



# Ortopedik onkolojinin dünü, bugünü, yarını

## Orthopaedic oncology: Past, present, and future

Harzem Özger<sup>1</sup>, Buğra Alpan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, (Emekli Öğretim Üyesi), İstanbul

<sup>2</sup>Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

Son dört dekada kadar ekstremitte yerleşimli primer habis kas-iskelet sistemi tümörlerinin temel tedavisi amputasyon olarak kabul edilmekte ve amputasyona rağmen hastaların sağkalım oranı %20'yi geçmemektedir. Sarkom biyolojisinin daha iyi anlaşılması, cerrahi tedavi prensiplerinin belirlenmesi, cerrahi tekniklerin ilerlemesi, çoklu kemoterapi protokolleri ve gelişmiş radyoterapi uygulamalarının ortaya çıkması ve deneyimli multidisipliner ekiplerin bulunduğu özelleşmiş merkezlerin kurulmasıyla uzuv koruyucu/kurtarıcı cerrahi felsefesi doğmuştur. Ortopedik onkoloji yolculuğunda, başladığımız noktaya göre çok ileride olmamıza, bugün pek çok hastayı işlevsel durumdaki uzvuyla birlikte hayata geri kazandırabilmemize rağmen günümüzde hâlen, doğru zamanda ve doğru adreste tedavi edildiği hâlde kaybedilen %35'lik bir hasta grubu bulunmaktadır. Ortopedik onkolojinin yarınından beklentimiz, hem tüm hastaların ideal şartlarda tedavi edilebileceği bir organizasyonun sağlanabilmesi hem de bilimsel, teknolojik gelişmeler ışığında bugüne kadar ne yaparsak yapalım kurtaramadığımız hastalara çare sağlayabilmektir.

**Anahtar sözcükler:** ortopedik onkoloji; dün, bugün, yarın; uzuv kurtarıcı cerrahi; uzuv koruyucu cerrahi; kas-iskelet sistemi tümörleri

Until the last four decades, the main treatment for primary malignant musculoskeletal system tumors located in the extremities was accepted as amputation, and the survival rate of the patients did not exceed 20% despite amputation. With a better understanding of sarcoma biology, the determination of surgical treatment principles, the advancement of surgical techniques, the emergence of multi-drug chemotherapy protocols and advanced radiotherapy applications, and the establishment of specialized centers with experienced multidisciplinary teams, the philosophy of limb sparing/salvage surgery was born. Although we are far ahead in the journey of orthopedic oncology compared to where we started, and we can bring many patients back to life with their functional limbs, today there is still a group of patients (approximately 35%), who die even though they are treated at the right time and at the right address. Our expectation from the future of orthopedic oncology is to provide an organization, where all patients can be treated under ideal conditions, and to provide a cure for patients that we have not been able to save, no matter what we have done so far, in the light of scientific and technological developments.

**Key words:** orthopedic oncology; past, present, future; limb salvage surgery; limb sparing surgery; musculo-skeletal tumors

Ortopedik onkoloji yolculuğunda yola çıkış amacımız, son dört dekada kadar rutin olarak amputasyonla tedavi edilen ve yine de hastaların büyük kısmının kaybedildiği bir hasta grubunda, hastayı uzvunu koruyarak tümörden kurtarmak oldu. *Limb salvage surgery* yani uzuv koruyucu/kurtarıcı cerrahi felsefesini kuralları, uygulamaları ve sonuçlarıyla yerleştirmeye, devamlı kılmaya çalıştık. Önce, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi'nde bu işleri yürütürken ortak bir dil

konusacak, vakaları birlikte değerlendirip karar verecek ve sonuçları da yine birlikte analiz edecek olan "Kas-İskelet Sistemi Tümörleri Konseyi"ni kurduk. Multidisipliner ekip olarak da tanımlayabileceğimiz bu oluşumda ortopedik onkolog lider vasfında yer almakla beraber bu ekibin diğer değişmez ve vazgeçilmez üyeleri radyolog, patoloğ, tıbbi onkolog, pediyatrik onkolog ve radyasyon onkoloğ şeklinde belirlendi. Ana multidisipliner ekibe girişimsel radyologların ve diğer cerrahi branşların da (plastik cerrahi, damar cer-

**İletişim / Contact:** Prof. Dr. Harzem Özger • **E-posta / E-mail:** harzemo@yahoo.com

**ORCID iD:** Harzem Özger, 0000-0001-5033-7531 • Buğra Alpan, 0000-0002-2573-8605

**Geliş / Received:** 16 Temmuz 2023 • **Revizyon / Revised:** 18 Temmuz 2023, 2 Ağustos 2023 • **Kabul / Accepted:** 5 Ağustos 2023

rahisi, genel cerrahi, üroloji, göğüs cerrahisi gibi) çok kritik ve değerli katkıları olacağı kısa sürede netleşti ve bu geniş ve güçlü ekip ile özelleşmiş ve deneyimli bir tümör merkezi olma yolunda hızla mesafe kat etmeye başladık. Özellikle sarkom tedavisinde güvenli sınırlarla yapılacak bir rezeksiyonun temel unsur olduğunu koşulsuz kabul ederek tedavi felsefemizi şu temele oturttuk:

1. Önce **yaşam**,
2. Sonra **uzuv** ile yaşam,
3. Sonra **işlevsel** bir uzuv,
4. Sonra uzvun **dış görünümü**,
5. Son olarak da hastanın uygulanan cerrahi tedavi yöntemine **psiko-sosyo-kültürel uyumu**.

