

Dirsek artroplastisi

Elbow arthroplasty

İbrahim Selçuk Tutuş, Mehmet Demirhan

Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

Total dirsek artroplastisi (TDA), dirseğin karmaşık eklem geometrisi, biyomekanik özellikleri ve ince yumuşak doku örtüsü nedeniyle teknik olarak zor; buna karşın uygun hastalarda ağrı kontrolü ve fonksiyonel iyileşme sağlayan etkili bir tedavi seçeneğidir. Geçmişte romatoid artrit yaygın uygulanırken, biyolojik tedavilerle enflamatuvar artritlerin azalmasına paralel olarak günümüzde akut parçalı distal humerus kırıkları, posttravmatik artrit, kırık sekeli gibi endikasyonlar ön plana çıkmıştır. İmplant tasarımları tam kısıtlı menteşeli sistemlerden uzaklaşarak, varus-valgus ve rotasyonda sınırlı hareket alanı tanıyan yarı kısıtlı bağlantılı (*loose hinge*) dizaynlara; seçilmiş olgularda serbest yüzey değiştirici ve dönüştürülebilir sistemlere evrilmiştir. Cerrahi başarı; trisepsin yönetimi ve yaklaşım seçimi, ulnar sinirin korunması, doğru komponent hizalanması, dikkatli çimentolama ve rehabilitasyonun implant tipine göre yapılandırılmasına bağlıdır. Aseptik gevşeme, enfeksiyon, instabilite, periprotetik kırık, triseps komplikasyonları ve polietilen aşınması başlıca morbidite nedenleridir. Bu derlemede TDA'nın tarihsel gelişimi, güncel endikasyonları, implant seçenekleri, cerrahi teknik prensipleri, komplikasyon profili ve revizyon TDA'nın giderek artan önemi güncel literatür eşliğinde özetlenmektedir.

Anahtar sözcükler: artroplastisi; dirsek; dirsek eklemi; artrit; kırık sekeli

Total elbow arthroplasty (TEA) is technically demanding due to the elbow's complex joint geometry, biomechanical characteristics, and thin soft-tissue envelope; nevertheless, in appropriately selected patients it is an effective treatment option that provides pain relief and functional improvement. Although TEA was widely performed for rheumatoid arthritis in the past, with the decline of inflammatory arthritis in parallel with biologic therapies, indications such as acute comminuted distal humeral fractures, posttraumatic arthritis, and fracture sequelae have become more prominent today. Implant designs have shifted away from fully constrained hinge systems toward semiconstrained linked (*loose-hinge*) designs that allow limited varus-valgus and rotational motion, and in selected cases toward unlinked surface replacement and convertible systems. Surgical success depends on triceps management and the choice of surgical approach, protection of the ulnar nerve, accurate component alignment, meticulous cementing, and tailoring rehabilitation to the implant type. Aseptic loosening, infection, instability, periprosthetic fracture, triceps-related complications, and polyethylene wear are the main sources of morbidity. This review summarizes the historical development of TEA, current indications, implant options, key surgical principles, the complication profile, and the growing importance of revision TEA in light of the contemporary literature.

Key words: arthroplasty; elbow; elbow joint; arthritis; fracture sequele

Dirsek eklemi; karmaşık morfolojisi, biyomekanik özellikleri ve ince yumuşak doku örtüsü nedeniyle artroplastisi zor eklemlerden biridir.^[1] Total dirsek artroplastisi (TDA), 1970'li yıllardan bu yana romatoid artrit (RA), posttravmatik artrit, kompleks distal humerus kırıkları ve kaynamamaları ile seçilmiş primer osteoartrit (OA) ve tümör vakalarında ağrının kontrolü ve fonksiyonel iyileşme için kabul gören bir tedavi hâline gelmiştir.^[1,2]

Bununla birlikte; enfeksiyon, aseptik gevşeme, nörolojik komplikasyonlar, periprotetik kırık ve polietilen

aşınması gibi komplikasyonların diğer büyük eklem artroplastilerine göre belirgin derecede daha sık görüldüğü, düşük volümlü bir ameliyat olduğu söylenebilir.^[1,2]

TARİHSEL GELİŞİM

Dirseğin cerrahi tedavisinde ilk dönem yaklaşım rezeksiyon artroplastisi ve artrodez iken 20. yüzyıl başında MacAusland ve ark.'nın fasya/interpozisyon artroplastileri ağırlı, ankiloze dirsekte hareket sağlamaya yönelik önemli bir adım olmuştur.^[2,3]

İletişim / Contact: Dr. İbrahim Selçuk Tutuş • **E-posta / E-mail:** selcuktutus@gmail.com

ORCID ID: İbrahim Selçuk Tutuş, 0009-0001-5748-7716 • Mehmet Demirhan, 0000-0001-8411-7596

Geliş / Received: 15 Mart 2026 • **Revizyon / Revised:** 13 Nisan 2026 • **Kabul / Accepted:** 13 Nisan 2026

1970'lere kadar distal humerus ve proksimal ulna için özel yapım endoprotezler, paslanmaz çelik veya akrilik materyallerle denenmiş; instabilite, kısıtlı hareket açıklığı ve erken gevşeme nedeniyle büyük oranda başarısız olmuştur.^[2]

Modern anlamda ilk TDA, Dee'nin 1972'de RA'lı hastalarda kullandığı menteşeli, tam kısıtlı protez ile tanımlanmıştır.^[4] Bu implantlar ağrıda belirgin azalma ve fonksiyonel kazanım sağlasa da, aşırı kısıtlılık nedeniyle varus-valgus kuvvetlerin kemik-sement ara yüzüne iletilmesi sonucu yüksek oranlarda aseptik gevşeme, komponent kırığı gibi komplikasyonlar nedeniyle tekrarlayan revizyon gereksinimi bildirilmiştir.^[5,6]

Bu komplikasyonlar sonrası hedef hem stabilite sağlayan hem de kemik-sement ara yüzündeki stresleri azaltan tasarımların geliştirilmesi olmuştur. Kudo ve Souter-Strathclyde gibi serbest/bağlantılı protezler, özellikle RA'lı hastalarda kollateral bağların korunduğu durumlarda daha az kemik kaybı ve iyi fonksiyon sunmuştur.^[7-9]

Coonrad-Morrey tipi yarı kısıtlı protezler ise 8-10° varus-valgus hareketine ve belirli rotasyona izin vererek, menteşeli protezlere göre kemik-sement yüklenmesini azaltmış; bunun yanında ligamentöz desteğin zayıf olduğu posttravmatik ve disfonksiyonel instabilite vakalarında daha güvenilir stabilite sağlamıştır.^[10]

İnterpozisyon artroplastisi günümüzde özellikle genç, yüksek beklentili ve kemik stoku kısıtlı hastalarda bir köprü çözüm olarak önemini korumaktadır; başarısızlık durumunda ilerleyen yıllarda TDA'ya dönüş mümkündür.^[11]

ENDİKASYONLAR

Total dirsek artroplastisi başlangıçta özellikle RA'lı hastalarda, ileri eklem destrüksiyonu ve mekanik instabilite varlığında uygulanmaktaydı, endikasyon havuzu yıllar içerisinde genişlemiş ve RA veya enflamatuvar artritlerin yanında akut kırık, posttravmatik sekel gibi endikasyonlar da eklenmiştir.^[1,4] Romatoid artrit, 1980-1990'lı yıllarda tüm TDA endikasyonlarının %50-80'ini oluştururken biyolojik tedavilerle birlikte bu oran pek çok ülkede %30-50 bandına gerilemiştir.^[12] Macken ve ark., beş Avrupa ülkesinin ve Avustralya'nın ulusal kayıtlarını analiz ettikleri çalışmada; RA oranının zaman içinde azaldığını, akut kırık ve travma sekeline bağlı TDA oranlarının ise anlamlı şekilde arttığını bildirmiştir.^[13] 2008-2018 Avustralya ulusal artroplastisi kayıtlarını inceleyen bir başka çalışmada travma (%36), OA (%34) ve RA (%26) olmak üzere üç ana endikasyon öne çıkmıştır.^[14]

