

Modüler ve kişiye özel implant tasarımları

Modular and custom-made implant designs

Mustafa Yerli

Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu Şehir Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

Total kalça artroplastisi (TKA), dejeneratif kalça hastalıklarının cerrahi tedavisinde yüksek başarı oranları ve hasta memnuniyetiyle uygulanan bir yöntemdir. Artan yaşam beklentisi ve daha aktif hasta popülasyonu hem primer hem de revizyon artroplastisi sayılarında belirgin artışa yol açmıştır. Bu durum özellikle instabilite, ileri kemik kaybı ve pelvik devamsızlık gibi kompleks sorunların yönetimini ön plana çıkarmıştır. Modüler implant sistemleri, femoral *offset*, anteversiyon ve bacak uzunluğu gibi biyomekanik parametrelerin intraoperatif olarak ayarlanabilmesine olanak tanıyarak anatomik ve fonksiyonel restorasyonu optimize etmektedir. Revizyon cerrahisinde distal diyafizyal fiksasyon sağlayan modüler stem tasarımları ve dual mobil asetabular sistemler önemli avantajlar sunmaktadır. Ancak modüler arayüzlerde sürtünme ve korozyon gibi mekanik komplikasyonlar potansiyel risk oluşturmaktadır. İleri asetabular kemik kaybı ve pelvik devamsızlık durumlarında kişiye özel *triflange* implantlar anatomik uyum ve rijit stabilite sağlayarak güçlü bir rekonstrüksiyon seçeneği sunmaktadır. Bununla birlikte maliyet, üretim süresi ve uzun dönem klinik veri eksikliği önemli sınırlılıklar arasında yer almaktadır. Spinopelvik mobilitenin cerrahi planlamaya entegrasyonu ve dijital planlama, üç boyutlu baskı ile yapay zekâ destekli sistemlerin kullanımı, kalça artroplastisini daha kişiselleştirilmiş ve öngörülebilir hâle getirmektedir. İmplant seçimi, hasta faktörleri ve biyomekanik gereksinimler doğrultusunda bireyselleştirilmelidir.

Anahtar sözcükler: kalça artroplastisi; protez tasarımı; modüler implant; kişiye özel implantlar

Total hip arthroplasty (THA) is a highly successful surgical procedure for the treatment of degenerative hip disorders, providing significant pain relief and functional improvement. Increasing life expectancy and higher functional expectations have resulted in a growing number of both primary and revision procedures, highlighting complex challenges such as instability, severe bone loss, and pelvic discontinuity. Modular implant systems allow intraoperative adjustment of key biomechanical parameters, including femoral *offset*, anteversion, and leg length, thereby optimizing anatomical and functional restoration. In revision settings, modular tapered stems offering distal fixation and modular acetabular shell–liner constructs provide important reconstructive flexibility. However, modular junctions may be associated with mechanical complications such as fretting and corrosion. In cases of advanced acetabular bone loss and pelvic discontinuity, custom-made triflange implants enable anatomical conformity and rigid fixation, representing a valuable reconstructive option. Nevertheless, increased cost, manufacturing time, and limited long-term data remain important limitations. Integration of spinopelvic mobility assessment into surgical planning, along with digital planning tools, additive manufacturing technologies, and artificial intelligence–assisted systems, has shifted THA toward a more personalized and predictive approach. Implant selection should therefore be individualized based on patient-specific biomechanical requirements and clinical characteristics.

Key words: hip arthroplasty; prosthesis design; modular implant; patient-specific implant