### UZUV KORUYUCU CERRAHİ TEKNİKLERİNİN GELİŞİM SÜRECİ

Uzuv koruyucu/kurtarıcı cerrahinin iki ana unsuru rezeksiyon ve rekonstrüksiyondur. Rezeksiyon, sarkom biyolojisi, patofizyolojisi ve patoanatomisinin gereklerine uygun şekilde güvenli sınırlarla ve rekonstrüktif kaygılardan bağımsız şekilde yapılmalıdır. Bununla beraber, güvenli cerrahi sınırlara ulaşmak, gereksiz işlev kaybı ve morbiditeye yol açmamak arasında hassas bir denge mevcuttur. İşte bu hassas dengenin sağlanması ortopedik onkoloğun sorumluluğundadır ve bu dengeyi gözeterek rezeksiyonu takiben ortopedik onkoloğu rekonstrüktif güçlükler beklemektedir. Biz de ortopedik onkoloji yolculuğumuzun başında rekonstrüksiyon seçeneklerimizin çok kısıtlı olduğu gerçeğiyle yüzleştik. Tümör cerrahisine başladığımız 1990'ların başından günümüze, rekonstrüksiyon teknikleri açısından dünyanın ileri gelen tümör merkezleriyle benzer gelişim süreçlerinden geçmekle beraber bizim yolculuğumuzda ülkemizin şartları da önemli derecede belirleyici oldu ve belli dönemlerde belli güçlükleri özverili girişimlerimiz ve çabalarımızla aştık. Dünden bugüne bilgimizi, yaratıcılığımızı, deneyimimizi kullanarak biyolojik ve biyolojik olmayan rekonstrüksiyon uygulamalarımızı birbirini tamamlayacak şekilde geliştirdik. Bugün uzuv koruyucu cerrahide en sofistike teknikleri uygulayan ve üreten bir konuma geldik. Ayrıca yumuşak doku rekonstrüksiyonu ve nörovasküler rekonstrüksiyonlar konusunda da multidisipliner ekibin ilgili üyeleri ile iş birliğimizi geliştirerek en zahmetli ve karmaşık teknikleri rutin olarak ve başarıyla uygular hâle geldik.

### OSTEOARTİKÜLER DEFECTLERİN REKONSTRÜKSİYONU

Bin dokuz yüz seksen dokuzda Viyana Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde Prof. Dr. Rainer Kotz'un yanında tümör eğitimimi tamamlayıp İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'ndeki görevime döndüğümde,

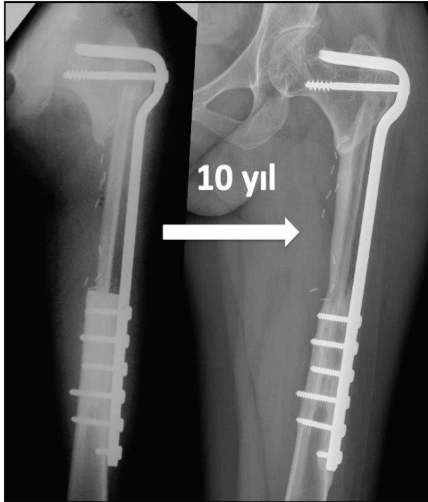
Viyana'da uygulamalarını gördüğüm ve öğrendiğim Kotz tümör protezi (veya başka bir protez) ile biyolojik olmayan rekonstrüksiyonun, ekonomik ve bürokratik altyapının o dönemde henüz ülkemizde hazır olmaması nedeniyle mümkün olmadığını gördüm. Bu durumda rezeksiyon sonrası masif defektlerin rekonstrüksiyonunda ilk kurtarıcımız biyolojik yöntemler oldu ve rekonstrüksiyon serüvenimiz böylelikle başladı.

Biyolojik rekonstrüksiyonda en kolay ulaşılabildiğimiz materyalin otogreftler olduğunu fark ettik. Otogreftleri, özellikle fibula ve iliak kanat greftlerini, kolay ulaşılabilir olmaları, ek maliyet getirmemeleri, doku uyumu problemi ve hastalık bulaşma riski olmaması nedeniyle, o dönemden itibaren sıkça kullandık. Ancak, alınabilecek greft miktarının sınırlı olması ve verici saha problemleri nedeniyle otogreftlerinde her zaman yeterli veya en iyi çözüm olmadığını gördük.

Protez olmadığı için hareketli eklem rekonstrüksiyonu yapamadığımız durumlarda kurtarılmış uzvu kullanılabilir hâle getirmek için diz artrodezlerini kullandık. Eklem intakt kalan karşı tarafının (distal femur rezeksiyonunda proksimal tibianın, proksimal tibia rezeksiyonunda ise distal femurun) hemikortikal tarzda 180° pediküllü greft şeklinde döndürülerek kullanıldığı (Lexer-Juvara) yöntemde kaynama problemleri yaşamaktaydık (Şekil 1).



Şekil 1. Distal femur rezeksiyonu sonrası Lexer-Juvara tekniğiyle diz artrodezi.



**Şekil 2.** Proksimal femur defektinin tek sütun serbest damarlı fibula grefti (SDFG) ile rekonstrüksiyonu sonrası uzun dönemde hipertrofiye olduğu ve yük taşıyabilir hâle geldiği görülmekte.