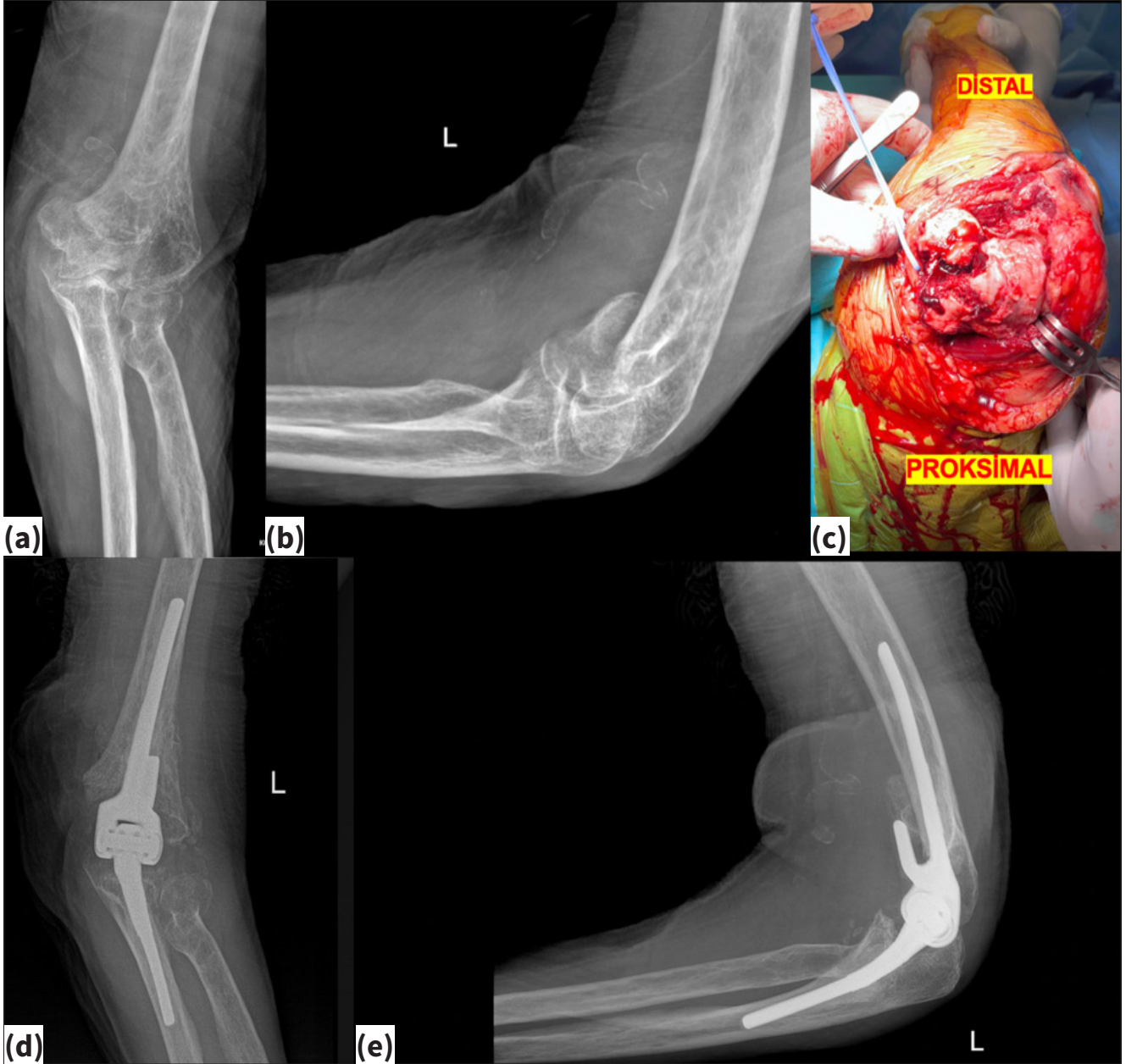
2010-2018 ABD TDA kayıtlarını inceleyen McKissack ve ark. endikasyonların %53'ünü travma/posttravmatik sekelinin, %22'sini RA'nın %10'unun ise OA'nın oluşturduğunu göstermişlerdir. Bunun yanında her ne kadar seksenli yıllardan itibaren primer TDA sayısı yıllar içerisinde artsa da, 2010-2018 yıllarını karşılaştırdıklarında primer TDA sayısında azalma izlenmiş, RA endikasyonunda ise %60'a yakın azalma görülmüştür.^[15]

Güncel Başlıca Endikasyonlar

- **Romatoid artrite bağlı ileri evre dirsek tutulumu:** Ağrılı, instabil ve hareket kısıtlı dirsek; konservatif ve/veya sinovektomi/interpozisyon cerrahisine yanıt vermemiş hastalar (Şekil 1).



Şekil 1. Altmış dokuz yaşında kadın hastanın, Larsen sınıflamasına göre evre beş dirsek RA'ları, anteroposterior ve lateral grafileri.



Şekil 2.a-e. Seksen yedi yaşında kadın hastanın, distal humerus parçalı kırığı anteroposterior (a) ve lateral grafileri (b), peroperatif eklem içi kırığı (c) nedeniyle uygulanan total dirsek protez ameliyat sonrası anteroposterior (d) ve lateral grafileri (e).

- **Posttravmatik artrit ve sekeller:** İntraartiküler kırık sonrası malunion/nonunion, ciddi deformite, ağrılı artroz ve instabilite.
- **Akut parçalı distal humerus kırığı:** Özellikle 65 yaşın üzerinde, osteoporotik, düşük fonksiyonel talepli, rekonstrüksiyonun mümkün olmadığı AO C3 kırıklar (Şekil 2).
- **Kırık sekeli:** Başarısız osteosentez sonrası sallanan dirsek.
- **Seçilmiş diğer endikasyonlar:** Primer OA, tümör rezeksiyonları, başarısız interpozisyon artroplastisi veya ağrılı artrodez sonrası yeniden hareket kazandırma, hemofilik artropatiler şeklinde özetlenebilir.^[12,16]

Romatoid Artrit

Romatoid artrit her ne kadar yıllar içerisinde endikasyondaki yeri eskiye kıyasla azalsa da klasik ve hâlâ en sık endikasyonlarından biridir. Romatoid artritte persistan istirahat/ağrı yükü, analjezik ve hastalık modifiye edici

Tablo 1. Dirsek RA'sında Larsen sınıflamasına göre tedavi tercihi

Larsen Sınıflaması		
Evre	Radyoloji	Cerrahi Tercihi
0	Normal	
1	Eklem aralığında minimal değişiklik	Sinovektomi
2	Eklem aralığı dar	Sinovektomi
3	Eklem aralığı çok dar	Yüzey değiştirme artroplastisi
4	Eklem aralığı yok, instabilite (+)	Yarı kısıtlı dizayn ile dirsek artroplastisi
5	Eklem tamamen bozulmuş	Yarı kısıtlı dizayn ile dirsek artroplastisi

ilaçlara rağmen günlük yaşam aktivitelerini kısıtlayan hareket kısıtlılığı ve/veya mekanik instabilite ile birlikte radyolojik olarak ileri eklem destrüksiyonu (Larsen evre III-IV-V) TDA için temel endikasyonları oluşturur (Tablo 1).^[16]

