

# Robotik total diz artroplastisi (CORI robotik sistem yardımlı)

## Robotic total knee arthroplasty (CORI robotic system assisted)

Göksel Dikmen<sup>1,2</sup>, Kayahan Karaytuğ<sup>1,2</sup>, Vahit Emre Özden<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

<sup>2</sup>Acıbadem Maslak Hastanesi, Uluslararası Eklem Merkezi, İstanbul

Robotik yardımlı diz artroplastisi ameliyatları, son yıllarda ortopedi cerrahisinde önemli bir ilerleme kaydetmiştir. Geleneksel diz artroplastisi ameliyatlarına oranla daha hassas ve kişiye özel protez yerleştirme imkânı sunan bu yöntem, ameliyat öncesinde görüntülemeli veya ameliyat esnasında görüntülemesiz olarak hastanın diz anatomik yapısını detaylı bir şekilde analiz ederek en uygun protez boyutunu ve pozisyonunu belirler. Ayrıca robotik kol veya elcek yardımıyla yapılan kemik kesilerinde cerrahin yönlendirmesiyle hareket eder ve protezin doğru bir şekilde yumuşak dokulara zarar verilmeden yerleştirilmesini sağlar. Aynı zamanda bazı sistemler, yazılımları sayesinde dizdeki bağ dengesi de hareket açıklığı boyunda dengeleyebilmesi, ameliyat sonrası hareket açıklığı kazanımı açısından geleneksel sisteme göre büyük avantaj sağlamaktadır. Bu bölümde radyolojik görüntüleme yöntemi kullanmadan ameliyat esnasında kemik üç boyutlu modeli çıkarabilen, kemik kesilerini elle tutulan küçük dairesel testere ile yapan CORI robotik sisteminin total diz protezi uygulamasının cerrahi basamakları özetlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** robotik; total diz artroplastisi; CORI; görüntülemesiz; elle tutulan; silindirik kesici uçlu sistem

Robotic-assisted knee arthroplasty surgeries have made significant progress in orthopedic surgery in recent years. This method, which offers more precise and personalized prosthesis placement compared to traditional knee arthroplasty techniques, determines the most appropriate prosthesis size and position by analyzing the patient's knee anatomical structure in detail with or without imaging before the operation. In addition, it acts under the guidance of the surgeon in bone incisions made with the help of a robotic arm or hand held systems and ensures that the prosthesis is placed correctly without damaging the soft tissues. At the same time the software of some robotic systems can give more information about the ligament balance of the prosthetic components and that provide a great advantage compared to the traditional system in terms of postoperative range of motion gain. In this section, the surgical steps of the total knee arthroplasty application of the CORI robotic system, which can extract the three-dimensional model of the bone during surgery without using any radiological imaging method and using hand-held circular burr based bone cutter, are summarized.

**Key words:** robotic; total knee arthroplasty; CORI; imageless; hand-held; burr-based system

**R**obotik diz artroplastisi, günümüzde giderek artan uygulamalarıyla hastanın diz anatomisine ve alt ekstremité dizilimine daha uygun bir şekilde minimal yumuşak doku hasarı yaparak diz protez implantlarının yerleştirilmesini sağlamaktadır.<sup>[1-3]</sup> Cerrahi öncesi planlama konvensiyonel yöntem içinde ameliyat sonrası başarının yani fonksiyonel ve klinik sonuçların elde edilmesinde en önemli başlangıç noktasıdır. Robotik sistem yazılımları hem ameliyat öncesinden implantların pozisyonlanması konusundan planlamayla cerraha yardımcı olurken aynı zamanda ameliyat esnasında da konvensiyonel sistemle elde edilemeyen numerik veriler

üzerinden bağ dengesini optimal ve/veya kişiye özel olarak dengelenmesini sağlamaktadır.<sup>[3,4]</sup>

Ameliyat öncesi planlamada farklı robotik sistem yazılımları, farklı görüntüleme teknikleri kullanılmaktadır. Direkt radyografi, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleri gibi sisteme yüklenen görüntüler üzerinden implant büyüklüğü, kemik kesi miktarı gibi bazı verileri işleyerek cerraha sunan yazılımlar olduğu gibi görüntülemeyi ameliyat içinde haritalama yaparak simüle eden farklı yazılımlar da mevcuttur. CORI robotik sistemi herhangi bir görüntüleme yöntemi kullanmayan bir yazılıma sahiptir.<sup>[5]</sup> Bu özellikle hastanın ek

**İletişim / Contact:** Prof. Dr. Göksel Dikmen • E-posta / E-mail: drgokseldikmen@gmail.com

**ORCID ID:** Göksel Dikmen, 0000-0001-6891-3488 • Kayahan Karaytuğ, 0000-0002-8138-8232 • Vahit Emre Özden, 0000-0003-1082-4882

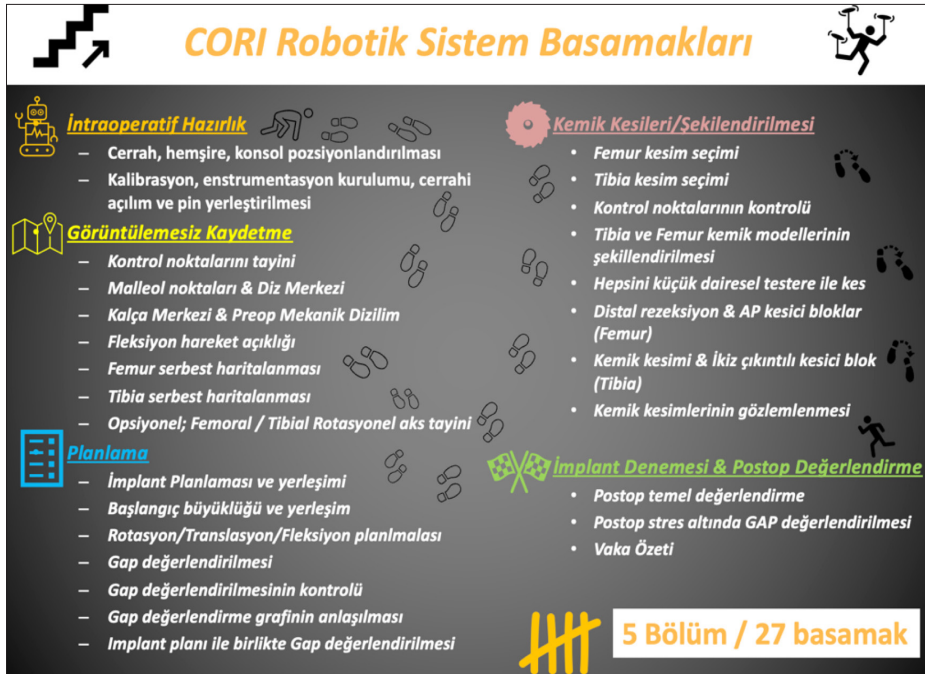
**Geliş / Received:** 22 Mayıs 2025 • **Revizyon / Revised:** 12 Haziran 2025 • **Kabul / Accepted:** 13 Haziran 2025