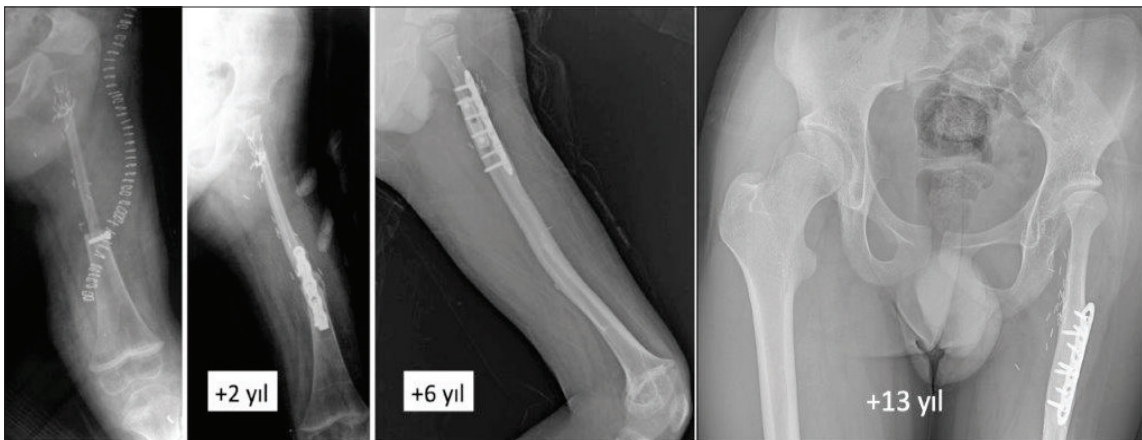
Bunun sebebi döndürülen kemik parçasının büyük masif bir greft olarak davranması ve osteointegrasyonun sağlanamaması ya da çok uzun sürmesiydi. Ancak yine de bu yöntemle birçok hastanın eklem hareketleri olmasa da hayatları ve uzuvları kurtarılabilirdi.

Büyük kemik defektlerini daha hızlı ve güvenilir şekilde köprüleme gereği ve arzusu bizi yeni yöntem arayışlarına itti. Canlı kemik nakli, yani serbest damarlı fibula grefti (SDFG) canlılığını koruyup binen yüklerle göre kendini yenileyebilme ve kısa sürede kaynayabilme özellikleriyle ideale yakın çözümdü (Şekil 2,3).<sup>[1]</sup> Bu yöntemle uzun sürede kaynama ve osteointegrasyon sorunu aşılmıştı. Ancak fibula greftinin tek başına mekanik kuvveti yük taşımaya yeterli değildi, mekanik kuvveti

arttırmak için ikiye katlamak ise boyunu kısaltmakta ve geniş defektlerin köprülenmesini imkânsız kılmaktaydı (Şekil 4). Başarıda en önemli nokta ise, nakledilen kemiğin canlılığını sağlayacak damar anastomozlarını başarıyla yapabilecek, ortaya çıkabilecek sorunları çözebilecek beceri, gayret ve özveriye sahip mikrocerrahi ekibine sahip olmaktı. Günümüzde serbest damarlı otogreftler hâlen uygun lokalizasyonlarda tek başlarına (örneğin fibula grefti humerusta, iliak kanat grefti kalkaneusta) kullanılmakta ve çok iyi sonuç alınmaktadır.

Mekanik olarak güçlü ve zaman içinde vücudun bir parçası olacak greft temini önemli sorunumuzdu. Otogreftler, özellikle çocuklarda büyük defektler için miktar ve güç olarak yetersizdi. Allogreftlerin, ülkemizde temin edilebilir hâle gelmesiyle pek çok problemi çözdüğümüzü düşündük. Allogreftler, özellikle verici saha problemlerini ortadan kaldırmaktaydı ve değişik anatomik bölgelere uyan allogreftler temin etmek mümkündü. Fakat, ülkemizde organ bağıışı sorununun çözülememesi ve kemik bankasının oluşturulamaması nedeniyle allogreftleri her zaman yurtdışından yüksek maliyetle temin etmek zorunda kaldık. Temin edilen masif allogreftin defekte birebir uymaması da önemli bir teknik sorun olarak karşımıza çıktı. Ayrıca, taze dondurulmuş allogreftler için soğuk zincirin bozulmuş olma ve bakteriyel kontaminasyon ihtimali ile viral hastalık bulaşma riski hep bir soru işareti olarak aklımızı kurcaladı.

Hem damarlı ve damarsız yapısal otogreftler hem de allogreftlerle ilgili sorunlar, bizi yeni kemik kaynakları aramaya sevketti. Bu noktada, bir çeşit masif otogreft olan geri kazanılmış kemik kullanımı devrim niteliğinde bir yöntem olarak karşımıza çıktı. Bu yöntemde çıkarılan tümörlü kemik, tümör hücrelerini öldürecek bir işlem (otoklavizasyon, pastörizasyon, ekstrakorporeal irradasyon, sıvı azot ile kriyodestruksiyon) geçirildikten sonra



**Şekil 3.** Dört yaşında erkek osteosarkom hastasında, proksimal femur intraartiküler defektinin proksimal epifizle birlikte nakledilen serbest damarlı fibula grefti ile rekonstrüksiyonu sonrası 13. yılda fibulanın hipertrofiye olduğu ve fibula başının femur başı şeklinde remodele olduğu görülmekte.