Erken evre RA'da (hafif sinovit, eklem aralığının nispeten korunması) sinovektomi ve selektif vakalarda radius başı rezeksiyonu gibi eklem koruyucu girişimler yeterli olabilir. İleri evrelerde ise eklem yüzeyinde yaygın kırık-dak kaybı ve kollateral bağ kompleksinde yetmezlik gelişmesi, özellikle de valgus instabilitesinin eklenmesi TDA'yı ön plana çıkarır (Tablo 1).^[16]

İmplant tasarımı, RA'lı hastalarda endikasyonun ayrılmaz bir parçasıdır. Kısıtlı olmayan (serbest/yüzey değiştirici) tasarımlar bağ stabilitesinin korunduğu, kemik stokunun nispeten iyi olduğu ve hastanın aktivite düzeyinin düşük olduğu olgularda tercih edilebilirken ileri evre RA'da kollateral bağ dengesinin bozulduğu, kubitus valgus deformitesinin belirgin olduğu ve ulnar sinir basısının eşlik ettiği olgularda yarı kısıtlı ve bağlantılı implantlar daha güvenli bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Coonrad-Morrey gibi yarı kısıtlı protezlerle yapılan uzun dönem serilerde, RA'lı hastalarda 10-15 yıllık takipte ağrı kontrolü ve fonksiyonel sonuçların tatmin edici olduğu, protez sağkalım oranlarının %80-90'lar düzeyinde seyrettiği bildirilmiştir. Yüzey değiştirici ve serbest tasarımlarda ise özellikle ulnar komponent gevşemesi nedeniyle sağkalım oranlarının nispeten daha düşük olduğuna dair uzun dönem veriler mevcuttur.^[8]

Romatoid artritli hastalarda TDA endikasyonu; medikal tedavi ve eklem koruyucu cerrahiye dirençli ağrı, fonksiyonel aralığın (<30-130°) belirgin kaybı ve instabiliteyle birlikte ileri radyolojik destrüksiyondur. Bu hasta grubunda implant seçimi, patolojinin evresi, kemik stoku, bağ stabilitesi, hastanın beklentileri ve cerrahın deneyimi birlikte değerlendirilerek yapılmalıdır.^[2]

Posttravmatik Artrit

İntraartiküler distal humerus kırıkları sonrası yeter-siz redüksiyon, kırık-dak hasarı, eklem içi adezyonlar ve heterotopik ossifikasyon posttravmatik dirsek artritinin

başlıca nedenleridir. Bu olgularda kronik ağrı, rijidite, deformite ve instabilite kombinasyonu sık görülür ve konservatif tedaviyle yaşam kalitesi çoğu zaman tatmin edici düzeye getirilemez.

Total dirsek artroplastisi, özellikle ileri yaşta, düşük talep düzeyine sahip, osteoporotik kemik yapısı bulunan ve eklem rekonstrüksiyonuna izin vermeyecek derecede parçalı distal humerus kırığı veya sekonder posttravmatik artritli olan hastalarda artrodez ve tekrarlayan osteosenteze göre daha fonksiyonel bir seçenektir.^[17] Schneeberger ve ark.'nın posttravmatik osteoartroz veya disfonksiyon nedeniyle yarı kısıtlı Coonrad-Morrey protezi uyguladıkları seride, ortalama 5,5 yıllık takipte hastaların %80'den fazlasında ağrı skorlarında belirgin düzelleme, hareket açıklığında artış ve subjektif memnuniyet bildirilmiş, tüm fonksiyonel protezlerde dirsek stabilitesinin sağlandığı gösterilmiştir. Bununla birlikte mekanik komplikasyon oranlarının, yüksek fiziksel aktivite düzeyine sahip ve ameliyat sonrası yük kısıtlamalarına uymayan hastalarda anlamlı şekilde arttığı vurgulanmıştır.^[10]

Welsink ve ark.'nın sistematik derleminde, posttravmatik artrit ve kompleks kırık endikasyonlarında yarı kısıtlı tasarımlarla elde edilen sağkalım oranlarının RA grubuna kıyasla biraz daha düşük olmakla birlikte, ağrı kontrolü ve hareket açıklığı açısından kabul edilebilir düzeyde olduğu; buna karşılık komplikasyon ve revizyon oranlarının daha yüksek seyrettiği vurgulanmıştır.^[16]

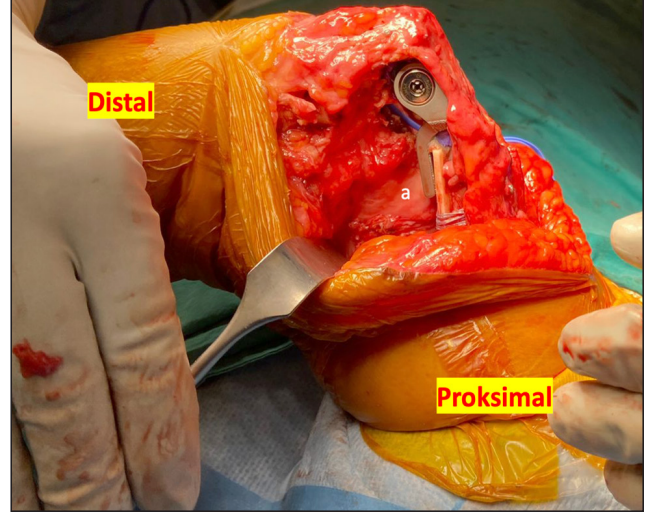
Posttravmatik artritte TDA endikasyonu; rekonstrüksiyonun mümkün olmadığı parçalı distal humerus kırıkları, başarısız osteosentez sonrası ağrılı artrit, rijidite ve/veya instabilite varlığı; ileri yaş, düşük aktivite düzeyi ve kötü kemik kalitesinin birlikteliğiyle güçlenmektedir. Bu grupta çoğunlukla yarı kısıtlı, bağlantılı tasarımlar tercih edilirken kollateral bağları korunmuş, deformitesi sınırlı, kemik stoku makul hastalarda yüzey değiştirici/serbest seçenekler de değerlendirilebilir.

Kırık Sekeli

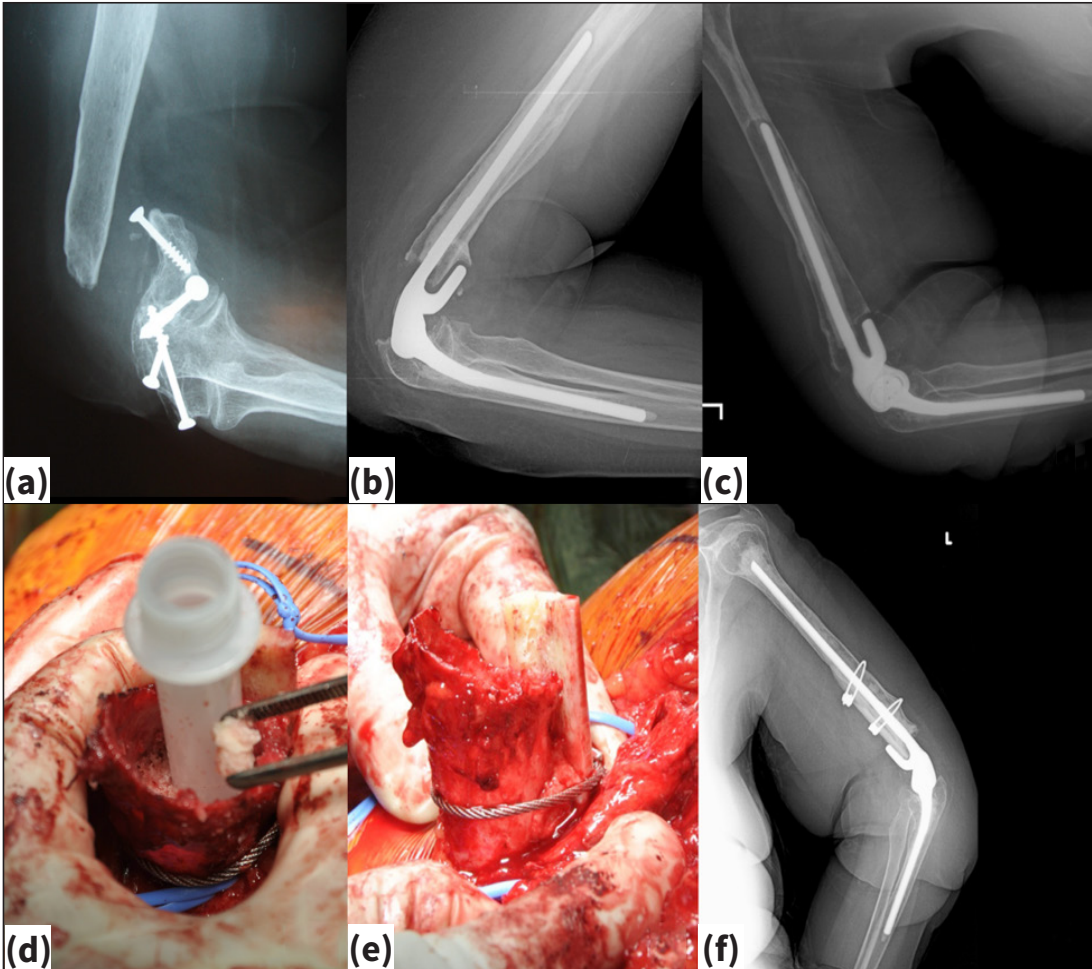
Distal humerus kırıklarının sekeli; kaynamama (psödoartroz), malunion ve buna eşlik eden eklem yüzey