radyasyon maruziyetin azaltılması açısından avantaj sağlamaktadır. Robotik sistem yardımlı cerrahide optimal cerrahi sürenin kısaltılması ve yazılımla uyumlu çalışılması açısından ameliyathanede yapılması gereken iş basamaklarının bilinmesi çok önemlidir. Yazılım basamaklarında önümüze çıkacak ekranların ve verilerin ne anlama geldikleri ve nasıl kullanıldıklarının anlaşılması, ameliyatın başarılı bir şekilde tamamlanması açısından önemlidir. Dolayısıyla bu iş basamaklarının liste hâlinde gözden geçirilmesi gerekmektedir.<sup>[6]</sup> CORI robotik yardımlı sistem genel olarak değerlendirildiğinde beş

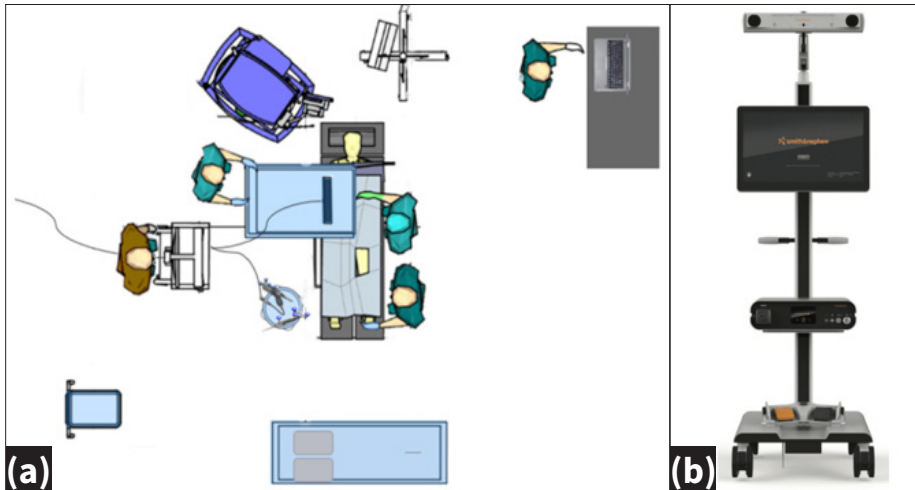
farklı bölümden oluşmakta ve toplamda 27 sıralı adımı içermektedir (Şekil 1).

### AMELİYATHANEDE VE ÖNCESİNDEKİ HAZIRLIK

Ameliyathanede hasta supin pozisyonunda yatarken cerrah ve asistans yapacak hekim veya hemşire robotik kule ile hasta arasına girmeyecek şekilde cerrahi yapılacak tarafta durmalıdır. Robotik kuleyle bir verici kabloyla bağlanan, steril özel örtücü yerleştirilen dijital ekran, cerrahi sahasının karşısında olacak şekilde yerleştirilmez (Şekil 2).



Şekil 1. CORI robotik sistem total diz artroplastisi için cerrahide izlenecek sıralı adımlar görülmektedir.



Şekil 2.a,b. CORI robotik sistemin ameliyathanedeki pozisyonlanması (a) ve CORI robotik sistem kulesi (b) görülmektedir. Robotik kule sistemi ayak pedalı, elle tutulan silindirik uçlu kesici motor, dijital ekran bağlantısının sağlandığı konsol, üç boyutlu olarak kemik haritalamasıyla eklem hareketi, bağ dengesinin kontrol edilebildiği kamera sistemi ve elle dokunulan biri ayrı toplamda iki adet ekrandan oluşmaktadır.

## İNSİZYON VE CERRAHİ AÇILIM

Total diz protezi uygulamasına benzer olarak orta hat insizyonu ve medial parapatellar insizyon ile ameliyata başlanmaktadır. Konvansiyonel yöntem ve diğer robotik sistemlerden farklı olarak ilerideki yazılım adımlarında önümüze gelecek olan üç boyutlu serbest haritalama sırasında implant büyüklüğü ve yerleşimi açısından hata yapmamak için medial ve lateral femoral kondil etrafındaki osteofitler, troklea ile femoral çentik bölgesindeki osteofitler temizlenmelidir. Osteofit temizliğinin diğer önemi ise kollateral ve çapraz bağlar üzerindeki etkilerini kaldırarak bağ dengesi hakkında cerrahi süreçte daha anlamlı veriler toplamaktır. Cerrahin tercihinin göre ön çapraz bağ ve arka çapraz bağ kesilebilir, medial ve lateral menisküslerle kısmi yağ yastıkçığı/hoffa eksizyonu yapılması ayrıca eğer tibiada medial osteofitler varsa sınırlı olarak derin medial kollateral ligament gevşetilebilir, bu sayede tibia serbest tarama açısından yeterli açılımı sağlayabilir.<sup>[6]</sup>