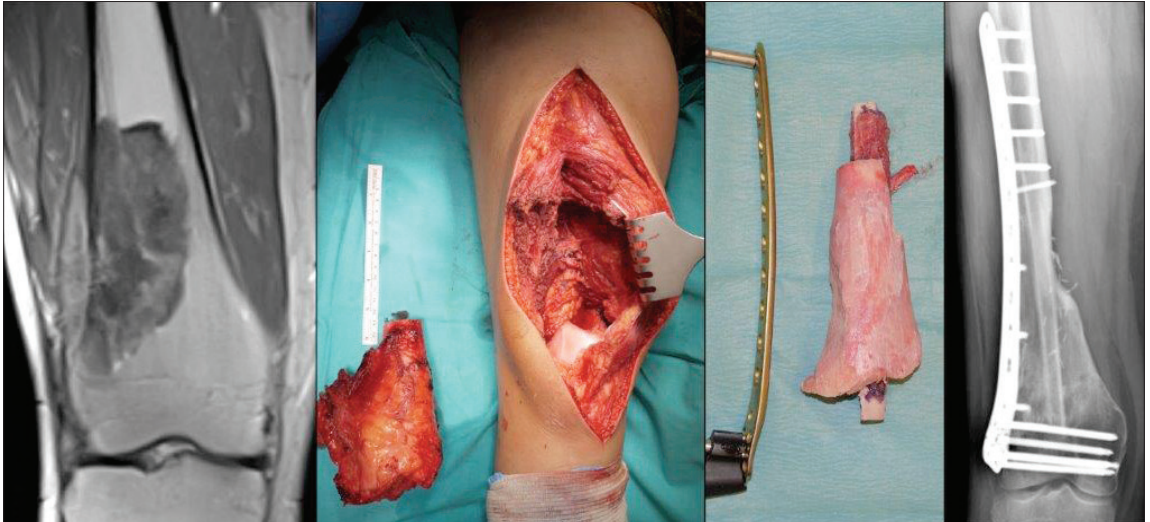


**Şekil 4.** Proksimal tibia metafizer defektinin serbest damarlı fibula grefti "V" şeklinde ikiye katlanmak suretiyle rekonstrükte edilmesi.

orijinal yerine yerleştirilmekteydi. Geri kazanılmış kemik yöntemi, greftin şekil ve boyut olarak defekte birebir uyması, viral hastalık bulaşma riski bulunmaması ve ciddi ekonomik avantajı açısından masif allogreftlere göre üstün bir yöntemdi. Bununla beraber, geri kazanım yöntemlerinin de kendi aralarında, uygulama kolaylığı ve elde edilen greftlerin mekanik kuvveti açısından farklılık-

ları olduğu, tümörden arındırma açısından ise hepsinin güvenli olduğu kabul edilmekteydi. Anekdotal olarak başka geri kazanım yöntemlerini de kullanmakla beraber bizim tercih ettiğimiz geri kazanım yöntemi, 2004'ten beri uygulamakta olduğumuz kriyodestruksiyon adı verilen ve tümörlü kemiğin sıvı azot içinde hızlı dondurulup yavaş çözüldüğü yöntem oldu.<sup>[2-4]</sup> Tümörlü kemik segmenti, cansız, masif ve dondurulmuş bir otogreft olarak fonksiyon görüyordu. Biyomekanik ve diğer laboratuvar çalışmaları, kriyodestruksiyon uygulanan kemiğin hem yapısal özelliklerini koruduğunu hem de işlem sonucu apoptoza uğrayan tümör hücrelerinden ortaya çıkan antijenlerin anti-tümöral bir immün yanıtı yol açtığını göstermekteydi. Tüm masif otogreftlerin (damarsız) ve masif allogreftlerin ortak problemi ise *creeping substitution* adı verilen ve büyük oranda osteokondüktif ve kısmen osteoindüktif özelliklere dayanan, yıllarca sürebilen bir biyolojik mekanizmayla iyileşmesi, bu süreçte kaynamama, greft kırılması, greft rezorpsiyonu ve osteomyelit gibi komplikasyonların ortaya çıkmasıydı.

Hem mekanik hem de biyolojik açıdan güçlü bir yöntem arayışımız, bizi kombine bir teknik uygulamaya sevk etti.<sup>[5]</sup> İlk uygulamasını 2006'da yaptığımız *frozen hotdog* yönteminde, sıvı azot uygulanmış masif otogreft içine SDFG yerleştirme tekniğini geliştirdik. Damarlı fibulanın getirmiş olduğu osteojenik potansiyel ile iyileşme sürecinin yalnızca *creeping substitution* mekanizmasına bağlı kalmadan çok daha hızlı ilerlemesi ve kombine greftin çok daha kısa sürede yük taşıy hâle gelmesini hedefledik. Bu tekniği uyguladığımız geniş hasta serisinin (87 hasta) sonuçları da uzun dönem takipte bize bu hedefe ulaştığımızı ve bu yöntemin belki de biyolojik rekonstrüksiyonda ideale en yakın yöntem olduğunu gördük (Şekil 5).<sup>[6]</sup>