destrüksiyonu, kemik stok kaybı ve yumuşak doku yetersizliği nedeniyle dirsekte ağrı, belirgin fonksiyon kaybı ve disfonksiyonel instabilite ile seyreden zor bir klinik tablo oluşturur. Özellikle psödoartroza bağlı “flail/sallanan kol” görünümü; yük taşıma kapasitesinin kaybı, dirsek çevresinde kronik ağrı ve günlük yaşam aktivitelerinde belirgin kısıtlılık ile karakterizedir (Şekil 3,4).

Distal humerus kırıklarının cerrahi tedavisi sonrası kaynamama oranı çeşitli serilerde %2-10 aralığında bildirilmiştir; standard yaklaşım çoğunlukla revizyon açık redüksiyon-internal tespit ve kemik greftleme olmakla birlikte, büyük kemik defekti, eklem kıkırdak kaybı, belirgin sertlik, zayıf kemik kalitesi ve kemik viabilitesi belirsizliği gibi durumlarda başarılı bir yeniden osteosentez her zaman gerçekçi değildir. Bu alt grupta TDA, stabiliteyi yeniden sağlayabilen ve fonksiyonel hareket açıklığı kazandırabilen önemli bir “salvage” seçenek olarak öne çıkar.^[18]



Şekil 3. Paratrisipital yaklaşım, triseps tendonunun korunarak Coonrad-Morrey protezi humeral komponentinin ön flanşı ve kemik greftinin görünümü.



Şekil 4.a-f. Yetmiş iki yaşında kadın hastanın, enfekte TDA revizyonu. Sol dirsek kırığı ve başarısız osteosentez sonrası kırık sekeli grafisi (a), TDA sonrası ameliyat sonrası 1,5 yıl grafisi (b), TDA sonrası ameliyat sonrası 6,5 yıl grafisi, enfekte gevşeme bulguları mevcuttu (c), intramedüller kansellöz greft ile çimento uygulanması (d), ön flanş desteklenmesi amacı ile allogreft kemik kullanılması (e), revizyon TDP sonrası beşinci yıl grafisi (f).

Morrey ve Adams'ın yarı kısıtlı TDA'yı distal humerus psödoartrozu nedeniyle uyguladıkları seride, ortalama dört yıllık takipte hastaların %86'sında klinik olarak tatmin edici sonuç elde edilmiş; ağrı düzeylerinde anlamlı azalma, hareket açıklığında belirgin artış ve tüm "flail" ekstremitelerde stabilitenin sağlandığı bildirilmiştir. Komplikasyon oranı %18, reoperasyon oranı ise %13 olarak rapor edilmiştir. Bu çalışma, özellikle 60 yaş üzeri, düşük aktivite düzeyli ve osteoporotik kemik yapısına sahip hastalarda TDA'nın, distal humerus psödoartrozu için güvenilir bir seçenek olabileceğini göstermiştir.^[19]

Cil ve ark.'nın distal humerus psödoartrozu nedeniyle 92 dirseğe uyguladıkları protezleri ortalama 6,5 yıllık takipte değerlendirdiği seride, hastaların büyük kısmında ağrı hafiflemiş, stabilite ve fonksiyon iyileşmiş, protez sağkalımı ise iki yılda %96, beş yılda %82 ve 10-15 yılda %65 olarak rapor edilmiştir. Bununla birlikte 65 yaş altı olmak, birden fazla önceki cerrahi girişim ve enfeksiyon öyküsü, implant yetmezliği için anlamlı risk faktörleri olarak vurgulanmıştır.^[20]

Kırık sekeli zemininde distal humerus psödoartrozu/malunion ile gelişen disfonksiyonel instabilitede; kötü kemik stoku, eklem yüzey destrüksiyonu ve başarısız tespit girişimleri nedeniyle rekonstrüksiyon olasılığının düşük olduğu seçilmiş olgularda yarı kısıtlı (bağlantılı) TDA, ağrının giderilmesi ve stabil, fonksiyonel bir dirsek elde edilmesi açısından güçlü bir seçenektir. Bununla birlikte özellikle beş yıl sonrasında aseptik (özellikle humeral) gevşeme riski ve hasta yaşı/aktivite düzeyi ile ilişkili revizyon olasılığı göz önünde bulundurularak endikasyon ve beklenti yönetimi titizlikle yapılmalıdır.^[18]

KONTRENDİKASYONLAR VE HASTA SEÇİMİ

Total dirsek artroplastisi, özel bilgi ve deneyim gerektiren, endikasyon sınırları net çizilmesi gereken bir girişimdir.^[2] Total dirsek artroplastisinin mutlak kontrendi-

kasyonu aktif eklem enfeksiyonudur. Yetersiz yumuşak doku örtüsü, belirgin biceps ve triceps olmak üzere kas güclüğü, nöropatik eklem, iskelet maturasyonu tamamlanmamış hastalar ve el-bilek fonksiyonunun ileri derecede bozuk olduğu durumlar da göreceli kontrendikasyonlardandır.

Dental, genitoüriner veya pulmoner odaklar gibi uzak enfeksiyonlar rölatif kontrendikasyon olup ameliyat öncesi kesin olarak tedavi edilmelidir. Enfeksiyon nedeniyle destrüksiyon gelişmiş olgularda eradikasyon sonrası en az altı aylık antibiyotiksiz takip önerilir.