## PİN YERLEŞTİRİLMESİ VE KAMERA POZİSYONU

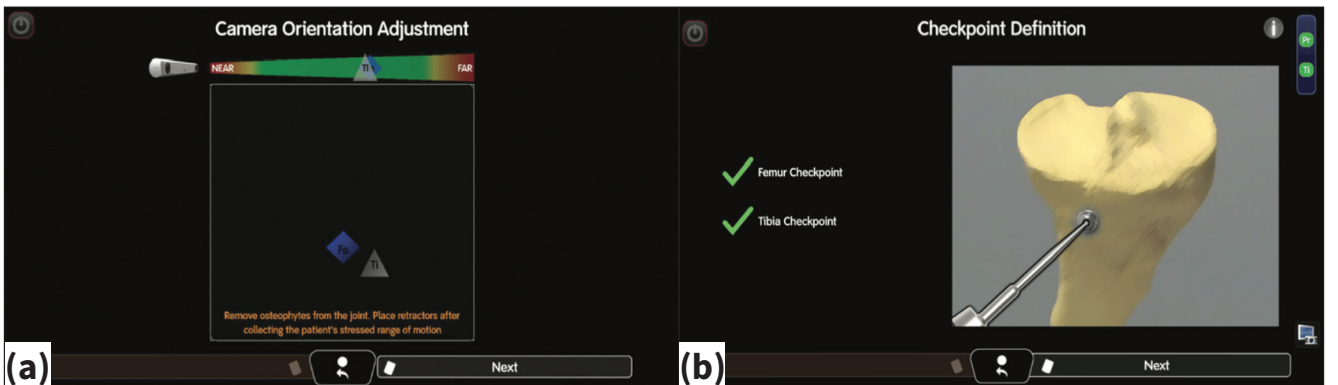
Cerrahi alan hazırlığı sonrasında femur ve tibiaya toplamda ikişer adet pin yerleştirilmesiyle cerrahiye devam edilir. Klasik olarak tibial tüberkülün dört parmak altında tibia kreste anteromedialden posterolaterale yönlimde olacak şekilde ve femurda patella üst polünden dört parmak yukarıda olarak şekilde anterior korteksten mediolateral ilerleyecek şekilde yerleştirilir. Bikortikal pin gönderilmesi, unikortikal ve intrakortikal pin yerleşiminde kalmaması pin çevresi kırık riski açısından dikkat edilmesi gereken bir husustur. Pinlerin paralel yönlendirilmesi delici kılavuz veya femoral/tibia robotik probun konnektörleri kullanılabilir. Sonrasında bu konnektörler üzerinden hem tibia hem de femurdaki pinler üzerinde kamera sisteminin algıladığı baklava konfigürasyonunda toplamda sekiz adet yassı mavi pul yerleştirilmektedir. Bu femoral ve tibia tarafındaki kılavuz pullar sayesinde femur ile tibia arasından hareket, tibia ve femur mekanik aksıyla bağ dengesi hakkında bilgi alınabilmektedir.

Bu sebeple mavi pulların aynı zamanda görüntüleme probu ile kesici motor üzerinde tam oturduğundan ve sıvı, kemik parçalarla kirlenmediğinden emin olunması çok önemlidir. Kamera oryantasyonu, femur ve tibiadaki göstergelerle yazılım üzerinden kontrol edilerek, dizin tam ekstansiyon ve hiperfleksiyondaki pozisyonlarında görünür ve yeterli uzaklıkta olduğuna tespit edildikten sonra femoral/tibia tarafındaki mavi pulların bağlandığı kılavuzlar cerrahi sırasında oynamayacak şekilde sıkıştırılmalıdır (Şekil 3). Çünkü cerrahi içerisindeki bu noktalarda bir gevşeme olması cerrahinin bütün planını bozacak ve robot herhangi bir algılama yapamayacaktır. Femoral tarafta femur medial epikondil proksimalinde yaklaşık 5 santimetre (cm) korteks üzerine bir kontrol pini ve tibia tüberositas altında 4 cm medial kortekste bir kontrol pini yerleştirilir. Cerrahi aşamalarından bu noktalardan sistem otokontrol yapmak istemektedir ve yine bu noktaların oynamaması gerekmektedir (Şekil 3).