Total kalça artroplastisi (TKA), dejeneratif kalça hastalıklarının cerrahi tedavisinde ortopedinin en başarılı girişimlerinden biri olarak kabul edilmektedir.^[1-3] Ağrının giderilmesi, fonksiyonel kapasitenin yeniden kazanılması ve yaşam kalitesinin artırılması açısından yüksek hasta memnuniyeti oranları bildirilmiştir.^[4] Nüfusun yaşlanması ve aktif yaşlı popülasyonun artması, primer kalça protezi sayılarında artışa yol açmıştır. Bununla birlikte genç ve yüksek fonksiyonel beklentiye sahip hasta

grubunda da artroplastisi uygulamalarının artması, implant dayanıklılığı ve revizyon oranları konularını daha kritik hâle getirmiştir.^[5] Revizyon kalça artroplastisi insidansındaki artışın önümüzdeki yıllarda daha da belirginleşeceği öngörülmektedir.^[6] Uzun dönem implant sağkalımındaki artış, biyomalzeme teknolojisindeki ilerlemeler, yapay zekâ uygulamaları ve kemik-implant arayüz biyolojisinin daha iyi anlaşılması ile ilişkilidir.^[7]

İletişim / Contact: Op. Dr. Mustafa Yerli • E-posta / E-mail: mustafayerli199@gmail.com

ORCID ID: Mustafa Yerli, 0000-0002-2708-5812

Geliş / Received: 4 Mayıs 2026 • Revizyon / Revised: 17 Haziran 2026 • Kabul / Accepted: 24 Haziran 2026

Düşük sürtünmeli artroplasti konseptinin tanımlanması ile başlayan süreçte çimentolu sistemler uzun süre standart kabul edilmiştir.^[1,3,8] Ancak çimentoya bağlı gevşeme mekanizmalarının anlaşılması ve genç hasta grubunda uzun dönem başarısızlık oranlarının artması, çimentosuz biyolojik tespit prensiplerinin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır.^[9,10] Poröz kaplama teknolojileri ve komponentlerin kemikle bir bütün olabilmesi sayesinde çimentosuz femoral ve asetabular komponentlerin sağ kalım oranlarında anlamlı artış bildirilmiştir.^[9,11,12]

Revizyon cerrahisinde instabilite, tekrar cerrahi gereksiniminin başlıca nedenleri arasında yer almaktadır.^[13] Çıkık oranlarının özellikle yüksek riskli hasta gruplarında arttığı bildirilmiştir. Geleneksel olarak asetabular komponent yerleşimi için tanımlanan güvenli bölge kavramı uzun yıllar cerrahi pratikte kullanılmıştır.^[14] Ancak son yıllarda spinopelvik dinamiklerin bu sabit açısız hedefleri sınırlayabileceği gösterilmiştir.^[15-18] Pelvisin omurga ile ilişkisi, fonksiyonel anteverسیونu değiştirebilmekte ve bu durum instabilite riskini doğrudan etkileyebilmektedir.^[15,16,19,20]

Modüler implant sistemleri, femoral *offset*, anteverسیون ve bacak uzunluğu gibi parametrelerin ameliyat sırasında istenildiği gibi ayarlanabilmesine olanak tanımaktadır.^[6,21] Bu sistemler özellikle anatomik varyasyonların belirgin olduğu ve kemik kaybının eşlik ettiği olgularda cerraha esneklik sunmaktadır.^[6,21] Bununla birlikte, modüler arayüzlerin mekanik ve biyokimyasal riskler taşıyabileceği bildirilmiştir. Komponentler arasındaki bağlantı bölgelerinde gelişen sürtünme ve korozyon; metal iyon