Hasta uyumsuzluğu, yüksek fonksiyonel talep, koltuk değneği/tekerlekli sandalye kullanımı ve obezite cerrahi başarısızlık riskini artırabileceğinden operasyon kararı dikkatle verilmelidir. Hasta seçimi yapılırken yalnızca radyolojik tablo değil; hastanın yaş, dominant el, meslek, aktivite düzeyi, eşlik eden omuz-el patolojileri ve rehabilitasyona uyum kapasitesi birlikte değerlendirilmelidir.^[2,21]

İMLANT TASARIMLARI VE DÜNYADA SIK KULLANILAN SİSTEMLER

Total dirsek artroplastisi implantları genel olarak üç ana grupta toplanır:

- 1. Tam kısıtlı (menteşeli) protezler:** Artık neredeyse terk edilmiştir; erken gevşeme ve mekanik yetmezlik oranları yüksektir.
- 2. Yarı kısıtlı (bağlantılı) protezler:** Coonrad-Morrey, Latitude, Nexel ve benzeri tasarımlar; varus-valgus ve rotasyonda sınırlı harekete izin verir, instabilite riskini azaltır.^[17]
- 3. Serbest protezler:** Kudo, Souter-Strathclyde gibi tasarımlar; ligamentöz stabilite ve kemik stokunun korunduğu RA'lı hastalarda iyi sonuçlar verir ancak çıkık/instabilite riski daha yüksektir (Tablo 2).^[22]

Tablo 2. Sık kullanılan implant tipleri ve özellikleri

İmplant Tipi	Bağlantı Tipi	Kısıtlılık Düzeyi	Eklemleşme Geometrisi
Coonrad-Morrey	Bağlantılı	Yarı kısıtlı, "loose hinge"	Silindirik menteşe, UHMWPE burç + CoCr aks
Latitude EV	Bağlantılı veya serbest (değiştirilebilir)	Yarı kısıtlı	Konkav silindirik mil, gevşek-fit UHMWPE
Discovery	Bağlantılı	Yarı kısıtlı, ancak varus-valgus tork artışı daha belirgin	Hourglass CoCr aks + UHMWPE burç
Souter-Strathclyde	Serbest	Yarı kısıtlı (yüzey değiştirme)	Distal humerus ve proksimal ulna yüzey değiştirici
Kudo	Serbest	Yarı kısıtlı (yüzey değiştirme)	Yüzey değiştirici tasarım
Konvertibl modern sistemler	Başlangıçta serbest, gerekirse bağlantılı	Yarı kısıtlı	Çeşitli bearing geometrileri (çoğunlukla silindirik/konkav)

UHMWPE: Ultra yüksek molekül ağırlıklı polietilen, *ultra-high molecular weight polyethylene*, CoCr: Kobalt krom.

Total dirsek artroplastisi literatüründe sık karışan iki temel kavram bağlantılı/serbest ve kısıtlı/yarı kısıtlı terimlerdir. Bağlantılı protezlerde humeral ve ulnar komponentler mekanik bir aks ile birbirlerine fiziksel olarak bağlıdır ve kendiliğinden ayrılmaları mümkün değildir. Serbest sistemlerde ise komponentler ayrı olup stabilite eklem geometrisi ve yumuşak dokuların bütünlüğüne bağlıdır. *Constrained* kavramı ise eklem izin verdiği serbestlik derecelerini tanımlar, günümüzde *constrained* yani kısıtlı tasarımlar neredeyse tamamen terk edilmiştir. Güncel tasarımların çoğu yarı kısıtlı yani varus-valgus ve rotasyon düzlemlerinde belirli bir aralıkta izin veren gevşek menteşe (*loose hinge*) tipi dizaynlardır. Dolayısıyla teorik olarak hem bağlantılı hem serbest bir implant tasarımına bağlı olarak daha kısıtlı ya da daha serbest olabilir.

Günümüzde ticari olarak üç ana TDA alt tipi tanımlanabilir:

- (i) Gevşek menteşeli, bağlantılı ve yarı kısıtlı protezler (Coonrad-Morrey gibi),
- (ii) Serbest yüzey değiştirici protezler,
- (iii) Gerektiğinde serbestten bağlantılıya dönüştürülebilen dönüştürülebilir sistemler.

Bağlantılı protezlerin en önemli avantajı mekanik bağlantıyla yumuşak dokudan bağımsız olarak stabilite sağlamasıdır. Ancak izin verilen hareket aralığının sınırında torsiyonel yükler hızla arttığı için kemik-sement arayüzünde stresin artması ve aseptik gevşeme riski ortaya çıkar. Serbest protezler ise yük yumuşak dokuya daha fazla dağıtılarak gevşeme riskini azaltmayı hedefler ancak yeterli yumuşak doku ve doğru implant hizalaması sağlanmadığında instabilite ve dislokasyon sorunları ön plana çıkmaktadır.

Bağlantılı tasarımlar içinde en yaygın kullanılan sistem Coonrad-Morrey protezidir; silindirik bir menteşe, UHMWPE ve kobalt-krom aks bileşeninden oluşan bu dizayn, yıllar içinde varus-valgus düzleminde yaklaşık 7°'lik "*sloppy hinge*" hareketine izin verecek şekilde revize edilmiş, stemler uzatılmış ve humeral ön flanş eklenmiştir (Şekil 3). Uzun dönem fonksiyonel sonuçlar tatmin edici olmakla birlikte, özellikle polietilen burçlarda kenar yüklenmesine bağlı aşınma, partikül oluşumu ve buna ikincil aseptik gevşeme hâlen önemli bir sorun olarak bildirilmektedir.^[23]

Burçlara binen yükü azaltmak amacı ile silindirik menteşe (Coonrad-Morrey), konkav silindirik (Latitude) ve "kum saati" (Discovery) formunda farklılaştırılmış; sonlu eleman analizlerinde özellikle konkav silindir ve kum saati tasarımlarında burç temas streslerinin daha homojen dağıldığı ve teorik olarak aşınma riskinin azalabileceği gösterilmiştir. Ancak mevcut klinik veriler,

uzun dönem sağkalım açısından bu yeni nesil tasarımların Coonrad-Morrey üzerine net bir üstünlüğünü henüz kanıtlayamamıştır. Bazı ulusal kayıt verilerinde, yeni modellerde revizyon riskinin daha yüksek görülmüştür.^[14,24]

Serbest yüzey değiştirici protezlerde amaç, doğal eklem geometrisini ve kollateral bağların fonksiyonunu mümkün olduğunca koruyarak yükü daha fizyolojik şekilde dağıtmaktır. Bu nedenle iyi kemik stoku ve sağlam kapsülogamentöz yapı varlığında, özellikle RA'lı hastalarda veya daha genç, yüksek fonksiyonel beklentisi olan olgularda cazip bir seçenek olarak kabul edilir. Bununla birlikte özellikle eski nesillerde ulnar komponentte gevşeme oranlarının bağlantılı modellere kıyasla daha fazla olduğu bildirilmiştir. Güncel serbest modellerin uzun dönem sağkalımı ise 10 yılda %89, 15 yılda %83 olarak izlenmiştir.^[25]

Konvertibl implantlar, serbest ve bağlantılı tasarımların avantajlarını birleştirmeyi amaçlayan üçüncü nesil sistemlerdir. Latitude gibi bu tasarımlarda humeral ve ulnar stemler tek bir platform üzerinde olup yumuşak doku dengesi yeterli ise primer cerrahide serbest olarak kullanılmakta; intraoperatif instabilite saptanması veya izlemde gelişen instabilite durumunda aynı stemler korunarak basit bir aks yerleştirme işlemiyle bağlantılı konfigürasyona dönüştürülebilmektedir. Böylece kemik stoku korunmakta, revizyon cerrahisinin süresi ve morbiditesi azalmaktadır. Gramstad ve ark. ile Strelzow ve ark.'nın serilerinde, konvertibl sistemlerle orta dönem fonksiyonel sonuçların iyi, sağkalımın bağlantılı protezlerle karşılaştırılabilir olduğu ancak komplikasyon ve revizyon oranlarının genel TDA literatürü ile benzer düzeyde kaldığı bildirilmiştir.^[26,27]

