olduğu gibi rotasyon değerlendirmesinde kullanılacak anatomik eksenler tanımlanmaya çalışılmıştır; anatomik tibial eksen, transvers eksen, TT ekseni vb. (24). Fakat hiçbirisi standart olmayı başaramamıştır (24). Bu yüzden, anatomik göstergeler tek başına kullanılması yerine kombine olarak kullanılarak tibial komponentin rotasyonunun ayarlanması daha doğru olacaktır (24).

Mobil insertler oluşan minimal rotasyon hatalarının yaratacağı problemleri çözme yönünden teorik olarak avantajlı görünmekle birlikte sabit insertlere klinik olarak üstünlükleri gösterilememiştir (24).

Femoral komponentin büyük olduğu durumlarda patella ve patellofemoral eklem ile ilişkili olarak olumsuzluklar görülmektedir (24). Patella artan fleksiyon ile sıkışıklığa uğrayacak, lateralize edici kuvvet vektörü büyüyecek ve patellada kırık görülme riski artacaktır

(24). Aynı zamanda büyük komponent ile fleksiyon aralığını daralacak ve diz fleksiyonunda kısıtlılık görülecektir (24). Bu problemler intraoperatif fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri ile kontrol edilerek değerlendirilmelidir (24). Posterior referanslı sistem ile boyut seçilirken hastanın femoral ölçüleri implantın iki boyu arasında kaldığında büyük boy implant tercih edilmelidir (24). Küçük boy implant seçildiği takdirde kinematik açıdan önemli bir sorun oluşturmayacaktır fakat anterior kortekste kortikal çentiklenme oluşturabilir (24). Anterior referanslı sistem ile boyut seçilirken küçük implant seçilirse posterior kondillerdeki fazla kesi nedenli fleksiyon aralığı artacaktır (24).

Fleksiyon aralığında artış ise fleksiyonda instabiliteye neden olacaktır (24). Fleksiyon instabilitesi tanısı iyi bir fizik muayene gerektirmektedir (24). Diz yürürken stabil olmasına karşın merdiven çıkarken instabilite problemlerinin olması olasıdır (24). Anterior ve posterior çekmece testleri ile instabilite değerlendirilir (24).

Femoral komponent koronal düzlemde femurdan taşmamalıdır (24). Medialize edilmiş komponent trokleayı medialize edecek, Q açısını arttıracak ve patellanın femoral oluktaki hareketini olumsuz olarak etkileyecektir (24). Bu nedenle femoral komponent mümkün olduğu ölçülerde lateralize olarak konumlandırılmalıdır (24).

Eklem seviyesi fibula başının 1,5 cm proksimalinde, medial epikondilin ise 3 cm distalinde kalmaktadır (24). Distal femurdan yapılan kemik kesisi komponent kalınlığından azsa femoral komponent olması gerektiği yerden daha distalde yer alacaktır ve bu durum ekstansiyon kaybı ile sonuçlanmaktadır (24). 1mm'lik distalizasyon 4 derece ekstansiyon kaybına yol açmaktadır (24).

Eklem hattı yükseltildiğinde ise patella göreceli olarak distale kayar(patella baja) ve tibia ile temas ederek patellotibial sıkışma gelişir (24). Eklem seviyesinin her 1 cm yükseltilmesiyle patellofemoral eklemdaki temas kuvvetleri %60'lık bir artış gösterir (24). Eklem seviyesindeki yükselme 8mm'den fazla olduğu zaman klinik olarak sonuçlara yansımaktadır (39).

Femoral komponentin sagittal düzlemde fleksiyonda yerleştirilmesi sık rastlanan bir hatadır (24). Femoral komponentin büyük olmasına benzer şekilde patellofemoral eklemdaki reaksiyon kuvvetlerini ve kırık gelişme ihtimallerini arttırmaktadır (24). Femoral komponentin fleksiyonda yerleştirilmesi fleksiyon kontraktürü, erken polietilen aşınması ve ağırlı patellar krepitüs gelişmesi ile sonuçlanabilir (24). Femoral komponentin 3 dereceden daha fazla olacak

şekilde fleksiyonda yerleştirilmesi durumunda başarısızlık riskinde artış olduğu gösterilmiştir (33).

Femoral komponentin rotasyonel hataları patellofemoral eklemden oluşacak problemlerin esas belirleyici etkenidir (33). Femoral komponent için 2-5 derece dış rotasyon uygun rotasyon olarak belirlenmiştir (33). Beş derece üzeri dış rotasyon patella üzerinde makaslama kuvvetlerini arttırmaktadır (33). İç rotasyonda yerleştirme femoral komponentin rotasyonunda en sık saptanan hatadır (24). Komponentin iç rotasyonda olması patellofemoral problemlerin insidansında artışa yol açmaktadır (40,41). İç rotasyonda konumlandırma Q açısını arttıracak ve troklear oluğun medialize olmasına neden olacaktır (40,41). Bu durum ise patellanın hareket esnasında lateralize olmasına, merdiven çıkma sandalyeden kalkma gibi durumlarda diz önü ağrısına neden olacak ve patellofemoral komplikasyonların görülme riski artacaktır (40,41). Femoral komponentin iç rotasyonda konumlandırılması ayrıca posteromedial kompartmanda gerginliği arttıracak, polietilen insertin bu bölgede aşınmasına yol açacaktır (24). Aşırı dış rotasyonda yerleşim de istenmeyen bir durumdur (24). Varus deformitesi fazla olan dizlerde medial femoral kondilin dejenerasyonu nedeniyle femoral komponent istenenden daha fazla dış rotasyonda olabilmektedir (24). Bu durumda medial fleksiyon aralığı artmakta ve semptomatik fleksiyon instabilitesi görülebilmektedir (24). Varus deformitesinin ileri olduğu dizlerde 3 derecelik dış rotasyon kesin olarak otomatik olarak kullanılmasından kaçınılmalıdır (24). Aşırı olarak dış rotasyonda bulunan femoral komponent diz medialinde ve önünde ağrıya neden olacaktır (24). Aynı zamanda popliteus tendonunda fazla gerilmeye yol açarak posterolateral ağrıya neden olabilmektedir (24). Femoral komponentin rotasyonunu değerlendirirken hasta sırtüstü pozisyonda yatırılarak kalça ve diz 90 derece fleksiyonda kalçaya iç rotasyon yaptırılarak değerlendirilebilmektedir (24). Artroplasti işlemi uygulanmış dizde artmış pasif iç rotasyon komponentin iç rotasyonda yerleştirildiğinin göstergesidir (24).

Komponent rotasyon kusurunda kesin tanı BT çekilerek konulabilir (24). Rotasyonel dizilimin değerlendirilmesi için BT taramalarını ilk kullanan kişi Berger'dir (27). İki boyutlu BT rotasyonu belirlerken güvenilir bir yöntemdir fakat anatomik belirteçlerin belirlenmesi problem oluşturmaktadır bu nedenle son yıllarda yapılan çalışmalarda üç boyutlu BT'nin daha güvenilir sonuçlar verdiği gösterilmiştir (24).

Femoral komponentin iç rotasyonu 4-6 derecenin üstünde olduğunda semptomlara sebep olduğu bildirilmektedir (24). Femoral komponenti iç rotasyondan uygun dış rotasyona alabilmek için posterolateral augmentler kullanılabilir (24). Valkering ve ark. yapmış oldukları

çalışmada, revizyon girişimlerinin semptomatik rotasyon bozukluklarında başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir (35).

Cerrahi sonrasında inatçı patellofemoral problemler varlığında komponentlerin birisinin ya da ikisinin iç rotasyonda olabileceği mutlaka akla getirilmelidir (24). Problemin çözümünü kaynağında aramak gerekmektedir (24). Patellofemoral dizilim yerine komponentlerin rotasyonunu düzeltmek sonuç verebilecektir (24). Fakat, revizyon planlanacak hastalar için rotasyonun eşik değerleri tam olarak belirlenmiş değildir (35).

Tibial komponenti konumlandırırken amaç; nötral dizilimi sağlamak ve tibial kesi yüzeyini komponent ile azami ölçüde örtbilmeyi sağlamaktır (24). Komponentin uygun boyutta ve dizilimle yerleştirilmesi, alt ekstremitenin mekanik aksını düzeltmekte ve diz hareketleri esnasında optimal yük dağılımını sağlamaktadır (24). Komponentin boyutu ve yerleştirilmesi esnasında üç boyutlu düşünmek önem arz etmektedir (24). Uygun kesi ardından komponentin mediolateral yerleşimi, sagittal planda posterior slopun belirlenmesi ve aksiyel planda uygun rotasyonel pozisyonunda yerleşim önemlidir (24).

Tibial komponentin varus veya valgusta yerleştirilmesi, tibiadaki yük dağılımını bozacak, tibiofemoral makaslama kuvvetlerinde artışa ve bu nedenle artmış aşınmaya neden olacaktır (24). Varusta yerleştirilen komponentler polietilen aşınması, instabilite, implant yetmezliği ve medial kompartmanda aşırı yüklenmeye neden olabilecektir (24). Medial kollaps riski tibial komponentin 3 derece varustan daha fazla olduğu durumda artmaktadır (42). Kim ve ark. yapmış olduğu çalışmada nötral dizilime uygun olarak yerleştirilmiş tibial komponentlerin başarısızlık oranını %0, nötral dizilime uygun olmayan komponentlerde ise bu oranı %3,4 olarak bildirmiştir (33). Laboratuvar çalışmalarında 3 ve üstü derecede tibial komponent dizilim bozukluklarında aşınmanın üç kata kadar arttığı ve temas streslerinin yükseldiği ortaya konulmuştur (24). Ancak bu sonuçlarla çelişkili olarak nötral dizilim yerine kinematik dizilim hedeflenerek uygulanmış olan artroplasti vakalarında tibial komponentin 2,3 derece varusta yerleştirilmesine rağmen erken dönemde iyi sübjektif sonuçlar bildirilmiştir (43).

Tibial komponente sagittal planda 0-7 derece posterior eğim verilmesi gerekmektedir (27). Ekstramedüller kılavuz kullanıldığı durumlarda artmış tibial eğim görülebilir (24). Tibial komponentteki posterior eğimin artışı dizde fleksiyonu arttırabilir fakat bu eğimdeki ciddi artış fleksiyon ve ekstansiyon aralıklarında uyumsuzluğa yol açabilir (24). Dengelemeyi yapmak için kalın insert nedenli fleksiyon kontraktürüne veya ince insert nedenli instabiliteye neden

olunabilmektedir (24). Posterior eğimin yetersiz olduğu durumlarda ise fleksiyon aralığı daralarak fleksiyon kısıtlılığı oluşacaktır (24). Bu durum arka çapraz bağın korunduğu tasarımlarda özellikle daha belirgin olmaktadır (24). Tibial komponentin posteriorunda baskı artar ve tahterevalli etkisiyle tibial komponentte gevşemeye neden olabilmektedir (24).