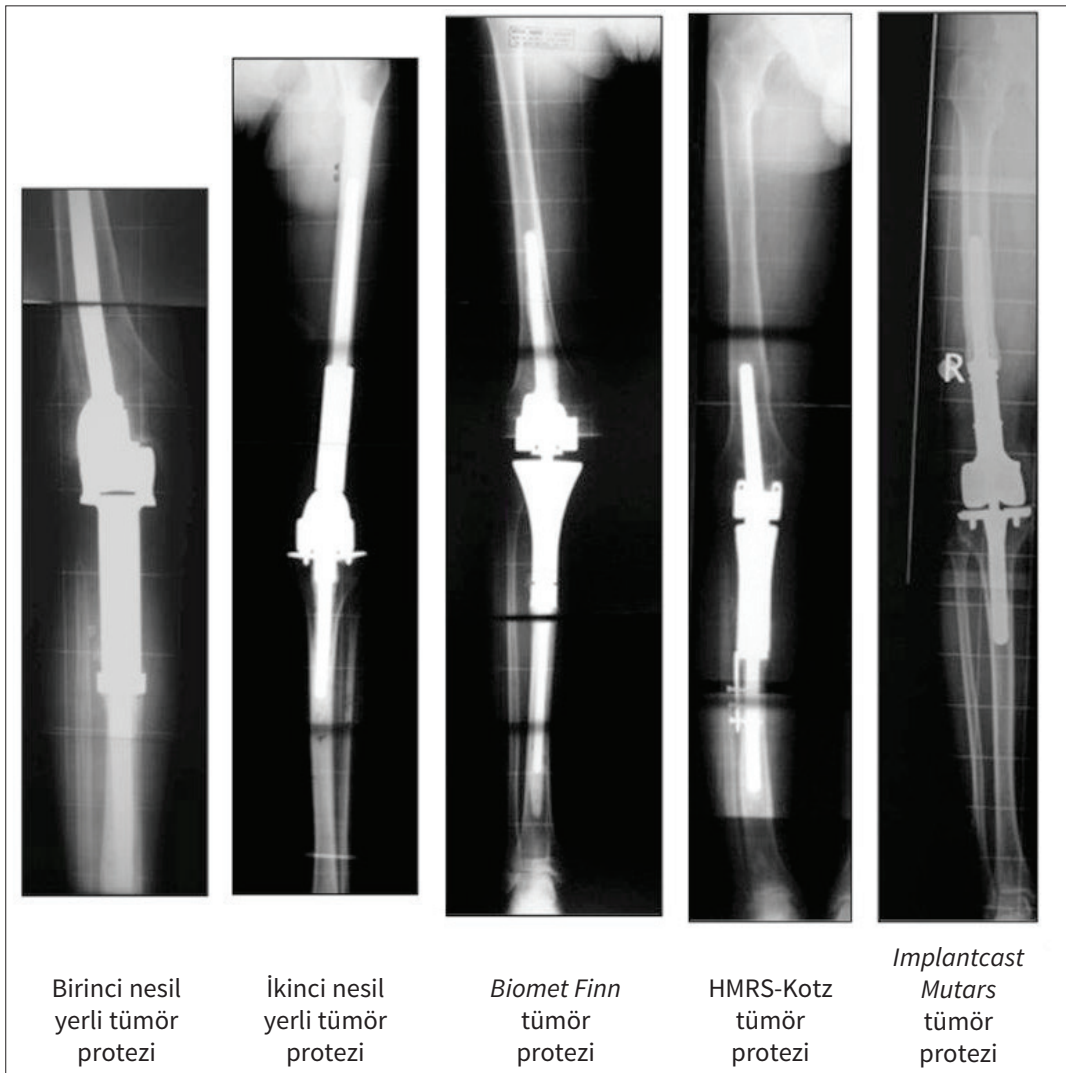


**Şekil 5.** Distal femur osteosarkom vakasında "frozen hotdog" yöntemiyle rekonstrüksiyon sonrası kombine greftin mükemmel şekilde konsolide olduğu görülmekte.

Biyolojik rekonstrüksiyon alanında sağladığımız büyük gelişmeye ve felsefi olarak her zaman öncelikli biyolojik yöntemlerin tercih edilmesi gerekmesine rağmen dün de bugün de aslında her senaryoda biyolojik bir çözüm üretmek mümkün değil. İnterkaler rezeksiyonun mümkün olduğu, eklemin korunabildiği ve prognostik kriterlerin iyi olduğu genç hastalar, biyolojik rekonstrüksiyon için en ideal adaylardır. Öte yandan kötü prognozlu ve dolayısıyla rekonstrüksiyon ile ilgili uzun bir iyileşme sürecini tolere edemeyecek, eklemin korunamadığı hastalar ise biyolojik olmayan rekonstrüksiyon adaydır.

Uzuv koruyucu cerrahide biyolojik olmayan rekonstrüksiyon deneyimimiz, 1992'de ilk defa yerli bir implant firması tarafından üretilen ve kullanıma giren modüler tümör proteziyle başladı. Bu protez, basit bir tasarıma sahip olmasına rağmen pek çok hastada kul-

lanıldı ve o dönem için hayat kurtarıcı oldu. Bin dokuz yüz doksan üçten itibaren ilk defa ithal bir tasarım olan çimentolu ve rotasyonel menteşeli *Biomet Finn* tümör protezini, 1995'ten itibaren ikinci ve üçüncü kuşak *Turkish Musculoskeletal Tumor Society (TMTS)* çimentolu, fikse menteşeli yerli tümör protezini, 1997'den itibaren çimentosuz, önce fikse daha sonra rotasyonel menteşeli Kotz tümör protezini ve 2004'ten itibaren çimentosuz rotasyonel menteşeli *Implantcast Mutars* tümör protezini (uzatmalı versiyonlar da dâhil) uygulamaya şansımız oldu (Şekil 6). İthal protezlerde ithalatçı firma sorunları, yüksek fiyat ve devletin değişen ödeme politikaları nedeniyle yaşanan temin ve devamlılık sorunları, yerli protezin ise istenen tasarım ve üretim kalitesine ulaşamaması nedeniyle yeni bir yerli protez tasarımına ihtiyaç duyduk. Bunun üzerine yerli bir üretici firma ile geliştirdiğim PENTA-modüler uzuv tamir sistemi (PENTA-MUTS)



Şekil 6. Yıllar içinde uygulama şansı bulduğumuz değişik özellikte yerli ve ithal modüler tümör protezlerinden bazıları.