İmplant stem tasarımı da sağkalım açısından kritik bir diğer unsurdur. Humeral komponentteki ön flanşın, özellikle Coonrad-Morrey tasarımında, torsiyonel yükleri diyafize daha geniş bir alana yayarak stem migrasyonunu ve kortikal gerilmeleri azalttığı hem biyomekanik hem de klinik çalışmalarda gösterilmiştir (Şekil 3). Ulnar komponentte ise fleksiyon-ekstansiyon sırasında gelişen piston hareketi, özellikle parlak yüzeyli veya uygun olmayan kaplamaya sahip stemlerde erken gevşemeyle ilişkilendirilmiştir. Modern tasarımlarda titanyum veya kobalt-krom stemler, plazma sprej veya boncuklu poröz kaplamalarla birlikte, gelişmiş sementleme teknikleriyle kombine edilmekte ve yalnızca polimetil metakrilat kaplı eski tasarımlara göre daha iyi fiksasyon bildirilmiştir.^[28]

CERRAHİ TEKNİK

Dirsek cerrahisinde başarılı bir ekspozisyon, nörovas-küler yapıları korurken eklem yüzeylerine yeterli erişimi sağlamalıdır. Bu denge, dirseğin karmaşık anatomisi

nedeniyle hassas bir planlama gerektirir. Total dirsek artroplastisi cerrahisindeki teknik zorluklardan biri, humerusun posterioruna ulaşmak için ekstansör mekanizmanın nasıl yönetileceğidir. Cerrahi yaklaşımlar, trisepsin anatomik bütünlüğünün bozulup bozulmadığına göre sınıflandırılır.

Bryan-Morrey Yaklaşımı (triseps-refleksiyon) TDA için "altın standart" olarak kabul edilen ve literatürde en yaygın raporlanan (%33,7-%46) yaklaşımdır. Cilt insizyonu posterior orta hattan yapılır. Ulnar sinir tanımları ve serbestleştirilir. Bryan-Morrey tekniğinin özü, triseps tendonu, ön kol fasyası ve periostun medialden laterale doğru tek bir manşet (*sleeve*) hâlinde olekranon ve proksimal ulnadan sıyrılmasıdır. Diseksiyon medial sınırda ulnar sinirin hemen lateralinden başlar ve laterale doğru ilerler. Trisepsin lateraldeki ankoneus kası ile bağlantısı korunur. Distal humerus ve proksimal ulnaya mükemmel ve kesintisiz bir görüş sağlar. İmplantın rotasyonel dizilimi için en güvenilir açığı sunar ancak triseps tendon-kemik iyileşmesini beklemeyi ve bu süreçte aktif ekstansiyonun kısıtlanmasını gerektirir.^[29]

Triseps-koruyucu (*paratrisipital/triseps-sparing*) yaklaşım ise triseps tendonunun anatomik bütünlüğünün tamamen korunduğu, kasın medial ve lateral pencerelerinden çalışılan yöntemdir (Şekil 3). Triseps tendonu kemikten ayrılmaz. Medial ve lateral pencereler kullanılarak implant yerleştirilir. Ekstansör mekanizma bozulmadığı için hemen ameliyat sonrası aktif harekete izin verilir. Yaşlı ve rehabilitasyon uyumu düşük hastalarda büyük avantajdır. Görüş alanı diğer yaklaşımlara kıyasla daha kısıtlıdır. Psödoartroz gibi endikasyonlarda kullanımı daha avantajlı olabilir. Deneyimsiz ellerde implant malpozisyonu (özellikle ulnar komponentin fleksiyonda konulması) riski taşır. Kullanım sıklığı artmaktadır.

Dirsek stabilitesi, kemik uyumu (ulnohumeral eklem) ve kollateral ligamanlar tarafından sağlanır. Lateral ulnar kollateral ligaman, posterolateral rotatuar instabiliteyi önleyen en önemli yapıdır. Yarı kısıtlı implantlarda, protezin mekanik bağlantısı (*floppy hinge*) ligamanların bir miktar yetersizliğini telafi edebilir. Operasyon esnasında ligamanların korunması/onarılmasına dikkat edilmelidir.

Total dirsek artroplastisinde bir başka zorluk ise ulnar sinirin yönetilmesidir. Ulnar sinir medial epikondilin arkasındaki kübital tünelde seyrederek ve TDA sırasında en savunmasız yapıdır. Artroplastisi sırasında medial diseksiyon, kapsüktomi veya implant yerleşimi sırasında sinir gerilebilir veya sıkışabilir. Bu nedenle özellikle triseps-koruyucu yaklaşımda ulnar sinirin anteriora transpozisyonu gerekebilir. Güncel literatürde ulnar sinirin intraoperatif olarak değerlendirilmesi ve buna göre *in-situ* dekompresyon veya transpozisyon kararının alınması önerilmiştir.^[30]

Bunun yanında revizyon oranlarının yüksekliği de düşünüldüğünde minimal kemik kaybıyla operasyon planlanmalıdır. Humeral komponentin aşırı anterior yerleşiminde periprostetik kırık riskinin arttığı, posterior yerleşimde ise fleksiyon kısıtlılığına yola açabileceğinden yerleşime dikkat edilmelidir. Çimentolama esnasında retrograd çimentolama yapılır. Bu esnada çimento taşınmasına ve ulnar sinirde ısı hasarı oluşmamasına dikkat edilmelidir.

AMELİYAT SONRASI TAKİP VE REHABİLİTASYON

Dirsek artroplastisi sonrası rehabilitasyonun temel hedefi; ödem ve ağrının kontrolü, yara iyileşmesinin desteklenmesi, ekstansör mekanizmanın korunması ve implantı aşırı yüklenmeden fonksiyonel hareket açıklığının yeniden kazandırılmasıdır. Uygulanacak protokol, kullanılan cerrahi yaklaşım (triseps *on/off*) ve implant tipine göre özelleştirilmelidir.

Erken ameliyat sonrası dönemde üst ekstremité ele-vasyonda tutulur, dirsek genellikle 30° fleksiyonda alçı atel ve hacimli pansumanla immobilize edilir. Bu dönemde amaç; hematoma ve ödemi sınırlamak, posterior cilt insizyonundaki gerilimi azaltmak ve ekstansör mekanizmayı korumaktır. Belirgin ameliyat öncesi fleksiyon kontraktürü olan olgularda ilk haftalarda gece ateli yararlı olabilir.

Bağlantılı total dirsek artroplastilerinde, yara iyileşmesi ve ekstansör mekanizma rekonstrüksiyonunun kalitesi uygunsa, cerrahın tercihlerine göre ilk günden itibaren korumasız veya minimal korumalı dirsek hareketlerine başlanabilir. Triseps-*on* yaklaşımlarda aktif hareket açıklığı egzersizleri daha erken dönemde tolere edilirken; triseps-*off* yaklaşımlarda ekstansör mekanizma riski nedeniyle en az üç ay süreyle dirsek ekstansiyonu karşı dirençli egzersizlerden kaçınılmalıdır. Bu süreçte fleksiyonun başlangıçta 90° ile sınırlandırılması, fleksiyonun kademeli olarak artırılması ve yerçekimi yardımcı ekstansiyon egzersizleri kullanılması triseps avülsiyonu riskini azaltmaya yardımcı olur.

Serbest dizayn dirsek artroplastilerde ameliyat sonrası rehabilitasyonun odağında kollateral bağ tamirinin korunması ve instabilite riskinin azaltılması yer alır. Bu nedenle birçok cerrah, ligamentöz yapıların korunması amacıyla dirseği yaklaşık iki hafta süreyle atel içinde immobilize etmeyi tercih etmektedir. İlk altı haftada, hafif termoplastik istirahat splintiyle desteklenen ve omuz üstü pozisyonda yapılan kontrollü bir egzersiz programı kollateral yapıların korunmasına yardımcı olabilir. Altıncı haftadan sonra, hem bağlantılı hem de serbest protezli hastalarda persistan hareket kısıtlılığı mevcutsa statik progresif ekstansiyon ateli veya fleksiyon manşeti kullanımı eklem hareket açıklığının artırılmasında tercih edilebilir.