Tibial komponent yerleştirilirken fazla medializasyondan ve medial taşmadan kaçınılması gerekmektedir (24). Medialize olmuş tibial komponent TT'nin lateralize olmasına, Q açısında artmaya ve patellar sorunlara neden olur (24). Ayrıca medialize olan tibial komponent medial kollateral bağlara baskı oluşturarak kollateral bağ bölgesinde ve pes anserinus bölgesinde hassasiyete neden olur (24).

Proksimal tibiada tibial komponent kalınlığından az olacak şekilde kemik kesisi yapıldığı takdirde eklem hattı yukarıya doğru yer değiştirecektir ve fleksiyon kısıtlılığı, patellotibial impingement ve patella baja oluşabilmektedir (24).

Tibial komponent kısmında görülen rotasyon hatalarının femoral komponente oranla daha sık olduğu ve rotasyon açısının daha yüksek olduğu iddia edilmiştir (24). Postoperatif açıklanamayan ağrısı, eklem sertliği mevcut olan vakalarda sıklıkla tibial komponentin iç rotasyonu ortaya konulmaktadır (24). Kronik diz önü ağrısı şikâyeti olan hastaların yarısından fazlasında tibial komponentin iç rotasyonu tespit edilmiştir (24).

Tibial komponentin iç rotasyonda olması femura göre dış rotasyona uğramasına neden olur. TT göreceli olarak lateralize olur patella lateralize olur ve bu durumda Q açısı artarak patellar problemlere yol açmaktadır (24).

Komponentin iç rotasyonu patellar problem kadar medial kollateral bağ gerginliğinde artmaya sebep olarak ağrı ile sonuçlanabilir (24). Semptomların ciddi olduğu durumda revizyon gerekebilir (24). Tibial komponentin artmış iç rotasyonu ile eklem sertliğiyle ve hareket kısıtlılığıyla bağlantılı olduğuna yönelik veriler mevcuttur (24).

Tibial komponentin rotasyonunu saptamak için BT kullanılabilir (56). Fizik muayene sırasında hasta iki dizi bir arada olacak şekilde ayakta dururken cerrahi geçirmiş taraftaki ayağın karşı taraftaki ayağa oranla dış rotasyonda durması komponentin iç rotasyonda olduğunu gösterir (44).

Komponentlerin özellikle iç rotasyonlarının neden olduğu problemlerin iyi tanımlanmasının ardından iki komponentin kombine iç rotasyon problemlerinin de negatif etkileri dikkat çekmiştir (24). Barrack ve ark.'nın yaptığı çalışmada, cerrahi sonrası diz önü

ağrısı bulunan hastaların kombine rotasyonu 4,7 derece iç rotasyon olarak saptanmış, kontrol grubunda ise 2,6 derece dış rotasyon olarak saptanmıştır (6). Kombine rotasyonun iç rotasyonda olduğu hastalarda kombine dış rotasyonu olan hastalara oranla diz önü ağrısı gelişme riskinin beş kat fazla olduğu saptanmıştır (6). Femoral ve tibial komponentlerin rotasyonlarının belirlenmesinde BT kullanımı ve bununla ilişkili protokolleri belirleyen Berger ve ark.'nın yaptığı çalışmada patellofemoral uyumsuzluk ile kombine iç rotasyon miktarı arasındaki ilişki ortaya konulmuştur (27). Bu ilişki incelenecek olursa;

- Hafif kombine iç rotasyon(1° - 4°):Patellar tilte ve lateralizasyona
- Ilımlı kombine iç rotasyon(5° - 8°):Patellar subluksasyona
- Şiddetli kombine iç rotasyon(7° - 17°):Patellar dislokasyona neden olmaktadır (27).

TDP sonrasında sık karşılaşılan sorunların biriside patellar instabilite ve patellofemoral uyumsuzluktur (24). Q açısının normal olacak şekilde sağlanması, komponentlerin optimal rotasyonda yerleştirilmesi ve patellofemoral gerginliğin normal olacak şekilde sağlanması patellar uyumun sağlanması için önemlidir (24). Femoral komponentin rotasyonunun uygun olması, yeterli derinlikte olan troklea ve eklem seviyesinin korunması patellofemoral stabilite için önemlidir (24). Patellofemoral eklem uyumu için diz hareketleri sırasında patellanın troklear olukta seyretmesi gerekmektedir (24).

Preop dönemde var olan ciddi valgus, patellofemoral displazi varlığı patellanın yerleşimini etkileyecektir (24).Ayrıca femoral komponentin yerleşimi ve boyutu, ekstremitenin mekanik dizilimi, Q açısı ve yumuşak doku dengesi de patellanın yerleşimini etkilemektedir (24).

Postoperatif aşırı valgus diziliminin olması, komponentlerin internal rotasyonu, eklem seviyesinin değişmesi, medial kapsül onarımının iyi yapılmaması gibi durumlar patellofemoral instabiliteye sebep olan etmenlerdir (24).

TDP'de uzun dönem başarılı bir sağkalım için alt ekstremitenin, komponentlerin ve dizin diziliminin önemi anlaşılmış ve bu hataları en alt seviyeye çekmek için yapılan çalışmaları arttırmıştır (24).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızın tasarımı retrospektif vaka-kontrol tipi bir çalışma olup kesitsel bir çalışmadır. Çalışmamıza hastanemizde 2014 ve 2020 yılları arasında diz bilgisayarlı tomografi (BT)' si çekilen hastalar dahil edildi. Vaka grubu hastalar patellofemoral dizilim sorunu olan, patellofemoral instabilite, patella çıkığı tanılarıyla kliniğimize başvuran veya bu nedenle ameliyat edilmiş hastalar arasından seçildi. Kontrol grubuna ise acil servis veya polikliniğimize herhangi bir nedenle başvurmuş ve diz BT'si çekilmiş hastalar arasından seçildi.

Dâhil etme kriterleri sırasıyla;

1. İskelet gelişimini tamamlamış olmak (yaş ≥ 17 yıl)
2. Tam ekstansiyonda çekilmiş diz BT tetkiki yapılmış olmak olarak belirlendi.

Hariç tutma kriterleri sırasıyla;

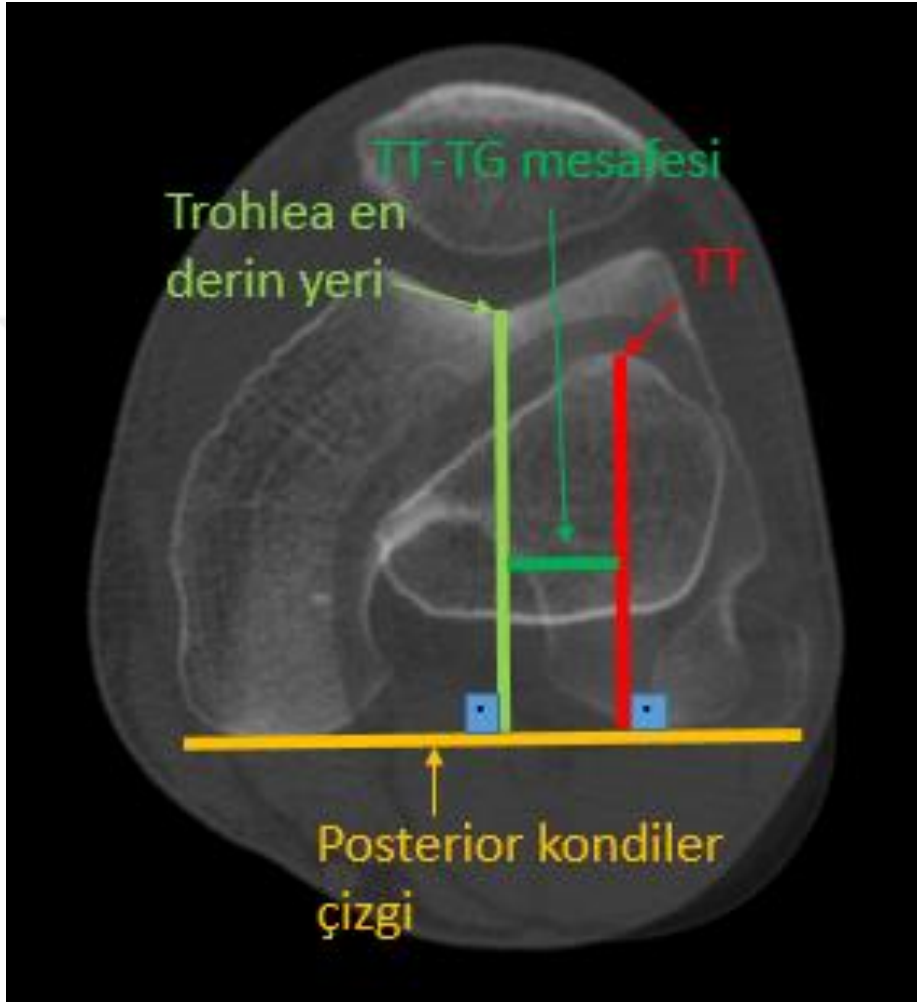
1. Alt ekstremité edinsel (posttravmatik) veya gelişimsel deformitesi olmak
2. Diz çevresi kırık geçirmiş ve diz anatomisi bozulmuş hastalar.
3. Ölçümler için gerekli kılavuz noktalarının görüntüleme dışında kaldığı veya güvenilir şekilde tespit edilemediği hastalar olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma literatürde ilk kez yapıldığından, örneklem büyüklüğü hesaplamak için gerekli veri literatürde bulunmamaktadır. Bu nedenle örneklem büyüklüğünün hesaplaması yapılamamıştır. Patellofemoral dizilim bozukluğu olan hastalarda sTEA ve Akagi arasındaki açının ortalama ve standart sapması bilinmemektedir.