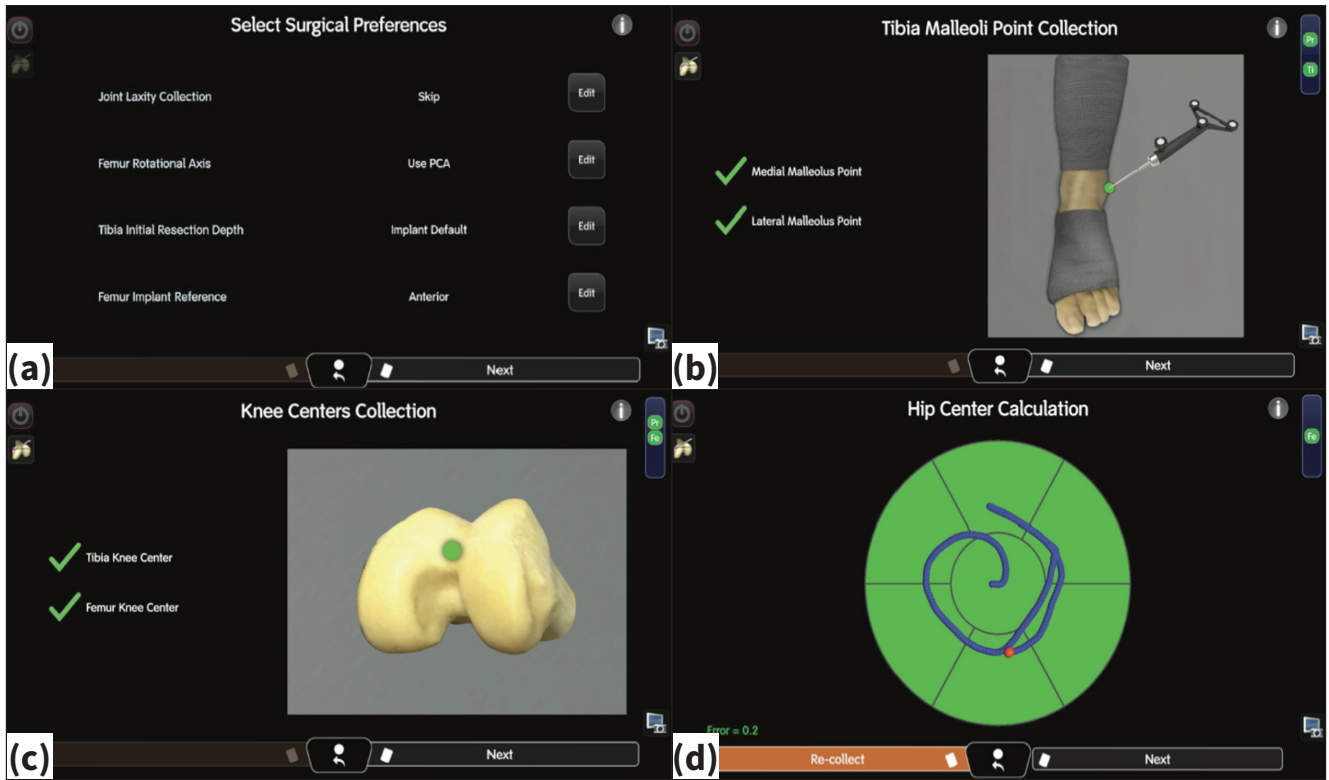
## TOTAL DİZ PROTEZİ UYGULAMASI CERRAHİ YÖNTEM TERCİHLERİ

CORI robotik yardımcı diz protezi uygulaması yazılım basamaklarında kalibrasyon ve kesici ucun kontrolü basamaklarından sonra ilk önümüze gelen ekranda cerrahin ameliyat için tercihlerini sormaktadır. Bu ekranda eklem bağ dengesi kontrolü (implant pozisyonlanmasıyla veya kısa yol), femoral rotasyonel aks belirlenmesi (posterior kondiler aksa göre veya manuel belirleme), tibia kemik kesi başlangıç derinliği (implant kalınlığı kadar, 1 mm/2 mm/3 mm daha az kesi), femoral referanslama (anterior/posterior tercihi) seçenekleri cerrahin tecrübesine göre seçilmektedir (Şekil 4).

Sonrasında bir kısa tibia ve femur kontrol noktası tayini ekranı gelmektedir. Devam eden ekranda sırasıyla ayak bileği merkez, tibia diz merkezi ve femur diz merkeziyle hareketli bir şekilde kalça iç/dış rotasyonu ile adduksiyon/abduksiyon 15-20° kalça fleksiyonuyla kalça rotasyon merkezi tayini yapılır (Şekil 4).



Şekil 3.a,b. Kamera oryantasyonu ve robotun pozisyonlanmasının femoral ve tibial kılavuzlara göre yapılması soldaki ekran görüntüsünde görülmektedir (a). Sağdaki ekranda ise tibia için ekstra yerleştirilen kontrol pin noktası görülmektedir (b).



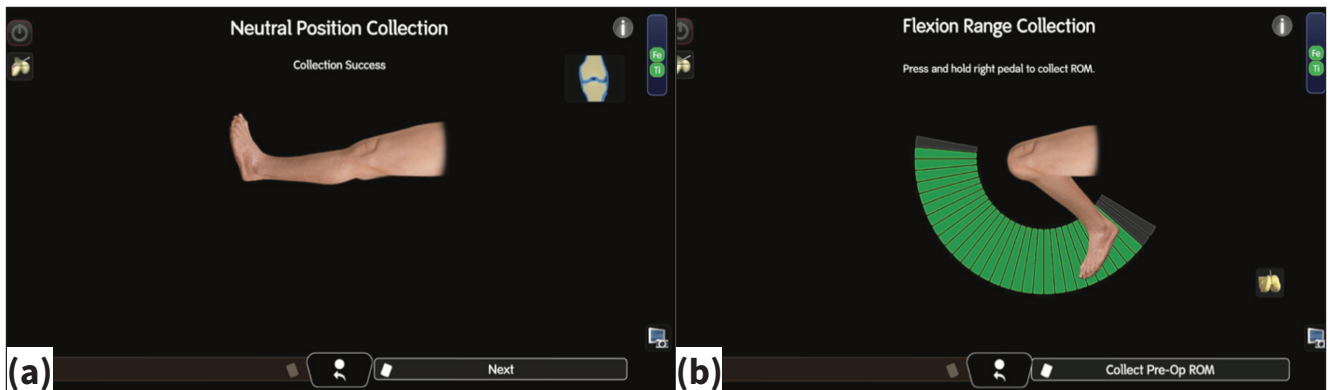
**Şekil 4.a-d.** CORI cerrahi basamaklarında cerrahın ameliyat içi tercihlerini belirleyen ekran ameliyat içinde ilerleme açısından cerrahın konvansiyonelde tercihlerine benzer seçenekler sunabilmektedir (a-d). Tibia ve femur kemiklerinin mekanik aks tayinleri yukarıda görüldüğü gibi sıralı basamaklar ile geçilmektedir.

İlerleyen basamaklarda diz ekleminin nötral pozisyonu mekanik aksın hesaplanması ve fleksiyon eklemler hareket açıklığının miktarı farklı ekranlarda kaydedilmektedir (Şekil 5). Nötral pozisyonda aşırı topuktan aşırı kompresyon yapılmadan görüntünün kaydedilmesi önemlidir.