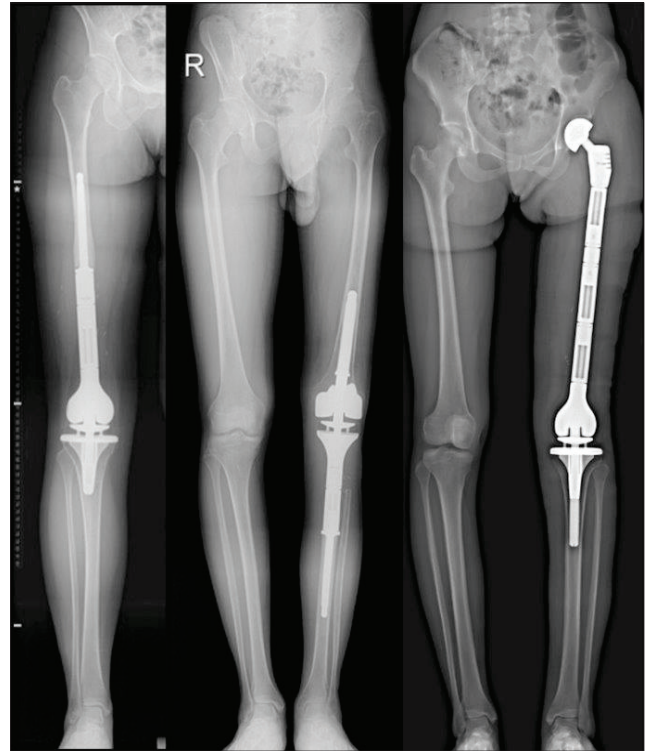
**Şekil 7.** Dördüncü nesil yerli modüler tümör protezinin öne çıkan tasarım özellikleri ve proteze adını veren beşgen kesitli sapın (raspanın) uygulama sırasında kemiğin kesit yüzeyinde oluşturduğu iz görülmekte.

tümör protezini ilk defa 2009'da kullandık. Bu protezin tasarımında, o güne kadar kullanma şansı bulduğumuz özellikle uluslararası protez tasarımlarının hem güçlü hem de dezavantajlı yönleri göz önünde tutuldu (Şekil 7). Öncelikle çimentosuz uygulama için geliştirilmiş, beşgen kesitli ve hidroksiapatit kaplı sapları bulunan, rotasyonel menteşeli ve yüksek modüler özellikteki bu protez sistemiyle hem üst hem de alt ekstremitte rekonstrüksiyonlarında çok başarılı radyolojik ve klinik sonuçlara ek olarak çok iyi bir protez (özellikle ankoraj) sağkalımı elde edilebildi (Şekil 8).<sup>[7]</sup>

Tümör rezeksiyonuna bağlı masif osteoartiküler defekt rekonstrüksiyonunda bugün geldiğimiz noktada, biyolojik rekonstrüksiyon için *frozen hotdog* yöntemi, biyolojik olmayan rekonstrüksiyonlar için ise PENTA tümör protezi öncelikle tercih ettiğimiz yöntemlerdir.

### **YUMUŞAK DOKU ve NÖROVASKÜLER REKONSTRÜKSİYON**

Geçmişte tümör rezeksiyonuna bağlı yumuşak doku defektleri ve nörovasküler sakrifikasyonlar, başlı başına amputasyon endikasyonu olarak kabul görürken bugün özelleşmiş merkezlerde ve deneyimli ekipler tarafından uygulandığı takdirde mikrocerrahi teknikler ve periferik damar cerrahisi sayesinde hemen her senaryoda uzuv koruyucu cerrahi uygulamak mümkündür. Yumuşak



**Şekil 8.** Sırasıyla (farklı hastalarda) sağ distal femur, sol proksimal tibia ve sol total femur PENTA tümör protezi uygulamalarının radyografik görüntüleri.



doku rekonstrüksiyonu, negatif basınçlı yara tedavisi (örneğin *vacuum-assisted closure*, VAC) ve gecikmiş primer kapama/cilt grefonajı uygulamalarından başlayarak lokal pediküllü flep ve serbest flep uygulamalarına doğru artan zorlukta uygulanmaktadır. Vasküler yapıların 360° çevrelendiği ve/veya tümörden güvenli şekilde diseksiyonu mümkün olmayan her durumda vasküler sakrifikasyon ve tercihen bir otogreft ile (örneğin safen ven grefti) vasküler rekonstrüksiyon konusunda tereddüt edilmemelidir. Günümüzde siyatik sinir sakrifikasyonu yapılan hastalarda ayakta bası yarası oluşumu engellenmediği takdirde AFO (*ankle-foot orthosis*) kullanımı ile çok iyi fonksiyon elde edilebildiğinden artık bir amputasyon endikasyonu olarak kabul edilmemektedir. Ayrıca, siyatik sinir kayıplarında alternatif olarak vaskülarize sural sinir flebiyle rekonstrüksiyon gibi son derece sofistike yöntemler de uygulanabilmektedir.

Büyük kitlelerin ve/veya kritik yapılara komşu kitlelerin rezeksiyonunda güvenli cerrahi sınır elde etmek için uygulanabilecek neoadjuvan radyoterapi (RT), geçmişte hem cerrahlar hem de radyasyon onkologları için seroma, yara nekrozu, detaşman ve derin enfeksiyon gibi komplikasyonlara yol açması nedeniyle büyük bir endişe kaynağıyken yumuşak doku yönetimindeki tecrübemizin artması ve mikrocerrahideki gelişmeler sayesinde artık ameliyat öncesi RT, rutin şekilde ve başarıyla uygulanmakta, lokal tümör kontrolünü çok olumlu yönde etkilemektedir (Şekil 9).