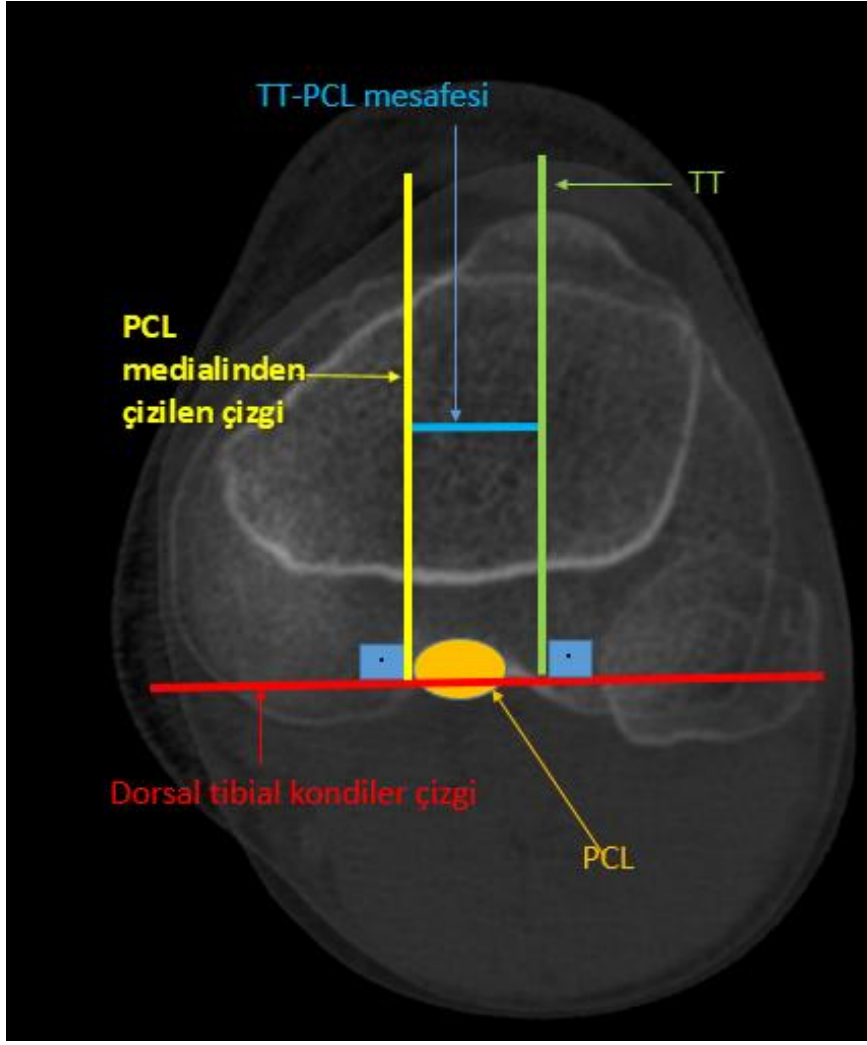
Ancak, çalışmaya dahil ettiğimiz hastaların birincil değişkenleri ölçülerek ilk veri elde edildi. Bu veri kullanılarak post-hoc güç analizi gerçekleştirildi. Post-hoc güç analizinde G-Power V.3 programı kullanıldı. Buna göre toplam hasta sayımız 215 ile %100 güç elde edildi.

Araştırmamızda BT kesitleri üzerinde Dejour ve ark. tarif ettiği şekilde TT-TG mesafesi (45)(şekil-2), Seitlinger ve ark. tariflediği şekilde TT-PCL mesafesi (46) (şekil-3),proksimal tibianın maksimum mediallyateral (PTMM)mesafesi (şekil-4),diz rotasyonu (şekil-5) ölçüldü. MPR üzerinden alınan görüntülerle sTEA ve Akagi çizgisi çizildi, iki görüntüdeki çizgiler arasındaki açılar ölçüldü (şekil-6). Vaka grubunda yapılan Akagi çizgisine göre ölçümler sonucunda hastalarda dış rotasyon saptanması üzerine tüberositas tibianın 1 cm mediali ile AÇB

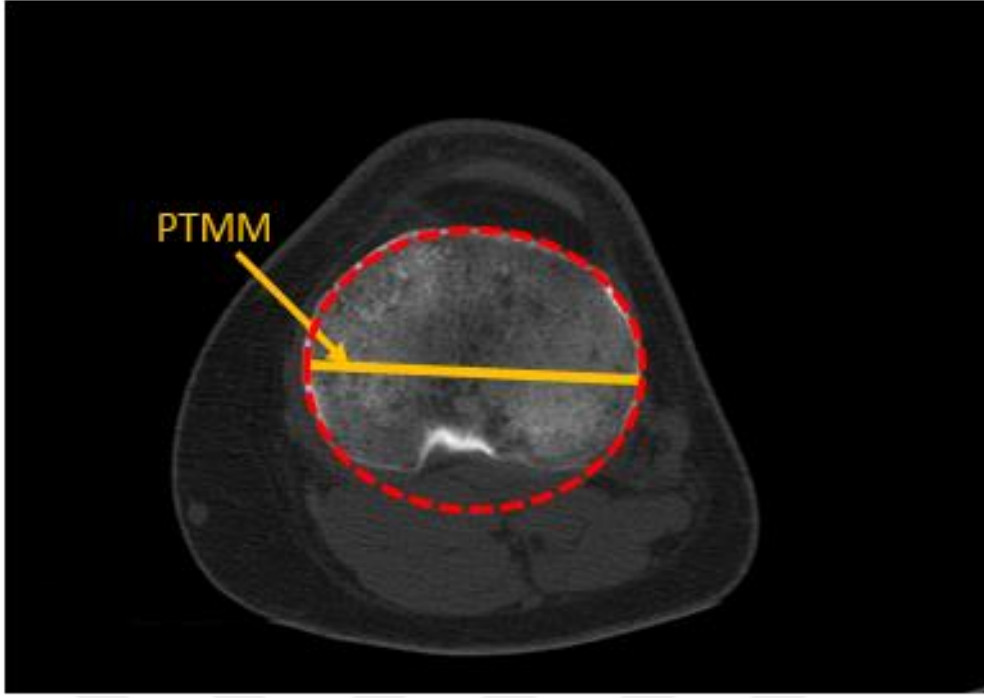
yapışma yerinin orta noktasını birleştiren çizgi çizildi ve daha sonrasında oluşan bu çizgi ile sTEA arasındaki açı ölçümleri yenilendi (şekil-7). Bu ölçümler bir ortopedi ve travmatoloji uzman doktoru ve bir ortopedi ve travmatoloji asistan doktoru olmak üzere iki farklı gözlemci tarafından iki farklı zamanda (1 ay ara ile) ölçüldü. Gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirlik ölçümleri yapılarak bulgular kısmında tablolar eşliğinde gösterildi.



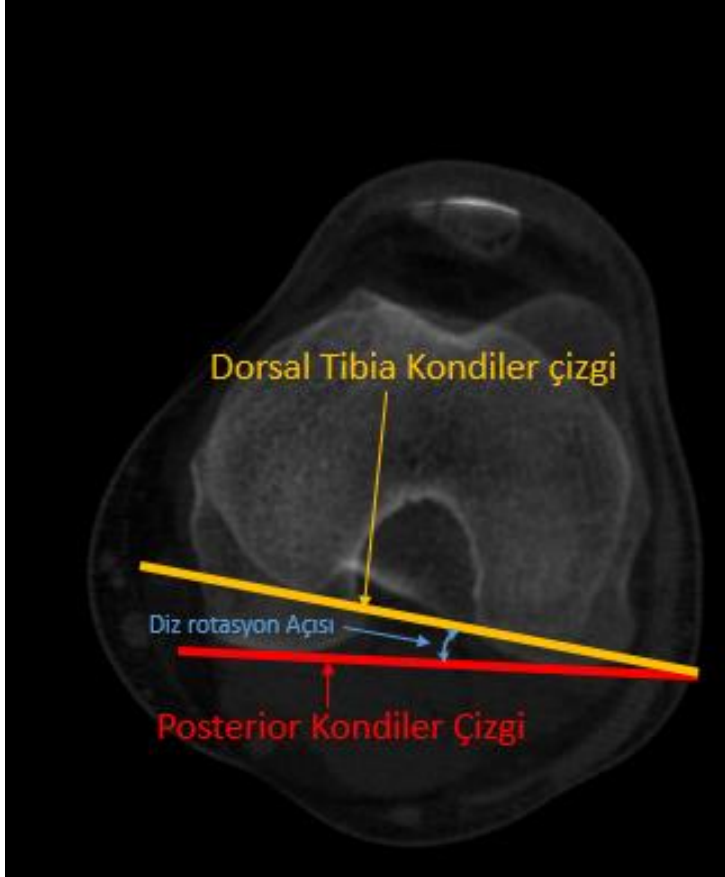
Şekil 2. TT-TG mesafesi ölçümü. Kesitler üst üste konarak troklear oluğun en derin noktasından ve tibial tüberkülden posterior kondiler çizgiye dik bir çizgi çizildi. İki çizgi arası uzunluk TT-TG mesafesidir.



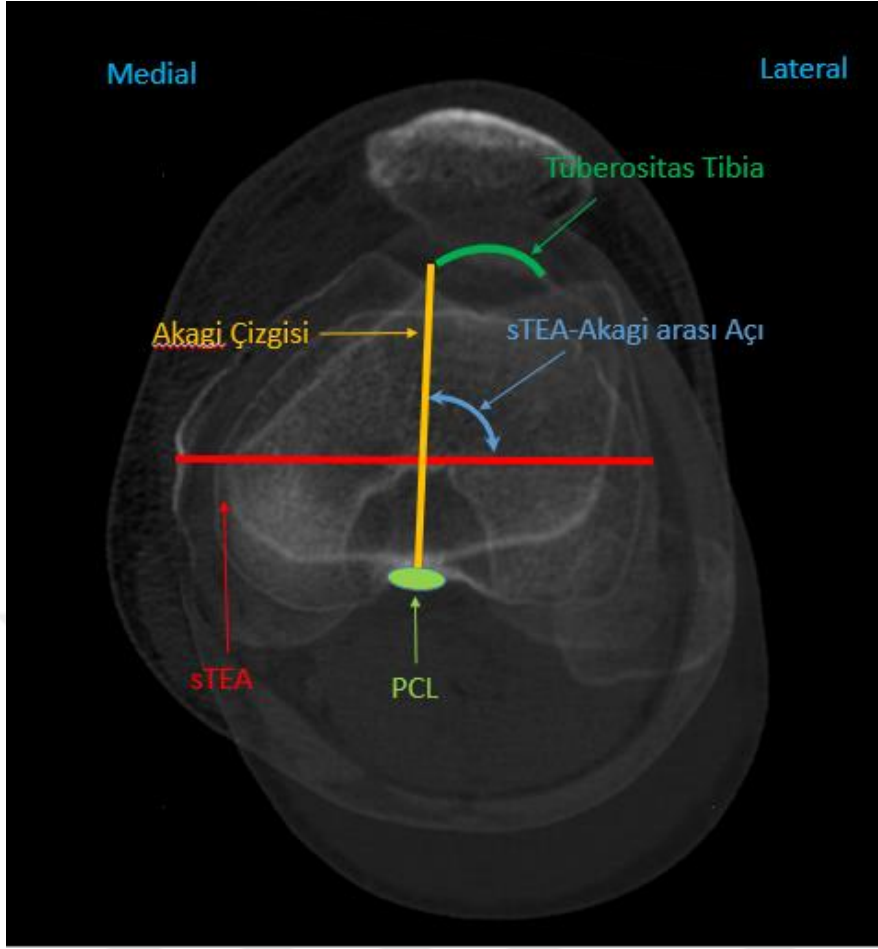
Şekil 3.TT-PCL mesafesi ölçümü. PCL yapışma yerinin aksiyel kesitte medialinden ve tibial tüberkül ortasından dorsal tibia kondiler çizgiye dik açıda kesecek şekilde çizgiler çizildi ve ikisinin arasındaki mesafe ölçüldü.