#### FEMORAL, TİBİA SERBEST HARİTALAMA VE ÖNEMLİ ANATOMİK NOKTALARIN TAYİNİ

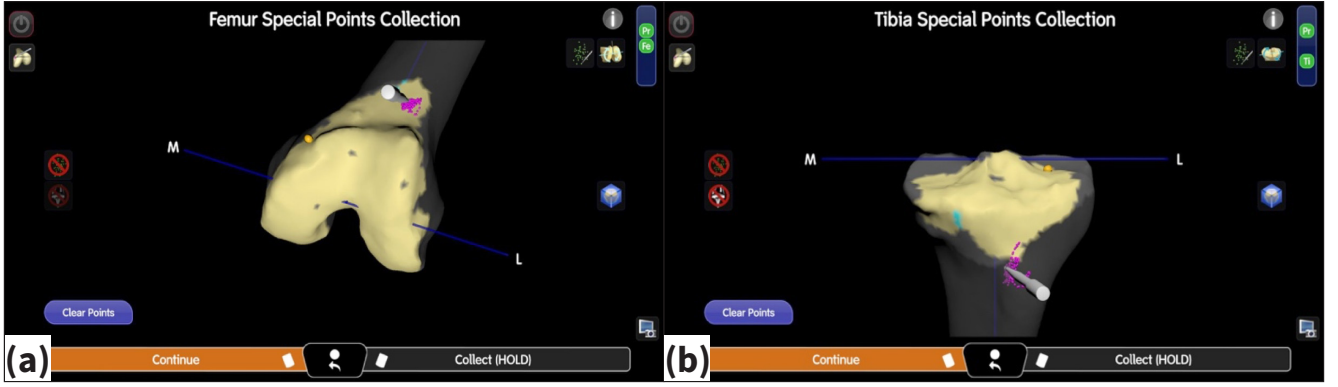
Bu kısımda femur ilk olarak serbest haritalamada önümüze gelen kemiktir. Serbest haritalama bir görüntüleme probu ve probun topuz ucu ile yapılmaktadır.

Serbest haritalamaya medial ve lateral bölgenin çerçevesi çıkarılacak şekilde başlandıktan sonra yazılım istediği kadar alan doldurularak devam edilmektedir. Tüm alanların tam boyanması gerekmemekle birlikte femur sagittal planda, anterior korteks ve posterior kondiler bölgede yeteri kadar alan taranması planlama açısından önemlidir. CORI yazılımına ayrı özel mor noktalar konularak olası femoral anterior korteks çentiklenmesi ve kırık riski, femoral ve tibia rotasyon hatası ve özellik son yıllarda patellafemoral eklemler doğal ve protez sonrası dizilimi açısından veriler toplanabilmesi sistemin gerçek zamanlı



**Şekil 5.a,b.** Hastanın nötral pozisyonundaki mekanik aksının (a) ve fleksiyon hareket açıklığı miktarının kaydedildiği görsel ekran görüntüleri (b).





**Şekil 6.a,b.** Femur ve tibia serbest haritalama sayfaları ve femoral anterior korteks (a) ile tuberositas tibianın özel mor noktalarla belirlenmesinin bir hasta örneği ile gösterilmesi (b).

değerlendirme yapabilmesi diğer robotik sistemlere göre avantajı sayılabilir (Şekil 6).<sup>[5]</sup> Femoral ve tibial tarama bittikten sonra eğer cerrah cerrahi tercih sayfasında femoral rotasyonu belirle seçeneğini işaretlemedi ise karşısına femoral rotasyon belirlenmesi için ek bir görüntü sayfası çıkacaktır. Bu sayfada femoral rotasyonu posterior kondiler aksa göre belirlenmesini ve femurun AP aksını tayin etmesini sistem ek olarak isteyecektir (Şekil 7).

#### İMLANT PLANLAMA VE ARALIK DENGELEME

Devam eden basamaklarda cerrahın önüne ilk gelen aksiyel, koronal ve sagittal planlarda implantın pozisyonunu ve büyüklüğünü gösteren ekrandır. Bu ekrandan üç boyutlu modelden kemik kesitsel ara yüzeye seçeneği geçilerek komponenti posterior kondiler *offset*, rotasyon, anterior çentiklenme, mediao-lateral pozisyonlaması ve rotasyonları, alt ekstremité dizilimi kontrol edilebilmektedir. Olası planlama hatasında sistem hata vererek anterior fazla kesi (*nothing*) uyarısı vermektedir. Ayrıca üç boyutlu model üzerinde troklea ve mediolateral komponent taşmasının (*overhang*) kontrol edilebiliyor olması, AP planda en ufak femoral komponentin seçiminin sağlanması önerilmektedir. Bu ekranda ayrıca implantın distal ve posterior kalınlığıyla uyumlu kemik kesimi yapı-

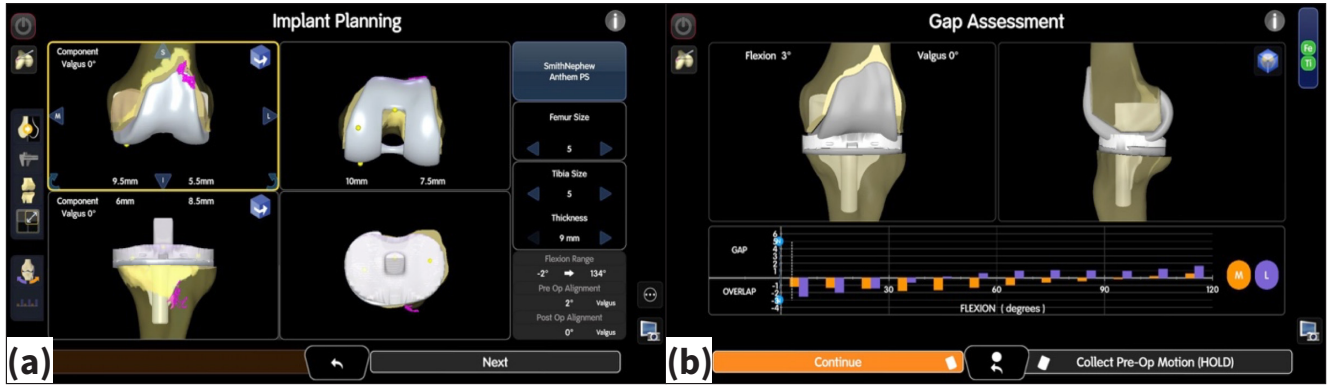
lıp yapılmadığı da kontrol edilmelidir. İlk gelen ekran otomatik olarak mekanik dizilimle önümüze gelmektedir. Bu sebepten dolayı cerrah, farklı dizilim yöntemlerini tercih edecekse burada implant kemik kesi miktarlarını tekrar gözden geçirmelidir. Aynı şekilde tibia kısmında da her üç plandan implantın fit oturması, tibial posterior eğim kontrol edilmeli, kemik kesi miktarları gözden geçirilmelidir (Şekil 8).