## ORTOPEDİK ONKOLOJİNİN GELECEĞİ

Gelecekle ilgili öngörü ve beklentiler iki grupta ele alınabilir. Bunlardan ilki ağırlıklı olarak, bilimsel ve teknolojik gelişmelerin çalışma alanımıza yansımaları şeklinde olacaktır. İkincisi ise günümüzde ortaya konmuş ancak çözüm getirilememiş organizasyonel ve sağlık politikalarıyla ilgili sorunların çözülmesini içermektedir.

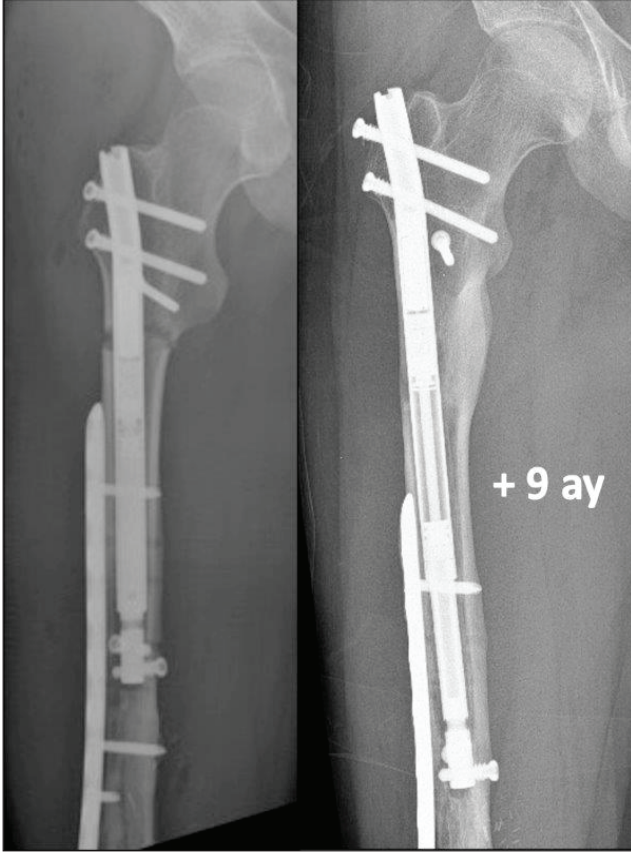
### 1. Bilimsel ve Teknolojik Gelişmeler

**a. Kısalık Yönetimi:** İskelet matüritesine ulaşmamış hastalarda yapılan uzuv koruyucu cerrahinin en önemli ve en sık komplikasyonu kısalıktır. Bunu düzeltmek için değişik yöntemler geliştirilmiştir. Seçilmiş hastalarda tümör tedavisi ve ilgili segmentte büyüme tamamlandıktan sonra uzatma cerrahisiyle kısalık düzeltilebilmektedir (Şekil 10).<sup>[8]</sup> Uzayabilen tümör protezi uygulamaları ise hâlen oldukça zahmetli, başarısızlığa ve komplikasyonlara açık işlemlerdir. Gelecekle ilgili beklentimiz, özellikle tümör protezi olgularında kısalık sorununun kemik stoğu kaybına yol açmadan, güvenilir ve hem hasta hem de cerrah açısından konforlu şekilde tedavi edilebilir hâle gelmesidir.

**b. Yapay Zeka:** Yapay zekanın hem tanısal süreçte (hâlihazırda görüntüleme tetkiklerinde lezyon tarama amacıyla kullanılmakta; histopatolojik incelemelerle ilgili de devam eden çalışmalar mevcut) hem de tedavi algoritmalarının belirlenmesinde multidisipliner ekibe daha çok destek vereceği görülmektedir.



**Şekil 9.** Neoadjuvan kemoterapiye yanıtız distal femur osteosarkomu nedeniyle eksülsere olmak üzere dev kitleyle başvuran amputasyon adayı bir hastada, neoadjuvan radyoterapi sonrası güvenli sınırlarla fakat ekstrem bir ekstraartiküler rezeksiyon uygulandığı görülmekte. Protezin üzerine örtmek için karşı uyluktan alınan serbest anterolateral thigh (ALT) flep ve flebin altında koleksiyon oluşmasını engellemek ve granülasyonu arttırmak için de negatif basınçlı yara kapama sistemi uygulanmakta.



**Şekil 10.** Daha önce sağ distal femur frozen hotdog yöntemiyle uzun koruyucu cerrahi uygulanan ve iyileşen hastada aynı tarafta oluşan kısalığın subtrokanterek osteotomi ve motorize manyetik intramedüller çivi ile düzeltildiği görülmekte.

**c. Gelişmiş Cerrahi Dışı Onkolojik Tedaviler:** Cerrahi tedavinin başarısı ne yazık ki her zaman hastaların kaderini belirlemede yeterli olmamaktadır. Radyoterapi yöntemlerinde tümör üzerindeki etkinin arttırılırken komşu dokulardaki hasarın sınırlandırılması, moleküler tiplendirme ve yeni nesil dizileme sayesinde kişiye özel ve hedefe yönelik ilaç tedavilerinin belirlenmesi, sarkom tedavisinde immünoterapinin yerinin netleşmesi ve nükleer tıp yöntemleriyle belirlenen hedefe yönelik radyonüklid tedavilerinin (teranostik) gelişmesi, hasta sağkalımı ve hastaların yaşam kalitesini arttıracak ve belki kür sağlayacaktır.<sup>[9,10]</sup>