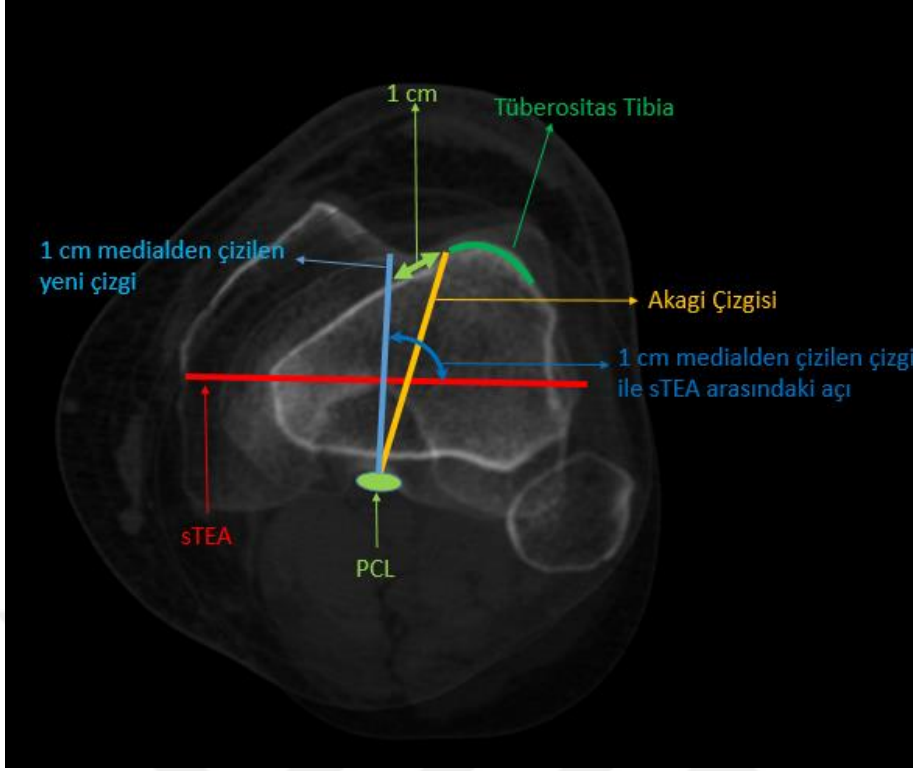
Şekil 4. PTMM mesafesi ölçümü. Aksiyel tomografi kesitlerinde tibia proksimalinin mediolateral olarak en uzun olan mesafe ölçüldü.



Şekil 5. Diz Rotasyonu Ölçümü. Dorsal femoral kondiler çizgi ve dorsal tibia kondiler çizgi çizildi. Ardından bu iki çizgi arasında oluşan açı ölçüldü.



Şekil 6.sTEA-Akagi Çizgisi Arasında Oluşan Açı Ölçümü. Çekilmiş olan tomografilerden MPR ile aksiyel, sagittal, koronal düzlemde total diz protezi kesilerine uygun olacak şekilde tibia ve femur hazırlandı. Femurda sTEA, tibiada Akagi çizgisi çizildi. İki çizgi arasında lateralde mevcut olan açı ölçüldü. Elde edilen ölçümler 90 dereceden çıkarılarak + değerler tibial komponentte dış rotasyon – değerler tibial komponentte iç rotasyon olarak değerlendirildi.



Şekil 7. sTEA-1 cm Mediale Göre Çizilen Çizginin Arasında Oluşan Açı Ölçümü. Vaka grubunda çekilmiş olan tomografilerden MPR ile aksiyel, sagittal, koronal düzlemde total diz protezi kesilerine uygun olacak şekilde tibia ve femur hazırlandı. Femurda sTEA, tibiada Akagi çizgisi ve tüberositas tibianın 1 cm mediali ile AÇB yapışma yerinin orta noktasını birleştiren çizgi çizildi. sTEA ile yeni oluşturulmuş olan 1 cm medialden çizilen çizgi arasındaki lateralde mevcut olan açı ölçüldü. Elde edilen ölçümler 90 dereceden çıkarılarak + değerler tibial komponentte dış rotasyon – değerler tibial komponentte iç rotasyon olarak değerlendirildi.

İstatiksel Analiz

Çalışmamızda tanımlayıcı istatistikler ortalama±standart sapma değerleri ile sunuldu. Kategorik değişkenler ile vaka-kontrol grubu arasındaki ilişkilerin yapılan analizinde Pearson ki-kare testi kullanıldı. Normallik varsayımının analizinde gruptaki örneklem sayısı 50'den büyük olduğu için Kolmogorov-Smirnov testi kullanıldı. Verilerin yapılan analizleri sonucunda TT-TG, nTT-TG, TT-PCL ve nTT-PCL verilerinin normal dağılımda olduğu saptandı ve student T test yapıldı kalan verilerin normal dağılıma uymadığı saptandı bu nedenle iki grup arasındaki verilerin farklarının analizi için Mann-Whitney U testi kullanıldı. TT-TG, nTT-TG, TT-PCL, nTT-PCL, Diz rotasyonu ve sTEA ile Akagi çizgisi arasındaki açı ölçümleri arasında korelasyon analizi yapılmış olup aralarındaki ilişki değerlendirildi. Vaka grubunda sTEA ile

Akagi çizgisi arasındaki açı ölçümleri ile 1 cm medialden çizilen çizgi arasında korelasyon analizi yapıldı ve aralarındaki ilişki değerlendirildi. Ayrıca verilerin farklarının analizi için paired sample T test kullanılarak değerlendirildi. İlişkinin analizinde Pearson korelasyon testi uygulandı. Gözlemci içi ve Gözlemciler arası güvenilirlik analizinde sınıf-içi korelasyon katsayıları-ICC (%95 güvenilirlik aralığında) ile gösterildi. Elde edilmiş olan veriler değerlendirilirken, istatistiksel analizler SPSS 26 paket program ile yapılarak p değeri 0,05'den küçük olduğu durumlarda istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Çalışmamız Sağlık Bilimleri Üniversitesi Etik Kurulu tarafından etik kurul onayı verilmiş olup(Onay Numarası: 2021-137) onay formu ekler bölümünde sunuldu.

4. BULGULAR

Bu kısımda, araştırmaya dahil edilen vaka ve kontrol grubunda bulunan hastaların demografik özellikleri, diz BT kesitleri üzerinde yapılan ölçüm sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler ve bu istatistiklerin sonuçları verildi.

Tablo 1'de çalışmaya katılan vaka grubunda 86 hasta, kontrol grubunda ise 129 hasta olmak üzere toplam 215 hastanın demografik özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler verildi. Buna göre tüm hastaların yaş ortalaması $42,5 \pm 19,2$, vaka grubunun yaş ortalaması $35,7 \pm 17,9$, kontrol grubunun yaş ortalaması ise $41,1 \pm 18,8$ olarak bulundu. Yaş ile ilgili olarak normallik analizi yapıldı. Normal dağılım göstermemesi nedeni Mann-Whitney u testi kullanıldı. Vaka ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu($p < 0,001$). Çalışmaya katılan hastaların 103'ü (%47,9) kadın, 112'si(%52,1) erkekti. Vaka grubunda 47(%45,6) kadın, 39(%34,8) erkek bulundu. Kontrol grubunda ise 56(%54,4) kadın, 73(%65,2) erkek bulundu. Vaka grubunun 47'sine(%54,7) sol taraftan 39'una(%45,3) sağ taraftan diz BT çekildi. Kontrol grubunun ise 65'ine(%50,4) sol taraftan,64'üne(%49,6) sağ taraftan diz BT çekildi. Vaka ve kontrol grubunun cinsiyet ve BT çekilen taraf dağılımları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p=0,106$; $p=0,540$; sırasıyla).

Tablo 1-Hastaların demografik özellikleri

Değişken	Total Grup (n:215)	Vaka Grubu (n:86)	Kontrol Grubu (n:129)	Anlam düzeyi (p değeri)
Yaş	42,5±19,2	35,7±17,9	41,1±18,8	<0,001 ^a
Cinsiyet				0,106 ^b
Kadın	103 (47,9%)	47(54,7%)	56(43,4%)	
Erkek	112 (52,1%)	39(45,3%)	73(56,6%)	
Taraf				0,540 ^b
Sol	112(52,1%)	47 (54,7%)	65(50,4%)	
Sağ	103(47,9%)	39 (45,3%)	64(49,6%)	

a mann-whitney u, b chi-square

Tablo 2’de tüm hastaların 1.ve 2. gözlemcinin iki farklı zamandaki ölçümlerinin ve gözlemciler arasındaki sınıf içi korelasyon katsayıları sunuldu. Her iki gözlemciye ait sınıf içi korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde en düşük gözlemci içi sınıf içi korelasyon katsayısı 0,938, en yüksek 0,997 olduğu görüldü. Her iki gözlemcinin iki farklı zamanda yapılan ölçümleri arasındaki güvenilirlik oldukça yüksekti.

Gözlemciler arası sınıf içi korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde ise 1. Ölçümde gözlemciler arası en düşük katsayı 0,925 en yüksek katsayı ise 0,996 olarak saptandı. PTMM, TT-TG, nTT-TG, TT-PCL, nTT-PCL, Diz rotasyonu ve Akagi çizgisinin saptığı değerler için korelasyon katsayısının mükemmel olduğu görüldü. 2.Ölçümde gözlemciler arası en düşük katsayı 0,932 en yüksek katsayı 0,998 olarak saptandı. PTMM, TT-TG, nTT-TG, TT-PCL, nTT-PCL, Diz rotasyonu ve Akagi çizgisinin saptığı değerler için korelasyon katsayısının mükemmel olduğu görüldü.