Sonrasında aralık dengesi kontrol ekranı gelmektedir, burada öncelikli nötral hareket açıklığı boyunca bakıldıktan sonra CORI setinden bulundan ince bir z ekartör yardımı ile varus ve valgus stres eklem hareket açıklığı boyunca uygulanarak olası iç ve dış yan bağın ark boyunca kompensasyonları değerlendirilir.

Sonrasında devam ekranında bizim yerleştirdiğimiz implant planı elde edilen bağ dengesinin kontrol edildiği total diz artroplastisi aralık dengelemeyle implant pozisyonlaması ekranı gelmektedir. Ek kemik kesimi gereksinimi veya implant pozisyon değişikliği, rotasyonel değişiklikler yapılabilir. Bu değişikliklerin aralık dengesine etkisi gözlemlenir. Genel olarak hem fleksiyonda hem de ekstansiyonda aralık dengesinin 0 ile +2 aralığında olması istenmektedir (Şekil 9). Aralık dengesi klasik diz artroplastisi kemik kesi kurallarına göre istenilen modi-



**Şekil 7.a,b.** Femoral rotasyonu posterior kondiler aksa göre belirlenmesi (a), *whitesite* çizgisinin ve AP çizgisinin belirlenmesi (b).



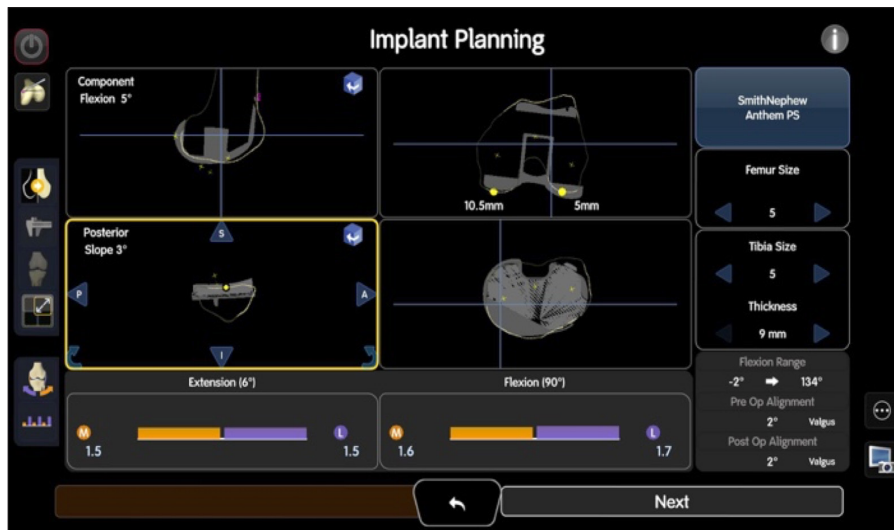
**Şekil 8.a,b.** İmplant planlama ekranı ve aralık değerlendirme ekranı (a). Aralık değerlendirme ekranında negatif değerler (overlap) olan bölgelerde medial kısmın 0 ile 120° arasından aşısı sıkı lateral kompartmanın 0 ile 60° arasından sıkı 60° üzerinde normal aralığa yakın gevşekliği olduğu görülmektedir (b). (Turuncu medial kompartman ve mor lateral kompartman).

fikasyonlar üzerinden ayarlanır. Cerrahin tecrübesi çok önemlidir, burada robotik kemik kesimleri öncesi son kararı vermiş olur.