Uzun dönem takipte, polietilen aşınması ve gevşeme riskini azaltmak için ömür boyu yüklenme kısıtlamaları önerilmektedir. Her ne kadar bu konuda güçlü kanıta dayalı veri bulunmasa da, günlük yaşamda tekrarlayıcı aktivitelerde genellikle 1-2 kilogram (kg)'ın, tek seferlik kaldırmalarda ise 4-5 kg'ın üzerinde yük taşımamanın sakıncalı olduğu kabul edilir. Hastalara üst ekstremiteyi zorlayıcı temas sporları, raket sporları (örneğin; tenis, golf) ve ağır manuel işlerden kaçınmaları gerektiği açıkça anlatılmalıdır. Hasta eğitimi ve beklentilerin gerçekçi şekilde yönetilmesi, protezin uzun dönem sağkalımı ve fonksiyonel sonuçlar açısından ameliyat sonrası rehabilitasyon kadar kritik öneme sahiptir.^[31,32]

KOMPLİKASYONLAR

Gschwend ve ark.'nın 1996'da yayımladıkları çalışmada 1986-1992 verileri incelenmiş; komplikasyon oranının %43, reoperasyon oranı %18 olarak bildirmişlerdir.^[33] Muhtemel mekanik anlamda implant tasarımlarındaki gelişmeler ve cerrahi tekniğin gelişmesiyle Voloshin ve ark.'nın 1993-2009 yılları arasındaki yayınları incelediği sistematik derlemelerinde; TDA için toplam komplikasyon oranı %24,3 olarak bulunmuştur.^[6] En sık görülen komplikasyonlar; semptomatik ve revizyon dâhil olmak üzere klinik gevşeme, semptomatik subluksasyon ve çıkık dâhil instabilite, derin enfeksiyonlar ve intraoperatif kırıklar olarak izlenmiştir. Tabloda iki yayın karşılaştırılmış ve komplikasyonların görülme sıklığı paylaşılmıştır (Tablo 3).

Total dirsek artroplastisi ile ilgili hâlen en önemli sorun protez gevşemesidir. Her ne kadar hastalar operasyon sonrası ekstremite kullanımı konusunda uyarılsalar

ve ağırlık kaldırma kısıtlamasına özen gösterilse de gevşeme oranları hâlen yüksektir. Özellikle yarı kısıtlı ve *full-constrained* protezlerde gevşeme sorunu daha ön plandadır. Oysa serbest protez dizaynlarında subluksasyon ve dislokasyon daha sık rastlanan komplikasyonlardır. Endikasyon bazında komplikasyon oranları üç ana endikasyonda incelendiğinde; enflamatuvar artrit (%24,3), posttravmatik sekel (%37,5), akut distal humerus kırığı (%21,5) olarak görülmüştür. Özellikle posttravmatik sekel endikasyonunda akut distal humerus kırığına kıyasla daha fazla komplikasyon izlenmiştir. Bunun yanında özellikle genç hasta grubunda yaşlılara kıyasla daha fazla komplikasyon görülmektedir.^[6] Total dirsek artroplastisi ameliyatı esnasında ve sonrasında mortalite oranları düşük görülmektedir. Sanchez-Sotelo ve ark.'nın 1117 dirsek protezi hastasında yaptıkları retrospektif çalışmada, mortalite oranı %0,62 olarak görülmüştür. Çalışmada distal humerus kırığı ve kaynamama olgularında mortalitenin daha fazla olduğu izlenmiş ancak vefat eden hastaların ileri yaşta ve kayda değer ek hastalıkları olduğu vurgulanmıştır.^[34]

GELECEK PERSPEKTİFİ: REVİZYON TOTAL DİRSEK ARTROPLASTİSİNİN ARTAN ÖNEMİ

Ragland'ın analizleri; primer TDA'nın özellikle gelişmiş ülkelerde belirli bir platoya ulaşmakla birlikte, genç ve travma ilişkili vakaların artışı nedeniyle revizyon TDA ihtiyacının önümüzdeki 20-30 yılda anlamlı şekilde artacağını göstermektedir. Ragland bu analizler neticesinde implant sağkalımının bu aşamada olduğu ve gelişme sağlanmadığı durumda 2050 yılında revizyon TDA'nın primer TDA'nın önüne geçeceği öngörmüştür.^[35]

Tablo 3. Total dirsek artroplastisinde sık görülen komplikasyonların farklı zaman aralıklarındaki sıklıkları

Komplikasyon	İnsidans (%) 1986-1992	İnsidans (%) 1993-2009 (ort ± SS)
Aseptik gevşeme (klinik)	6,4	5,1 ± 3,4
Aseptik gevşeme (klinik + radyografik)		
Bağlan dizaynlar	-	13,7 ± 6,8
Serbest dizaynlar	-	10,1 ± 4,8
Dislokasyon / subluksasyon	6,5	4,7 ± 3,0
Derin enfeksiyon	4,6	3,3 ± 2,9
İntraoperatif kırık	3,2	3,0 ± 2,7
Protez kırığı	0,6	2,9 ± 3,6
Ulnar sinir komplikasyonları	10,4	2,9 ± 2,4
Gecikmiş kaynama / iyileşme	-	2,5 ± 2,6
Ameliyat sonrası kırık	-	2,4 ± 2,1
Triseps komplikasyonları	-	2,4 ± 2,4
Mekanik ayrılma (<i>disassembly</i>)	-	2,3 ± 3,5

Al-Hamdani'nin Hollanda kayıtlarında 2014-2022 yıllarında yapılan 516 revizyon TDA'yı incelediği serisinde, revizyon cerrahisinin teknik zorluklarını, yüksek komplikasyon oranlarını ve yeniden revizyon gereksinimini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Aseptik gevşeme (%51) tüm endikasyonların yarısını oluşturmuştur. Bununla birlikte instabilite (%20), enfeksiyon (%17), periprostetik kırık (%12) nedeni ile revizyon TDP uygulanmıştır. Birden fazla revizyon cerrahisi uygulanan vakaların endikasyonları incelendiğinde, %45'inin enfeksiyon nedeni ile ameliyat edildiği izlenmiştir. Çalışmanın sonucunda özellikle yıllık vaka sayısı daha yüksek olan kurum ve cerrahlarda komplikasyon oranının daha az olduğu görülmüştür.^[36]

Revizyon cerrahisinin yıllar içerisindeki artışı göz önüne alındığında hasta seçimi yapılırken dikkatli olunması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında özellikle TDA'nın diz ve kalça artroplastilerine kıyasla implant sağkalımı ve revizyon oranlarının fazlalığı hem implant geliştirmesine hem de cerrahi prosedürde gelişmelere açık bir prosedür olduğunu göstermektedir (Şekil 4).

SONUÇ

Total dirsek artroplastisi; iyi seçilmiş hastalarda ağrı kontrolü ve fonksiyonel iyileşme açısından etkili ancak diz ve kalça artroplastilerine kıyasla komplikasyon oranı daha yüksek, implant sağ kalımı ise daha düşük bir cerrahi girişimdir.