Tablo 2-Her iki gözlemcinin farklı zamandaki ölçümlerinin ve gözlemciler arasındaki ölçümlerin sınıf-içi korelasyon katsayıları

Güvenilirlik Analizi (ICC(95%CI))				
	Gözlemci İçi Güvenilirlik		Gözlemciler Arası Güvenilirlik	
	A t1 vs. A t2	B t1 vs. B t2	A t1 vs. B t1	A t2 vs. B t2
PTMM	0,985(0,981-0,989)	0,995(0,994-0,996)	0,994(0,992-0,995)	0,986(0,982-0,989)
nTT-TG	0,970(0,961-0,977)	0,994(0,992-0,996)	0,986(0,982-0,989)	0,987(0,983-0,990)
TT-TG	0,972(0,964-0,979)	0,996(0,994-0,997)	0,988(0,984-0,990)	0,989(0,986-0,992)
nTT-PCL	0,938(0,919-0,952)	0,992(0,989-0,994)	0,994(0,992-0,995)	0,932(0,912-0,948)

TT-PCL	0,947(0,932-0,959)	0,997(0,995-0,997)	0,996(0,995-0,997)	0,944(0,927-0,957)
ROTASYON	0,968(0,958-0,975)	0,997(0,996-0,998)	0,994(0,992-0,995)	0,962(0,950-0,971)
AKAGİ/sTEA aç	0,949(0,933-0,960)	0,974(0,966-0,980)	0,925(0,904-0,942)	0,971(0,963-0,978)
1cm MEDİAL/sTEA aç	0,995(0,993-0,996)	0,998(0,998-0,999)	0,994(0,992-0,995)	0,998(0,997-0,998)

Tablo 3’ te vaka grubunun ve kontrol grubunun ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler verildi. Veriler normal dağılım açısından analiz edilmiş TT-TG, nTT-TG, TT-PCL ve nTT-PCL verilerinin normal dağılıma uyduğu saptandı ve Student T test yapıldı. Diğer verilerin normal dağılıma uymadığı saptandı bu nedenle nonparametrik test olan Mann-Whitney u testi uygulandı. Kategorik veriler chi-square testine tabi tutuldu. Yapılmış olan analiz sonucunda, vaka grubunda TT-TG, nTT-TG, TT-PCL, nTT-PCL, Diz rotasyonu ve sTEA-Akagi çizgisi arasındaki aç

değerlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ve farkın yüksek olduğu saptandı ($p<0,001$). sTEA ile Akagi çizgisi arasında oluşan aç

ölçüldü. Patolojik olarak iç rotasyon için 3 derece, dış rotasyon için 10 derece belirlendi (47). Buna göre vaka grubunda tibial komponentin rotasyonu 9(%10,5) hastada normal sınırlarda geldi. Dış rotasyonda patolojik değerde olan 77(%89) hasta saptandı. Kontrol grubunda ise 124(%96,1) hasta normal sınırlarda saptandı. İç rotasyonda patolojik değerde 5(%3,9) hasta saptandı. Vaka grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0,001$). Ardından vaka grubu için Akagi çizgisi ile 1 cm medial arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı analiz edilmiş olup aralarında istatistiksel olarak belirgin fark saptandı ($p<0,001$). Ayrıca iki ölçüm arasında $11,9\pm1,9$ derece fark saptandı.

Tablo 3-Ölçümlere ait tanımlayıcı istatistikler

Değişken	Vaka Grubu (n:86)	Kontrol Grubu (n:129)	Anlam Düzeyi (p değeri)
PTTM	72,5±5,9	74,8±5,8	0,006 ^a
TT-TG	21,6±4,1	13,5±3,7	<0,001 ^b
TT-TG Kategorik			<0,001 ^c
Normal	21	129	
Patolojik	65	0	
nTT-TG	0,29±0,05	0,18±0,04	<0,001 ^b
nTT-TG Kategorik			<0,001 ^c
Normal	8	129	
Patolojik	78	0	
TT-PCL	25,2±3,4	20,8±3,7	<0,001 ^b
TT-PCL Kategorik			<0,001 ^c
Normal	28	111	
Patolojik	58	18	

nTT-PCL	0,34±0,03	0,27±0,04	<0,001 ^b
nTT-PCL Kategorik			<0,001 ^c
Normal	10	98	
Patolojik	76	31	
Diz Rotasyonu	7,9±4,7	2,5±4,1	<0,001 ^a
sTEA- Akagi çizgisi arasındaki açı	15,2±4,8	3,3±4,4	<0,001 ^a
sTEA- Akagi çizgisi arasındaki açının kategorik olarak değerlendirilmesi			<0,001 ^c
Normal	9(%10,5)	124 (%96,1)	
İç Rotasyon	0	5(%3,9)	
Dış Rotasyon	77(%89,5)	0	
sTEA-1cm Medial arasındaki açı	3,3±4,4		
sTEA-1cm Medial arasındaki açının kategorik olarak değerlendirilmesi			
Normal	80(%93)		
İç Rotasyon	2(%2,3)		
Dış Rotasyon	4(%4,7)		

a mann-whitney u, b student t test ,c chi-square

Tablo 4’te tüm hastalarda TT-TG mesafesi, nTT-TG, TT-PCL mesafesi, nTT-PCL, Diz rotasyonu ve sTEA- Akagi çizgisi arasındaki açının diğer ölçümlerle korelasyon analizi verildi. Yapılan analize göre TT-TG mesafesi ile nTT-TG ($r=0,967$, $p<0,001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif ve çok yüksek korelasyon olduğu, TT-PCL mesafesi($r=0,704$, $p<0,001$) ile istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yüksek düzeyde korelasyon olduğu saptandı. nTT-PCL ($r=0,654$, $p<0,001$), diz rotasyonu ($r=0,579$, $p<0,001$) ile TT-TG mesafesi arasında istatistiksel olarak anlamlı, orta düzeyde korelasyon olduğu saptandı. sTEA- Akagi çizgisi arasındaki açının ($r=0,715$, $p<0,001$) TT-TG mesafesi arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif ve yüksek düzeyde korelasyon saptandı. nTT-TG ile TT-PCL Mesafesi ($r=0,627$, $p<0,001$), nTT-PCL ($r=0,693$, $p<0,001$), Diz rotasyonu ($r=0,628$, $p<0,001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif ve orta düzeyde korelasyon saptandı. sTEA- Akagi çizgisi arasındaki açı ($r=0,783$, $p<0,001$) ile arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif ve yüksek düzeyde korelasyon saptandı. TT-PCL mesafesi ile nTT-PCL ($r=0,892$, $p<0,001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif ve yüksek korelasyon, sTEA- Akagi çizgisi arasındaki açı ($r=0,407$, $p<0,001$) ile istatistiksel olarak anlamlı, pozitif ve zayıf düzeyde korelasyon saptandı. TT-PCL mesafesi ile diz rotasyonu ($r=0,104$, $p=0,127$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunamadı. nTT-PCL ile diz rotasyonu ($r=0,190$, $p<0,05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı,

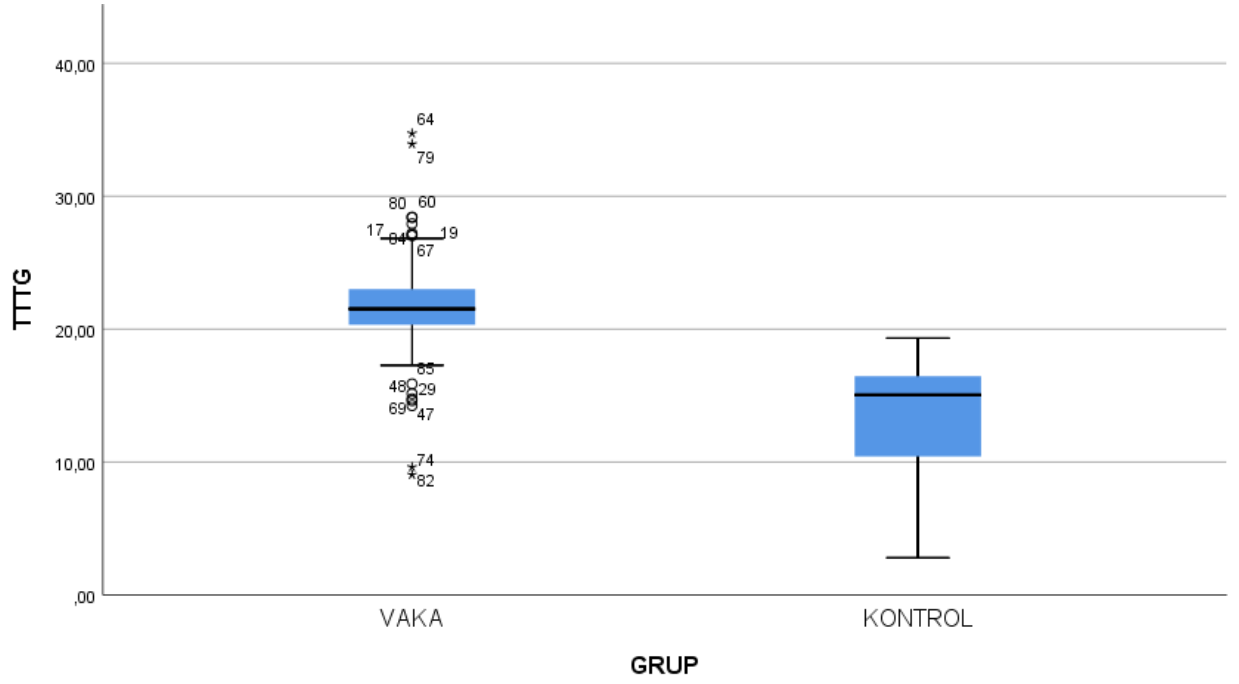
pozitif fakat çok zayıf düzeyde korelasyon, sTEA- Akagi çizgisi arasındaki açı ($r=0,407$, $p<0,001$) ile istatistiksel olarak anlamlı, pozitif zayıf düzeyde korelasyon saptandı. Diz rotasyonu ile sTEA- Akagi çizgisi arasındaki açı ($r=0,735$, $p<0,001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı,pozitif ve yüksek düzeyde korelasyon saptandı. sTEA-Akagi çizgisi arasındaki açı ile TT-TG ($r=0,715$, $p<0,001$), nTT-TG ($r=0,783$, $p<0,001$) ve diz rotasyonu arasında ($r=0,735$, $p<0,001$) istatistiksel olarak anlamlı, pozitif ve yüksek düzeyde korelasyon olduğu analiz sonucunda saptandı.