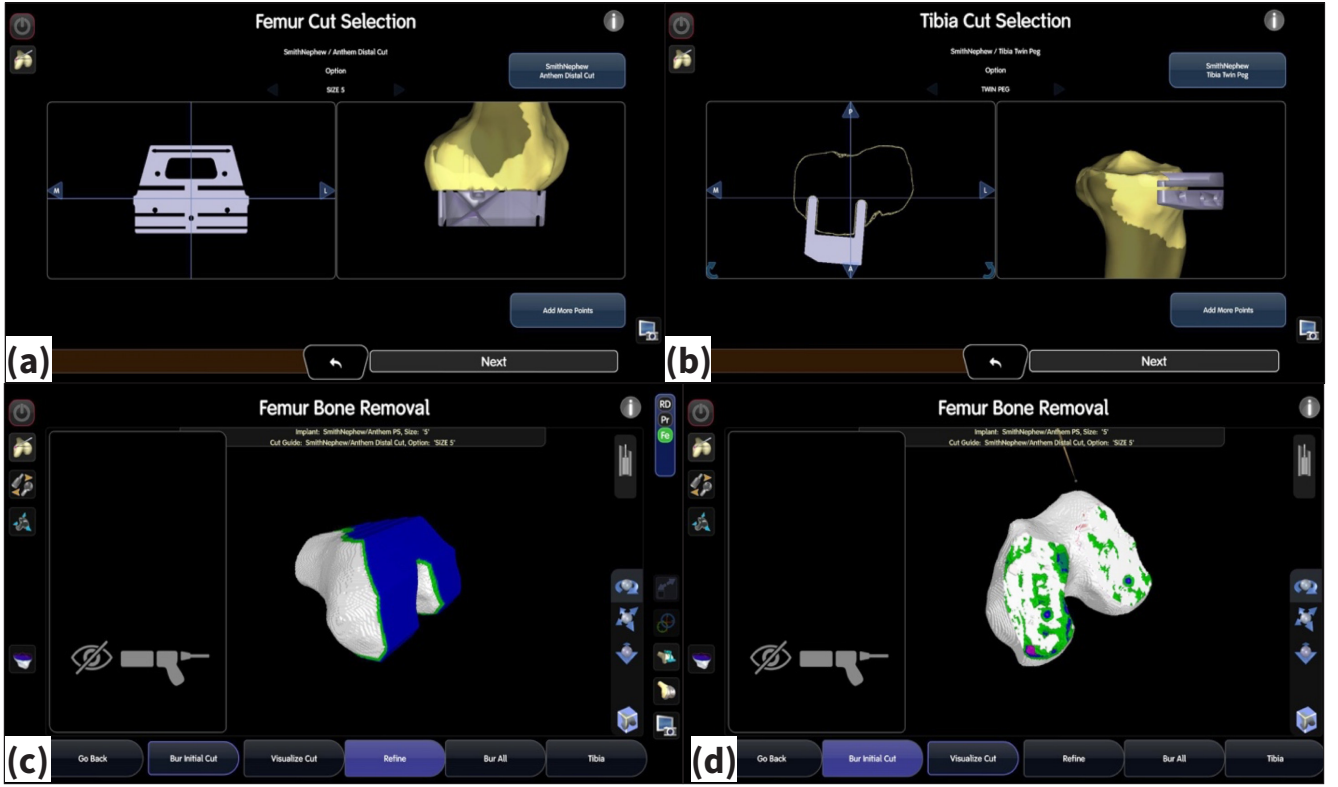
### PLAN DAHİLİNDE FEMORAL VE TİBİAL KEMİK KESİMLERİ

CORI robotik sisteminde kemik kesimleri elle tutulan steril bir kabloyla robot konsoluna bağlı motor ve silindirik uçlu kemik kesicileri ile yapılmaktadır. Farklı kalınlıkta ve geometrik şekildeki uçlar mevcuttur. Genellikle total diz protezi uygulamalarında 5 mm uç, unikondiler diz protezi uygulamalarında 6 mm kesici uç önerilmektedir. Bütün kemik kesimleri kesici uç ile *burr-all*/hepsini kesici uç ile kes seçeneği işaretlenerek kesilebildiği gibi femoral ve tibial özel kesi blokları üzerinden motor yardımıyla da yapılabilmektedir. Kemik kesi miktarının belirlenmesi ve olası yumuşak doku yaralanmalarının önüne geçilmesi açısından robotik kesici uç planda herhangi bir sapma

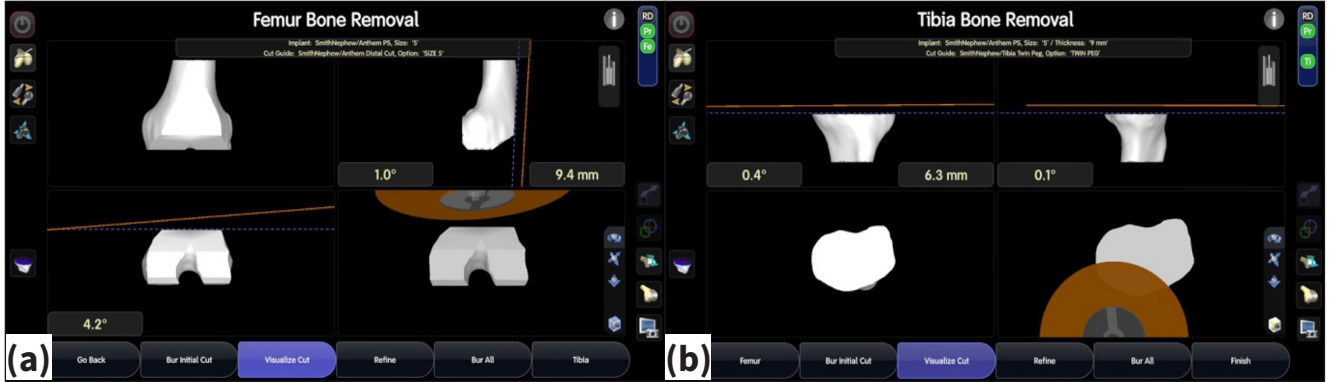
veya farklı bölge alanına geldiği zaman koruyucu kılavuza içerisine girerek cerraha haptik bir titreşim yollamaktadır. Bu CORI robotik sistemin en önemli robotik fonksiyonlarından biridir. Kemik kesiler miktarlarında ekranda görülen plan dâhilinde kesilecek alanlar sırasıyla 1 mm derinleşecek şekilde pembe, mavi ve yeşil olacak şekilde görsel üç boyutlu olarak gösterilmektedir. Tüm yeşil alanlar alındığında kemik kesimleri tamamlanmış olmaktadır (Şekil 10). Özel kesici bloklar kullanılması seçildiyse yazılım peg deliklerini cerraha açtırarak yüzeyine blokları hatasız bir şekilde yerleştirilmesini sağlar. Eğer cerrah özel kesi bloklarının yerleşim pozisyonunu tekrar kontrol etmek ve dizilim hatası yapmamak isterse 2 mm'lik ince dairesel gözlemleme probunu kemik kesimlerinin sagittal ve koronal plandaki açılarını kontrol etmek için kullanabilir (Şekil 11).



**Şekil 9.** Aralık dengesiyle implant pozisyonu sayfasında üç plandan yapılan değişiklikler ile aralık dengesi ideal miktara çekilebilmektedir.



**Şekil 10.a-d.** CORI yazılıyla uyumlu özel kemik kesi blokları yardımıyla veya hepsini kesici uç ile kes seçeneği kullanılarak silindirik uçlu motorla kemik kesimleri üç boyutlu model üzerinde yapılabilmektedir (a-d).



**Şekil 11.a,b.** Dairesel gözlemlene probu ile femur ve tibia kesimlerin robotik plan dâhilinde olup olmadığının kontrolü (a,b).