#### **d. Cerrahi Teknikler:**

**i. Rezeksiyon:** Ortopedik onkolojik cerrahi alanında beklenen gelişimi gösteremeyen navigasyon sistemlerinin, robotik cerrahi sistemlerin rezeksiyon güvenliğini ve etkinliğini arttırabileceği

düşünülmektedir. Bu doğrultuda, özellikle navigasyon sistemlerinin yumuşak doku tümörleri ve kemik tümörlerinin yumuşak doku komponentlerini değerlendirmedeki eksiklikleri ortadan kaldırılmalıdır. Arttırılmış gerçeklik (*augmented reality*) temelli ve manyetik rezonans görüntülemeyle entegre sistemler, navigasyon ve robotik cerrahinin etkinliğini iyileştirebilir.<sup>[11]</sup>

**ii. Rekonstrüksiyon:** Biyolojik ve biyolojik olmayan konvansiyonel yöntemlerle rekonstrükte edilemeyen defektler için laboratuvar ortamında doku mühendisleri tarafından hazırlanmış taslaklar ve hücre kültürlerinden faydalanılabılır. Aslında bu yöntemler uzun süredir mevcut olmakla beraber yaygın kullanıma girmemiştir. Öte yandan üç boyutlu yazıcılar tarafından hazırlanan kişiye özel metalik implantların pelvik lokalizasyonda enfeksiyon nedeniyle sağkalımı düşmektedir. Ortopedik onkologları en çok sıkıntıya sokan konulardan biri olan asetabular rekonstrüksiyon ile ilgili çığır açan bir gelişme olmayacağını gelecek gösterecektir.

**2. Organizasyonel Sorunlar:** Bu konu, en az teknolojik gelişmeler kadar ve hatta daha önemlidir. Aslında adı konmuş, geçmişten günümüze süregelen ve gelecekte bitmesini arzu ettiğimiz sorunları içerir.

**a. Tanıda Gecikme:** Sıklıkla hastaların hikâyesinden ilk başvuru anında tanı konulabilecek belirti ve bulgular olduğu ve bu ilk başvuruda tetkiklerin yetersiz veya hedefe yönelik olmayan şekilde yapıldığı, yeterli yapılmış tetkiklerin yetersiz değerlendirildiği görülmektedir. Bazen de biyopsi yapıldığı ancak kas-iskelet sistemi tümörleri konusunda yeterli deneyimi olmayan bir patolog tarafından değerlendirildiği için yanlış tanı aldığı ya da tanıda çok gecikildiği görülmektedir.

**b. Plansız veya Hatalı Girişim:** Pek çok farklı nedenle hastalara yanlış girişimler yapılabilmektedir. Tümör cerrahisinin ortopedinin diğer branşlarından farkı, bu yanlışların telafi edilemez durumlara, hastaların uzuvlarını ve hatta hayatlarını kaybetmesine yol açmasıdır.

Gelecekle ilgili beklentimiz, sağlık politikalarında ve hekimlerin eğitiminde hastaların doğru zamanda doğru adreslere ulaşmasını sağlayacak düzenleme ve düzeltmelerin yapılması, ilk başvuruda kurtarılabilir durumda olan uzuv ve hayatların, organizasyondaki bozukluk, eğitim, sağduyu eksikliği nedeniyle kaybının önlenmesidir.



**KAYNAKLAR**

1. Wood MB. Free vascularized fibular grafting-25 years' experience: Tips, techniques, and pearls. *Orthop Clin North Am* 2007;38(1):1-12. [Crossref](#)
2. Yamamoto N, Tsuchiya H, Tomita K. Effects of liquid nitrogen treatment on the proliferation of osteosarcoma and the bio- mechanical properties of normal bone. *J Orthop Sci* 2003;8(3):374-80. [Crossref](#)
3. Tsuchiya H, Wan SL, Sakayama K, Yamamoto N, Nishida H, Tomita K. Reconstruction using an autograft containing tumour treated by liquid nitrogen. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87(2):218-25. [Crossref](#)
4. Nishida H, Tsuchiya H, Tomita K. Re-implantation of tumour tissue treated by cryotreatment with liquid nitrogen induces anti- tumour activity against murine osteosarcoma. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90(9):1249-55. [Crossref](#)
5. Capanna R, Bufalini C, Campanacci M. A new technique for reconstructions of large metadiaphyseal bone defects. *Orthop Traumatol* 1993;2:159-77. [Crossref](#)
6. Özger H, Alpan B, Eralp L, Valiyev N, Sungur M, Aycan OE, et al. Is liquid nitrogen recycled bone and vascular fibula combination the biological reconstruction of choice in lower extremity long bone tumor-related defects? *J Surg Oncol* 2023. [Crossref](#)
7. Özger H, Alpan B, Salduz A, Gurkan V, Sungur M, Valiyev N, et al. Mid-term implant survival, functional and radiological results and mechanical complications of mega-prosthetic reconstruction around the knee with the PENTA® system. *Arch Orthop Trauma Surg* 2022;142(9):2323-33. [Crossref](#)
8. Alpan B, Eralp L, Sungur M, Valiyev N, Özger H. Femoral discrepancy after childhood bone sarcoma surgery can be treated with magnetic intramedullary nails. *Orthopedics* 2023;46(1):27-34. [Crossref](#)
9. Cote GM, He J, Choy E. Next-generation sequencing for patients with sarcoma: A single center experience. *Oncologist* 2018;23(2):234-42. [Crossref](#)
10. Allignet B, Sunyach MP, Geets X, Waissi W. Waissi Is there a place for definitive radiotherapy in the treatment of unresectable soft-tissue sarcoma? A systematic review. *Acta Oncologica* 2022;61(6):720-9. [Crossref](#)
11. Wong KC, Sun YE, Kumta SM. Review and future/potential application of mixed reality technology in orthopaedic oncology. *Orthop Res Rev* 2022;14:169-86. [Crossref](#)