Tablo 4-Tüm hastalarda ölçümler arası korelasyon analizi

	TT-TG Mesafesi	nTT-TG	TT-PCL mesafesi	nTT-PCL	Diz rotasyonu	sTEA- Akagi çizgisi arasındaki açı
TT-TG Mesafesi						
nTT-TG	0,967**					
TT-PCL Mesafesi	0,704**	0,627**				
nTT-PCL	0,654**	0,693**	0,892**			
Diz rotasyonu	0,579**	0,628**	0,104	0,190*		
sTEA- Akagi çizgisi arasındaki açı	0,715**	0,783**	0,407**	0,589**	0,735**	

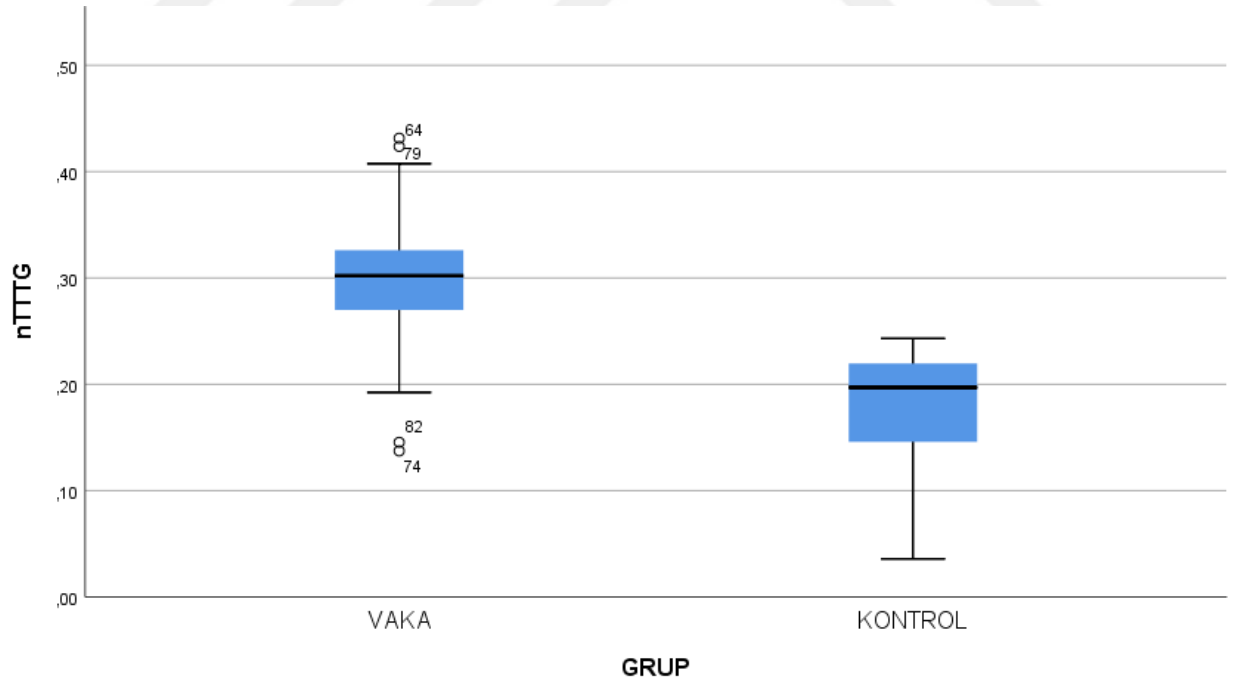
* $p<0,05$ ** $p<0,001$

Şekil-8 'de vaka ve kontrol grubunda TT-TG mesafelerinin dağılımı gösterildi. Vaka grubunun TT-TG mesafesinin istatistiksel olarak kontrol grubuna kıyasla yüksek olduğu gösterildi.



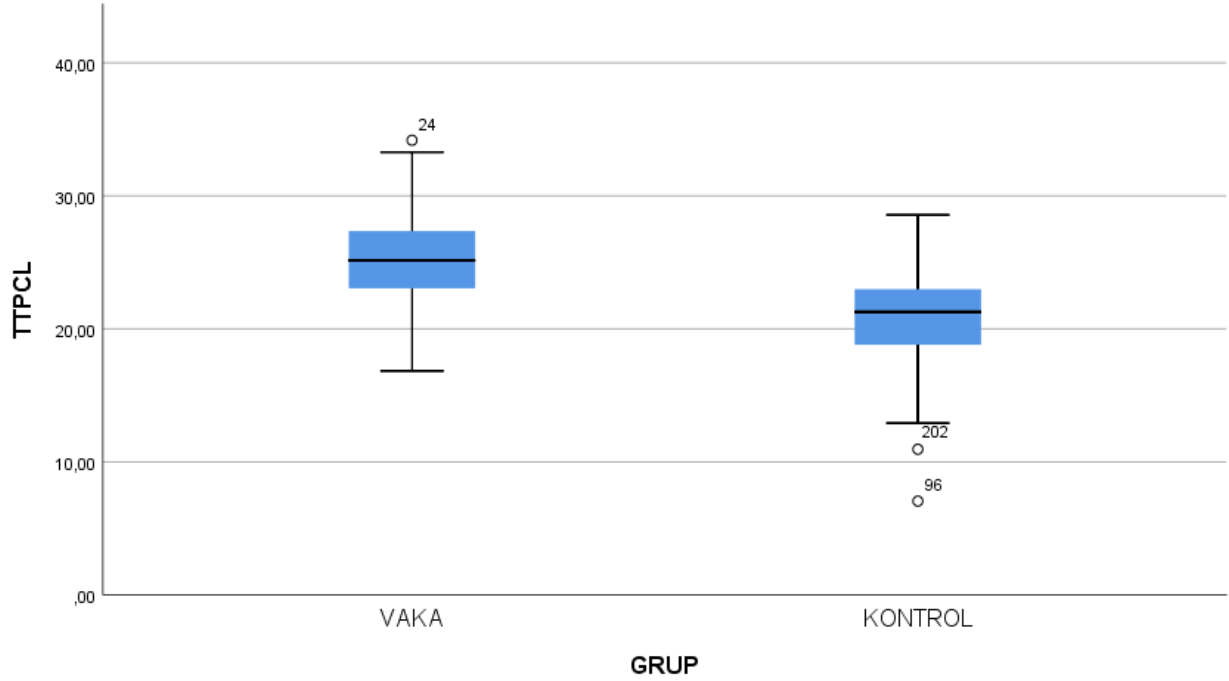
Şekil 8-Vaka ve kontrol grubuna göre TT-TG mesafesi

Şekil 9’de vaka ve kontrol grubunun nTT-TG değerlerinin dağılımı gösterildi. Vaka grubunun nTT-TG değerinin istatistiksel olarak kontrol grubuna kıyasla yüksek olduğu gösterildi.



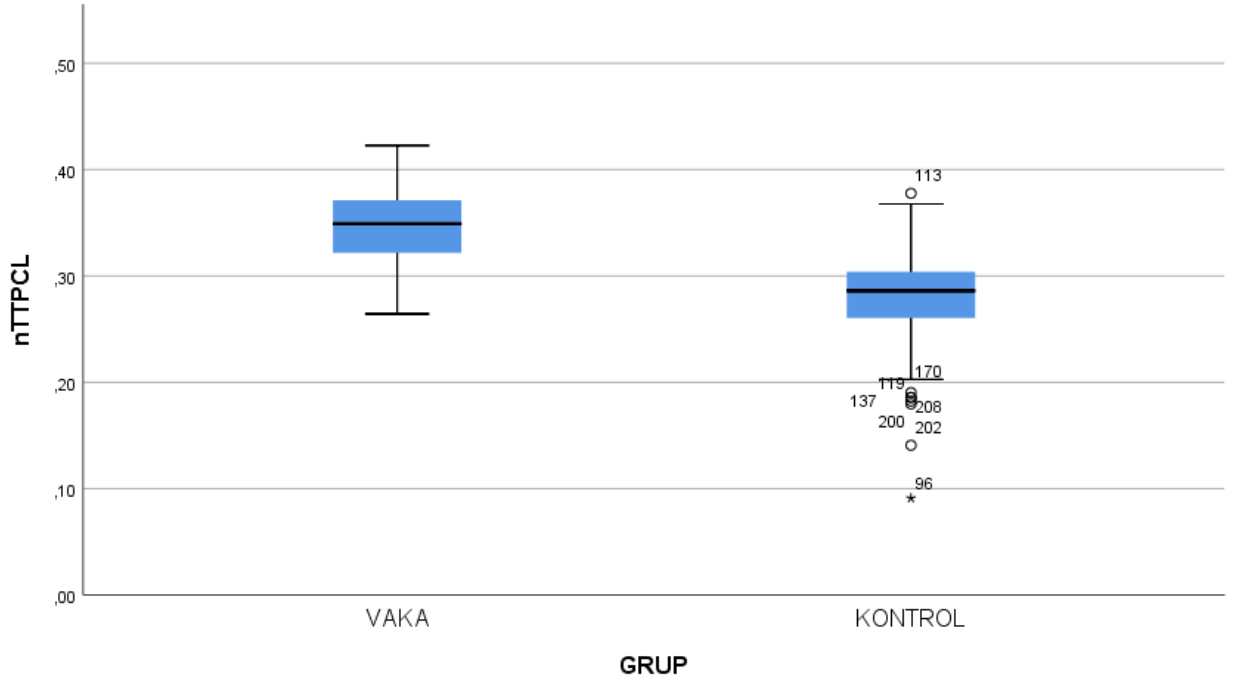
Şekil 9-Vaka ve kontrol grubuna göre nTT-TG

Şekil 10’da vaka ve kontrol grubunun TT-PCL mesafelerinin dağılımı gösterildi. Vaka grubunun TT-PCL mesafesinin istatistiksel olarak kontrol grubuna kıyasla yüksek olduğu gösterildi.



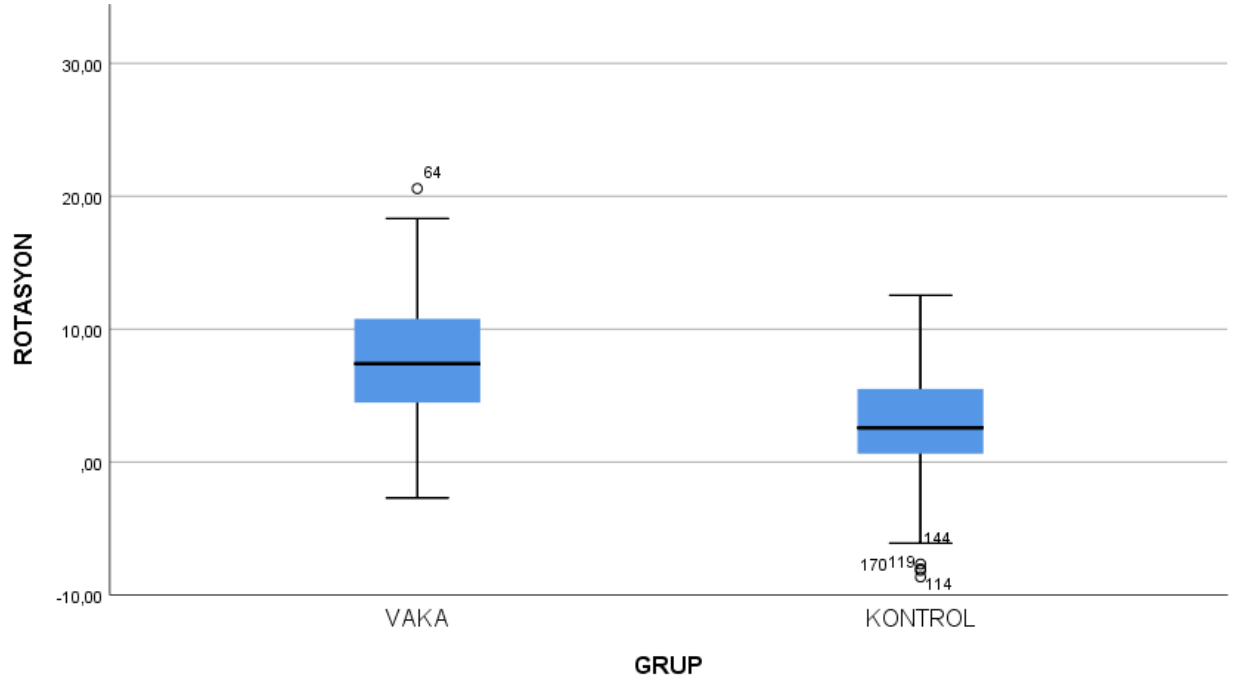
Şekil 10-Vaka ve kontrol grubuna göre TT-PCL

Şekil 11’de vaka ve kontrol grubunun nTT-PCL değerlerinin dağılımı gösterildi. Vaka grubunun nTT-PCL değerlerinin istatistiksel olarak kontrol grubuna kıyasla yüksek olduğu gösterildi.