- Endikasyon spektrumu RA'dan travma ve akut kırıklara doğru genişlemiş; buna paralel olarak hasta profili gençleşmiş ve revizyon ihtiyacı artmıştır.
- İmplant tasarımı daha fizyolojik ve kemik-sement dostu hâle gelmiş olsa da; aseptik gevşeme ve enfeksiyon hâlen en sık revizyon nedenleridir.
- Cerrahin deneyimi, merkez volümü, hasta eğitimi ve ameliyat sonrası yük kısıtlamalarına uyum; komplikasyon ve sağkalım üzerinde belirleyici olmaya devam etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Morrey BF, Sanchez-Sotelo J. The elbow and its disorders. Philadelphia: Saunders; 2009.
2. Demirhan M, Erşen A, Tözün İR. Dirsek protezine güncel yaklaşımlar. Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci 2007;3(52):99-107.
3. Macausland W. Arthroplasty of the elbow. N Engl J Med 1947;236(3):97-9. [Crossref](#)
4. Dee R. Total replacement arthroplasty of the elbow for rheumatoid arthritis. J Bone Joint Surg Br 1972;54(1):88-95. [Crossref](#)
5. Morrey BF, Bryan RS, Dobyns JH, Linscheid RL. Total elbow arthroplasty: A five-year experience at the Mayo Clinic. J Bone Joint Surg Am 1981;63:1050-63. [Crossref](#)
6. Voloshin I, Schippert DW, Kakar S, Kaye EK, Morrey BF. Complications of total elbow replacement: A systematic review. J Shoulder Elbow Surg 2011;20:158-68. [Crossref](#)
7. Kudo H, Tanaka N. Long-term results of the Kudo nonconstrained surface replacement elbow in RA. J Bone Joint Surg Am 2001;83(A):1506-13. [Crossref](#)
8. Skyttä ET, Eskelinen A, Paavolainen P, Ikävalko M, Remes V. Total elbow arthroplasty in rheumatoid arthritis. Acta Orthop 2009;80:472-7. [Crossref](#)
9. Little CP, Graham AJ, Karatzas G, Woods DA, Carr AJ. Outcomes of total elbow arthroplasty for RA: Comparative study of three implants. J Bone Joint Surg Br 2005;87:2439-48. [Crossref](#)
10. Schneeberger AG, Adams R, Morrey BF. Semiconstrained total elbow replacement for the treatment of post-traumatic osteoarthritis. J Bone Joint Surg Am 1997;79:1211-22. [Crossref](#)
11. Morrey BF. Total elbow arthroplasty after interposition arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 2005;87:286-92. [Crossref](#)
12. Samdanis V, Manoharan G, Jordan RW, Watts AC, Jenkins P, Kulkarni R, et al. Indications and outcome in total elbow arthroplasty. Shoulder Elbow 2020;12(5):353-61. [Crossref](#)
13. Macken AA, Prkic A, Kodde IF, Lans J, Chen NC, Eygendaal D. Global trends in indications for total elbow arthroplasty: A systematic review of national registries. EFORT Open Rev 2020;5(4):215-23. [Crossref](#)
14. Viven J, van den Bekerom MPJ, Doornberg JN, Hatton A, Page R, Koenraadt KLM, et al. Use and outcome of 1220 primary total elbow arthroplasties from the Dutch registry. Acta Orthop 2019;90(5):435-41.
15. McKissack H, Karzon AR, Hussain ZB, Worden JA, Heo KY, Cooke HL, et al. Is popularity of total elbow arthroplasty in the United States decreasing? JSES Rev Rep Tech 2024;4(4):797-804. [Crossref](#)
16. Welsink CL, Lambers KTA, van Deurzen DFP, Eygendaal D, van den Bekerom MPJ. Total elbow arthroplasty: A systematic review. JBJS Rev 2017;5(7):e4. [Crossref](#)
17. Egidy CC, Cross MB, Nam D, Figgie MP, Jost B. Total elbow arthroplasty: Outcomes driving the evolution of implant design. JBJS Rev 2019;7(5):e8. [Crossref](#)
18. Erşen A, Demirhan M, Atalar AC, Atıcı T, Kapıcıoğlu M. Is Coonrad-Morrey total elbow arthroplasty a viable option for treatment of distal humeral nonunions in the elderly? Acta Orthop Traumatol Turc 2015;49(4):354-60. [Crossref](#)
19. Morrey BF, Adams RA. Semiconstrained elbow replacement for distal humeral nonunion. J Bone Joint Surg Br 1995;77(1):67-72. [Crossref](#)
20. Cil A, Veillette CJ, Sanchez-Sotelo J, Morrey BF. Linked elbow replacement: A salvage procedure for distal humeral nonunion. J Bone Joint Surg Am 2008;90(9):1939-50. [Crossref](#)

21. Castoldi F, Giannicola G, Rotini R. Contraindications for linked total elbow arthroplasty. In: *Elbow arthroplasty: Current Techniques and Complications*. Cham: Springer; 2024. p. 83-84.
22. Davey MS, Hurley ET, Gaafar M, Molony D, Mullett H, Pauzenberger L. Total elbow arthroplasty: A systematic review of 10-year outcomes. *J Shoulder Elbow Surg* 2021;30(6):1423-30. [Crossref](#)
23. Mansat P, Bonneville N, Rongières M, Mansat M, Bonneville P; French Society for Shoulder and Elbow SOFEC. Results with a minimum of 10 years follow-up of the Coonrad/Morrey total elbow arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res* 2013;99(6 Suppl):S337-S343. [Crossref](#)
24. Willing R, King GJ, Johnson JA. The effect of implant design of linked total elbow arthroplasty on stability and stress: A finite element analysis. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 2014;17(11):1165-72. [Crossref](#)
25. Ikävalko M, Tiihonen R, Skyttä ET, Belt EA. Long-term survival of the Souter-Strathclyde total elbow replacement in patients with rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92(5):656-60. [Crossref](#)
26. Wagener ML, de Vos MJ, Hannink G, van der Pluijm M, Verdonschot N, Eygendaal D. Mid-term clinical results of a modern convertible total elbow arthroplasty. *Bone Joint J* 2015;97(5):681-8. [Crossref](#)
27. Strelzow JA, Frank T, Chan K, Athwal GS, Faber KJ, King GJW. Management of rheumatoid arthritis of the elbow with a convertible total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28(11):2205-14. [Crossref](#)
28. Sanchez-Sotelo J, Baghdadi YM, Morrey BF. Primary linked semiconstrained total elbow arthroplasty for rheumatoid arthritis: A single-institution experience with 461 elbows over three decades. *J Bone Joint Surg Am* 2016;98(20):1741-8. [Crossref](#)
29. Kholinne E, Altamimi LA, Aldayel A, AlSabti R, Kim H, Park D, et al. Primary linked total elbow arthroplasty for acute distal humerus fracture management: A systematic review of clinical outcome. *Clin Orthop Surg* 2020;12(4):503-13. [Crossref](#)
30. Dachs RP, Vrettos BC, Chivers DA, Du Plessis JP, Roche SJ. Outcomes after ulnar nerve in situ release during total elbow arthroplasty. *J Hand Surg Am* 2015;40(9):1832-7. [Crossref](#)
31. Sanchez-Sotelo J. Total elbow arthroplasty. *Open Orthop J* 2011;5:115-23. [Crossref](#)
32. Badre A. Primary total elbow arthroplasty: Indications and outcomes. *J Clin Orthop Trauma* 2021;18:66-73. [Crossref](#)
33. Gschwend N, Simmen BR, Matejovsky Z. Late complications in elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 1996;5(2 Pt 1):86-96. [Crossref](#)
34. Sanchez-Sotelo J, Sperling JW, Morrey BF. Ninety-day mortality after total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(7):1449-51. [Crossref](#)
35. Ragland DA, Cecora AJ, Vallurupalli N, Ben-Ari E, Kwon YW, Zuckerman JD, et al. Elbow arthroplasty utilization in 2060. *J Shoulder Elbow Surg* 2025;34(1):130-5. [Crossref](#)
36. Al-Hamdani A, Macken A, Prkic A, The B, Spooren AS, Eygendaal D. Analysis of 516 cases of revision total elbow arthroplasty from the Dutch Arthroplasty Registry: Centralization of care is the future. *J Shoulder Elbow Surg* 2024:430-5. [Crossref](#)