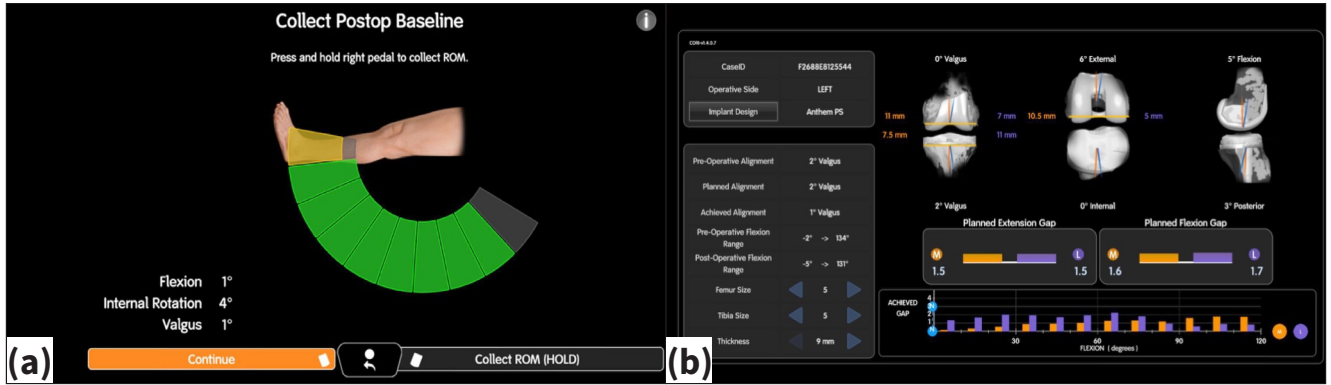
## AMELİYAT SONRASI DEĞERLENDİRME

Kemik kesimleri tamamlandıktan sonra orijinal implantlar yerleştirilmeden önce plan dâhilinde seçilen implantların denemeleri yerleştirilip eklem hareket açıklığı, rotasyonel dizilim ve aralık dengesi kontrol edilmektedir (Şekil 12). Yazılım öncelikli hareket açıklık ark miktarı ve sonrasında aralık dengesi hakkında iki ara yüz sayfası sunmaktadır. Eğer cerrah bu sayfada eklem hareketinde kısıtlılık veya gevşeklik tespit ederse tekrar planlama aşamasıyla birlikte olan aralık dengesinin beraber değerlendirildiği ara yüz sayfasına dönebildiği bir kısa yol seçene-

ği mevcuttur. Bu sayede ek kemik kesimleri planlanabilir, implant büyüklüğü, insert kalınlığı ve tasarımı değiştirilir. Ekranda değiştirildikten sonra tekrar aynı basamaklar geçilip tekrar deneme komponentlerde problem tespit edilmezse orijinal implantla uygulama tamamlanır.

## CORI ROBOTİK SİSTEMLE YAPILAN TOTAL DİZ ARTROPLASTİSİ ERKEN DÖNEM KLİNİK SONUÇLARI

Yapılan araştırmalarda hâlen klinik olarak robotik sistem kullanımı anlamlı farklılık oluşturmamaktadır. Fakat çalışmaların büyük çoğunluğu farklı dönemlerde farklı



**Şekil 12.a,b.** Soldaki resimde deneme komponentlerle eklem hareket açıklığının kontrolü **(a)**. Sağdaki resimde ise orijinal komponentler uygulandıktan sonra eklem dizilim, aralık dengesi ve komponent pozisyonları hakkında sistemin sunduğu özet sayfa çıktısı görülmektedir **(b)**.

tipteki robot uygulamalarıyla konvansiyonel tekniği karşılaştırmışlardır.<sup>[7,8]</sup> Fakat diğer sistemler gibi CORI ile yapılan total diz protezi ameliyatlarında implant pozisyonlanması ve bağ dengelenmesinin plan dâhilinden tama yakın yapılabildiği gösterilmiştir.<sup>[4,6,9,10]</sup> Özellikle eklem çizgisinin sağlanması midfleksiyon instabilitesi açısından klinik olarak anlamlı bir fayda sağlayabileceği bildirilmiştir.<sup>[11]</sup> Ayrıca sisteme yeni eklenen aralık dengesiyle birlikte belirli basınçları gösteren dijital tansiyoner ile birlikte daha iyi klinik sonuçların elde edileceği uygulamalar yapılabileceği konusunda çalışmalar da mevcuttur.<sup>[6]</sup>

## KAYNAKLAR

1. Sicat CS, Chow JC, Kaper B, Mitra R, Xie J, Schwarzkopf R. Component placement accuracy in two generations of handheld robotics-assisted knee arthroplasty. Arch Orthop Trauma Surg 2021;141(12):2059-67. [Crossref](#)
2. Kayani B, Konan S, Ayuob A, Onochie E, Al-Jabri T, Haddad FS. Robotic technology in total knee arthroplasty: A systematic review. EFORT Open Rev 2019;4(10):611-7. [Crossref](#)
3. Kayani B, Haddad FS. Robotic total knee arthroplasty: Clinical outcomes and directions for future research. Bone Joint Res 2019;8(10):438-42. [Crossref](#)
4. Bollars P, Meshram P, Al Thani S, Schotanus MGM, Albelooshi A. Achieving functional alignment in total knee arthroplasty: Early experience using a second-generation imageless semi-autonomous handheld robotic sculpting system. Int Orthop 2023;47(2):585-93. [Crossref](#)
5. O'Bryan E, Jones C, Joseph S. A novel robotic technique for mapping patellofemoral kinematics in total knee arthroplasty. Arthroplast Today 2025;31:101610. [Crossref](#)
6. Haas S, Chow J, Nathwani D, Albelooshi A, Jennings S, Waters T, et al. Smith+ Nephew CORI Digital Tensioner for total knee arthroplasty (TKA): Ligament tensioning and assessment prior to bone resections. 2022.
7. Dzhavadov AA, Dikmen G, Bernstein JA, Fregeiro JI, Li X, Lincoln Liow MH, et al. Does the use of robotics improve the outcome of primary total knee arthroplasty? J Arthroplasty 2025;40(2S1):S86-S87. [Crossref](#)
8. Walgrave S, Oussedik S. Comparative assessment of current robotic-assisted systems in primary total knee arthroplasty. Bone Jt Open 2023;4(1):13-18. [Crossref](#)
9. Tone S, Hasegawa M, Naito Y, Wakabayashi H, Sudo A. Two- and three-dimensional evaluations following handheld robot-assisted total knee arthroplasty. J Robot Surg 2024;18(1):70. [Crossref](#)
10. Weaver DJ, Deshmukh S, Bashyal R, Bagaria V. Complications and learning curve associated with an imageless burr-based (CORI) robotic-assisted total knee arthroplasty system: Results from first 500 cases. Indian J Orthop 2024;58(8):1109-17. [Crossref](#)
11. Maeda K, Mochizuki T, Takagi S, Omori G, Yamamoto N, Kobayashi K, et al. Image-free robotic-assisted total knee arthroplasty is associated with joint line distalization and improves mid-flexion instability: A prospective cohort study. J Exp Orthop 2025;12(2):e70239. [Crossref](#)