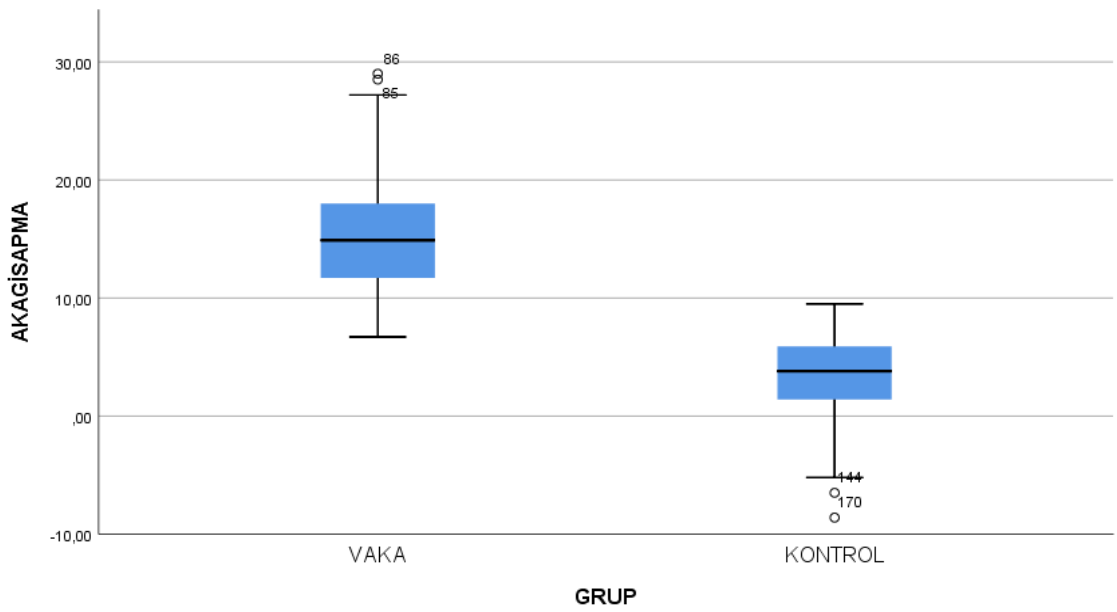
Şekil 11-Vaka ve kontrol grubuna göre nTT-PCL

Şekil 12’de vaka ve kontrol grubunun diz rotasyonu değerlerinin dağılımı gösterildi. Vaka grubunun diz rotasyonu değerlerinin istatistiksel olarak kontrol grubuna kıyasla yüksek olduğu gösterildi.



Şekil 12-Vaka ve kontrol grubuna göre diz rotasyonu

Şekil 13’de vaka ve kontrol grubunun sTEA ile Akagi çizgisi arasında ölçülen açı değerlerinin dağılımı gösterildi. Vaka grubunun sTEA ile Akagi çizgisi arasında ölçülen açı değerlerinin istatistiksel olarak kontrol grubuna kıyasla yüksek olduğu gösterildi.



Şekil 13-Vaka ve kontrol grubuna göre sTEA ile Akagi çizgisi arasındaki açı

5. TARTIŞMA

Çalışmamız sonucunda patellofemoral dizilim sorunu olan hastalarda Akagi çizgisi tibial komponent rotasyonu için kullanıldığında $15,2 \pm 4,8$ derece dış rotasyonda olduğu gösterildi. Kontrol grubunda ise $3,3 \pm 4,4$ derece olduğu saptandı ve istatistiksel olarak anlamlı derece fark bulundu ($p < 0,001$). Bu sonuca baktığımızda patellofemoral dizilim sorunu olan hastalarda tibial komponent rotasyonunu belirlemede sık kullanılan Akagi çizgisi bu hasta grubunda komponentin dış rotasyonda yerleştirilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle tuberositas tibianın 1 cm medialine olacak şekilde Akagi çizgisi bu hastalarda revize edilmiş ve %10,5 olan normal komponent rotasyonunu %93 doğruluk seviyesine çıkardı. Yapılan istatistiksel analiz neticesinde vaka grubunda Akagi çizgisi ile 1 cm medialden çizilen çizginin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p < 0,001$).

Saffarini ve ark. derleme çalışmasında ise tüm tibial rotasyon referanslarını değerlendirmiş olup en uygun referansların Akagi çizgisi ve anterior korteks olduğunu göstermişlerdir (48). Bizler de çalışmamızda Akagi çizgisini kullandık. Kontrol grubumuzda Akagi çizgisi ile sTEA arasındaki açı farkını $3,3 \pm 4,4$ olarak saptadık. Akagi ve ark. yapmış oldukları çalışma neticesinde bu değeri 0.0 ± 2.8 derece olarak saptamıştır (9). Kontrol grubumuzu oluşturan popülasyonda bizler de bu değerle uyumlu bir değer bulduk.

Lee ve ark. yapmış olduğu çalışma sonucunda sadece anatomik landmarkların kullanılmasının rotasyonel uyumsuzluklara sebep olabileceği gösterilmiş preoperatif rotasyon değerlendirilmesinin yapılmasının uygun olacağı söylenmiştir (49). Kawaguchi ve ark. yapmış olduğu çalışmada preoperatif tibiofemoral rotasyonel dizilimin postoperatif komponent malrotasyonu için risk faktörü olduğunu saptamışlardır (50). Türk toplumunun normal diz rotasyon değeri bilinmemektedir. Fakat çalışmamızda hasta grubunun diz rotasyonu $7,9 \pm 4,7$ derece kontrol grubunun ise $2,5 \pm 4,1$ derece olarak geldi ve iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0,001$). Ayrıca yapılmış olan korelasyon analizi sonucunda diz rotasyonu ile sTEA- Akagi çizgisi arasındaki açı ($r = 0,735$, $p < 0,001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif ve yüksek düzeyde korelasyon saptandı.

Yike ve ark. yapmış olduğu çalışmada TT-TG mesafesine göre hastaları kategorize etmiş ve bunun sonucunda TT-TG nin 15 mm üzerinde olduğu durumlarda Akagi çizgisinin kullanımının tibial komponent rotasyonunun tespiti açısından en iyi sonucu verdiğini göstermiştir (51). Fakat bizler çalışmamızda kontrol grubunda TT-TG mesafesi ortalamamız

13,5±3,7 olarak saptadık ve Akagi çizgisi kullanıldığında %96,1 hastada tibial komponent rotasyonunu normal aralıkta saptadık. Mevcut çalışmada Akagi çizgisi tariflendiği şekilde patellar tendonun TT'ye yapışma yerinin mediali değil tibia plato seviyesinde patellar tendon mediali alınmıştır ve bu durum değerlerde farklılığa neden olabilir. Akagi ve ark. çalışmasında tibia plato seviyesinde ve yapışma yerinde patellar tendon medialine çizgiler çizmiştir ve bu iki seviyede farklı sonuçlar bulmuştur (9). Tariflediği yöntemde patellar tendonun tüberositas tibiaya yapışma yerinin medialini kullanmıştır.

Bu çalışmanın temel olarak dört adet zayıf yönü mevcuttur. Birincisi vaka ve kontrol gruplarını oluşturan hastalar Türk popülasyonundan seçildi. Bu ise diğer toplumlarda benzer çalışmaların yapılmasının veya test edilmesinin önünü açmaktadır. İkincisi ölçümler radyolojik ölçüm olarak gerçekleştirildi, intraoperatif olarak anatomik lokasyonların belirlenmesi ve problemin çözümü hakkında yardımcı olmayabilir. Üçüncüsü ölçümler tibial komponent rotasyonu belirlemede kullanılan Akagi çizgisine göre kıyaslanmıştır fakat diğer rotasyon belirlemede kullanılan yöntemler değerlendirmeye alınmamıştır bu durum farklı ölçüm yöntemlerinin değerlendirilmesi konusunda yol gösterici olabilir. Dördüncüsü ise vaka grubumuz osteoartrit olmayan dizlerden oluşmaktaydı osteoartrit zemininde deformitelerde değişim ve ölçümlerde farklılıklar gelişebilir.

6. SONUÇLAR

TDP her ne kadar günümüzde en sık yapılan ortopedik cerrahilerden olsa da implant özellikleri, dizilim ve rotasyonun ayarlanması için kullanılan anatomik belirteçlerin varyasyonları gibi nedenlerden dolayı zorluklar içeren bir cerrahi prosedürdür. Çalışmamız sonucunda Akagi çizgisi patellofemoral dizilim problemi olan hastalarda tibial komponentin dış rotasyonda yerleştirilmesine neden olabilmektedir. Preoperatif planlama sırasında patellofemoral dizilim bozukluğu olan hastalarda tibial komponent rotasyonu için radyolojik değerlendirme detaylı şekilde yapılmalıdır. Akagi çizgisi yerine arka çapraz bağın yapışma yerinin ortasından patellar tendonun tüberositas tibiaya yapıştığı yerin 1 cm medialine çizilen çizgiyi kullanmak rotasyon problemini önleyebilmektedir. Bu radyolojik ölçümlerin intraoperatif olarak patellofemoral dizilim problemi olan hastalarda total diz protezi operasyonunda kullanılması ve klinik sonuçlarının gözlenmesine ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Canale ST ed. Campbell's Operative Orthopaedics. Arthroplasty of Ankle and Knee ed. Crockarell JR, Guyton JL. Volume 1, Edition 10, West Philadelphia, Pennsylvania: Mosby, 2003. p. 243-315.
2. Miller MD, Thompson SR, Hart JA ed. Review of Orthopaedics, Türkçe Baskısı. Erişkin Rekonstrüksiyon ed. Mcpherson EJ. Çeviri, Güven MF, Birsal O, Edipoğlu E, Öneş HN, Orman O. Edition 6: Elsevier, 2012. p. 392-417.
3. Bell SW, Young P, Drury C, Smith J, Anthony I, Jones B, et al. Component rotational alignment in unexplained painful primary total knee arthroplasty. Knee. 2014 Jan;21(1):272-7.
4. Metsna V, Vorobjov S, Märtsen A. Prevalence of anterior knee pain among patients following total knee arthroplasty with nonreplaced patella: a retrospective study of 1778 knees. Medicina (Kaunas). 2014;50(2):82-6.
5. Arbuthnot JE, McNicholas MJ, McGurty DW, Rowley DI. Total knee replacement and patellofemoral pain. Surgeon. 2004 Aug;2(4):230-3.
6. Barrack RL, Schrader T, Bertot AJ, Wolfe MW, Myers L. Component rotation and anterior knee pain after total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2001 Nov;(392):46-55.
7. Petersen W, Rembitzki IV, Brüggemann G-P, Ellermann A, Best R, Koppenburg AG-, et al. Anterior knee pain after total knee arthroplasty: a narrative review. Int Orthop. 2014 Feb;38(2):319-28.
8. Nicoll D, Rowley DI. Internal rotational error of the tibial component is a major cause of pain after total knee replacement. J Bone Joint Surg Br. 2010 Sep;92(9):1238-44.
9. Akagi M, Oh M, Nonaka T, Tsujimoto H, Asano T, Hamanishi C. An anteroposterior axis of the tibia for total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2004 Mar;(420):213-9.
10. Akagi M, Mori S, Nishimura S, Nishimura A, Asano T, Hamanishi C. Variability of

- extraarticular tibial rotation references for total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2005 Jul;(436):172–6.
11. Aglietti P, Sensi L, Cuomo P, Ciardullo A. Rotational position of femoral and tibial components in TKA using the femoral transepicondylar axis. *Clin Orthop Relat Res.* 2008 Nov;466(11):2751–5.
 12. Ishii Y, Noguchi H, Sato J, Todoroki K, Toyabe S-I. Rotational alignment of tibial components in mobile-bearing TKA: posterior substituted vs. PCL retaining. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015 Sep;135(9):1299–305.
 13. Lützner J, Firmbach F-P, Lützner C, Dixel J, Kirschner S. Similar stability and range of motion between cruciate-retaining and cruciate-substituting ultracongruent insert total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015 Jun;23(6):1638–43.
 14. Van Manen MD, Nace J, Mont MA. Management of primary knee osteoarthritis and indications for total knee arthroplasty for general practitioners. *J Am Osteopath Assoc.* 2012 Nov;112(11):709–15.
 15. Cross WW 3rd, Saleh KJ, Wilt TJ, Kane RL. Agreement about indications for total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2006 May;446:34–9.
 16. Gademan MGJ, Hofstede SN, Vliet Vlieland TPM, Nelissen RGHH, Marang-van de Mheen PJ. Indication criteria for total hip or knee arthroplasty in osteoarthritis: a state-of-the-science overview. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016 Nov;17(1):463.
 17. Wright JG, Hawker GA, Hudak PL, Croxford R, Glazier RH, Mahomed NN, et al. Variability in physician opinions about the indications for knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2011 Jun;26(4):569-575.e1.
 18. Hofmann AA, Heithoff SM, Camargo M. Cementless total knee arthroplasty in patients 50 years or younger. *Clin Orthop Relat Res.* 2002 Nov;(404):102–7.
 19. Healy WL, Della Valle CJ, Iorio R, Berend KR, Cushner FD, Dalury DF, et al. Complications of total knee arthroplasty: standardized list and definitions of the Knee Society. *Clin Orthop Relat Res.* 2013 Jan;471(1):215–20.
 20. Scott RD. Femoral and tibial component rotation in total knee arthroplasty: methods and consequences. *Bone Joint J.* 2013 Nov;95-B(11 Suppl A):140–3.

21. Akmeşe R, Ertan MB, Özyildiran M. The Application of All-arthroscopic Technique to Deep Osteochondral Lesions in the Talus With Scaffold and Autograft Bone Taken From the Tibial Plafond. *J Am Acad Orthop Surg*. 2021 Mar;29(6):e258–66.
22. Sundfeldt M, Carlsson L V, Johansson CB, Thomsen P, Gretzer C. Aseptic loosening, not only a question of wear: a review of different theories. *Acta Orthop*. 2006 Apr;77(2):177–97.
23. Yercan HS, Ait Si Selmi T, Sugun TS, Neyret P. Tibiofemoral instability in primary total knee replacement: A review Part 2: diagnosis, patient evaluation, and treatment. *Knee*. 2005 Oct;12(5):336–40.
24. Kayaokay K, Aydoğdu S. Total diz artroplastisinde dizilim, komponent boyut ve yerleşim sorunları. *TOTBID Dergisi*. 2019 [cited 2021 Sep 2];18:220–36.
25. Paley D, Pfeil J. [Principles of deformity correction around the knee]. *Orthopade*. 2000 Jan;29(1):18–38.
26. Fang DM, Ritter MA, Davis KE. Coronal alignment in total knee arthroplasty: just how important is it? *J Arthroplasty*. 2009 Sep;24(6 Suppl):39–43.
27. Berger RA, Crossett LS, Jacobs JJ, Rubash HE. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1998 Nov;(356):144–53.
28. Stoeckl B, Nogler M, Krismer M, Beimel C, de la Barrera J-LM, Kessler O. Reliability of the transepicondylar axis as an anatomical landmark in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2006 Sep;21(6):878–82.
29. Hutter EE, Granger JF, Beal MD, Siston RA. Is there a gold standard for TKA tibial component rotational alignment? *Clin Orthop Relat Res*. 2013 May;471(5):1646–53.
30. Newbern DG, Faris PM, Ritter MA, Keating EM, Meding JB, Berend ME. A clinical comparison of patellar tracking using the transepicondylar axis and the posterior condylar axis. *J Arthroplasty*. 2006 Dec;21(8):1141–6.
31. Innocenti B, Bellemans J, Catani F. Deviations From Optimal Alignment in TKA: Is There a Biomechanical Difference Between Femoral or Tibial Component Alignment? *J Arthroplasty*. 2016 Jan;31(1):295–301.

32. Ritter MA, Davis KE, Meding JB, Pierson JL, Berend ME, Malinzak RA. The effect of alignment and BMI on failure of total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 2011 Sep;93(17):1588–96.
33. Kim Y-H, Park J-W, Kim J-S, Park S-D. The relationship between the survival of total knee arthroplasty and postoperative coronal, sagittal and rotational alignment of knee prosthesis. *Int Orthop.* 2014 Feb;38(2):379–85.
34. Bellemans J, Colyn W, Vandenuecker H, Victor J. The Chitranjan Ranawat award: is neutral mechanical alignment normal for all patients? The concept of constitutional varus. *Clin Orthop Relat Res.* 2012 Jan;470(1):45–53.
35. Valkering KP, Breugem SJ, van den Bekerom MP, Tuinebreijer WE, van Geenen RCI. Effect of rotational alignment on outcome of total knee arthroplasty. *Acta Orthop.* 2015;86(4):432–9.
36. Cho Y, Lee MC. Rotational alignment in total knee arthroplasty. *Asia-Pacific J Sport Med Arthrosc Rehabil Technol.* 2014;1(4):113–8.
37. Maderbacher G, Keshmiri A, Springorum HR, Maderbacher H, Grifka J, Baier C. Influence of Component Rotation in Total Knee Arthroplasty on Tibiofemoral Kinematics-A Cadaveric Investigation. *J Arthroplasty.* 2017 Sep;32(9):2869–77.
38. Siston RA, Goodman SB, Patel JJ, Delp SL, Giori NJ. The high variability of tibial rotational alignment in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2006 Nov;452:65–9.
39. Isik C, Dasar U, Tahta M, Cay N, Akmeser R, Isik D, et al. The Relationship between Incorrect Restoration of the Joint Line and Lateral Knee Pain in Patients Undergoing Total Knee Arthroplasty. *Open J Rheumatol Autoimmune Dis.* 2014;04(03):138–45.
40. Kayabaşoğlu A. Patellofemoral complications following knee arthroplasty. *Türk Ortop ve Travmatoloji Birliği Derneği Derg.* 2012;11(4):380–7.
41. Sur H, Kayıkçı K, Aydoğdu S. Primer total diz artroplastisinde karşılaşılan patellofemoral sorunlar ve çözümleri. *TOTBID Derg.* 2019;18:190–200.
42. Berend ME, Ritter MA, Meding JB, Faris PM, Keating EM, Redelman R, et al. Tibial component failure mechanisms in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2004 Nov;(428):26–34.

43. Dossett HG, Swartz GJ, Estrada NA, LeFevre GW, Kwasman BG. Kinematically versus mechanically aligned total knee arthroplasty. *Orthopedics*. 2012 Feb;35(2):e160-9.
44. Brown EC 3rd, Clarke HD, Scuderi GR. The painful total knee arthroplasty: diagnosis and management. *Orthopedics*. 2006 Feb;29(2):128–9.
45. Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C. Knee Surgery Sports Traumatology I Arthroscopy Patellar problems Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg, Sport Traumatol*. 1994;2:19–26.
46. Seitlinger G, Scheurecker G, Högl R, Labey L, Innocenti B, Hofmann S. Tibial tubercle-posterior cruciate ligament distance: A new measurement to define the position of the tibial tubercle in patients with patellar dislocation. *Am J Sports Med*. 2012;40(5):1119–25.
47. Tandogan R, Indelli P, Saffarini M, Panni A, Ercin E. Tibial Rotational Alignment in Total Knee Arthroplasty Preliminary Report of the Tibial Rotation Study Group of European Knee Associates (EKA). In 2017.
48. Saffarini M, Nover L, Tandogan R, Becker R, Moser LB, Hirschmann MT, et al. The original Akagi line is the most reliable: a systematic review of landmarks for rotational alignment of the tibial component in TKA. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019 Apr;27(4):1018–27.
49. Lee DH, Seo JG, Moon YW. Synchronisation of tibial rotational alignment with femoral component in total knee arthroplasty. *Int Orthop*. 2008;32(2):223–7.
50. Kawaguchi K, Inui H, Taketomi S, Yamagami R, Kono K, Sameshima S, et al. Preoperative tibiofemoral rotational alignment is a risk factor for component rotational mismatch in total knee arthroplasty. *Knee*. 2021;29:448–56.
51. Yike D, Tianjun M, Heyong Y, Chongyang X, Hongrui Z, Ai G, et al. Different rotational alignment of tibial component should be selected for varied tibial tubercle locations in total knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2021.