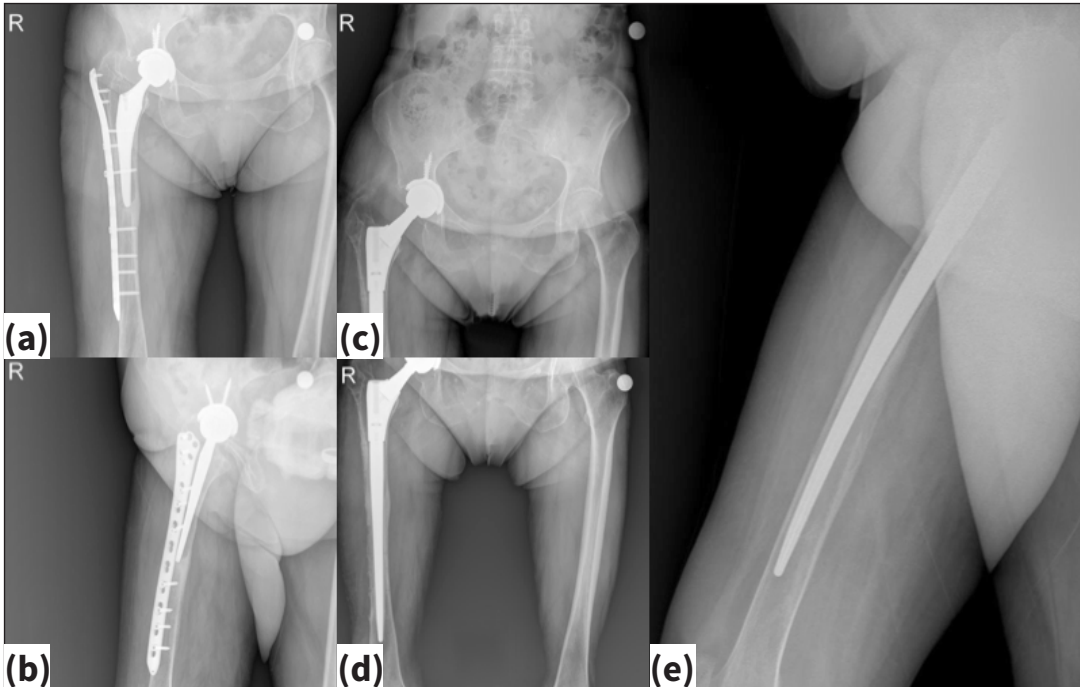
salınımı, advers lokal doku reaksiyonları ve implant başarısızlığı ile ilişkilendirilmiştir.^[8,21,22]

İleri asetabular kemik kaybı ve pelvik devamsızlık varlığında standart modüler sistemlerin her zaman yeterli stabilite sağlayamayabileceği gösterilmiştir.^[23] Bu klinik tabloda pelvisin üst ve alt segmentleri arasındaki mekanik süreklilik bozulmuştur.^[23,24] Kişiyeye özel *triflange* implantlar, üç boyutlu modelleme temelli tasarım sayesinde anatomik uyum ve geniş kemik temas yüzeyi sağlayarak rijit stabilite sunmayı amaçlamaktadır.^[25-27] Orta dönem klinik seriler bu implantların kompleks revizyon olgularında tatmin edici sonuçlar sunduğunu bildirmiştir.^[25-27] Ancak maliyet, üretim süresi ve uzun dönem veri eksikliği önemli sınırlılıklar arasında yer almaktadır.^[25]

Son yıllarda dijital planlama yazılımları ve üç boyutlu baskı teknolojileri kalça artroplastisinde hasta-spesifik planlamayı mümkün kılmıştır.^[28] Yapay zekâ destekli algoritmalar implantları boyutlandırma ve komplikasyonları en aza indirmek için kullanılmaya başlanmıştır.^[7,29]

MODÜLER KOMPONENTLER

Modüler implant tasarımı, TKA'da anatomik ve biyomekanik restorasyonunu ameliyat içerisinde en iyi hâle getirilmesi amaçlayan bir konsepttir.^[1] Geleneksel monoblok tasarımlar, belirli boyut ve açısız seçeneklerle sınırlıyken modüler sistemler cerraha komponentler arası kombinasyon yapabilme olanağı sunarak bireyselleştirilmiş rekonstrüksiyona zemin hazırlar (Şekil 1).^[30]



Şekil 1.a-e. Altmış üç yaş kadın hasta primer TKA sonrasında femoral komponente aseptik gevşeme sonrası revizyon öncesi AP ve lateral grafileri (a,b). Hem boyun hem de proksimal femoral sap bölgesinde modüler özellikli bir komponent ile revizyon ameliyatı sonrası birinci yıl AP ve lateral grafileri (c-e).

Bu yaklaşım özellikle anatomik varyasyonların belirgin olduğu, femoral deformitenin eşlik ettiği veya revizyon cerrahisinin söz konusu olduğu olgularda klinik anlam kazanır.^[1,30]

Femoral *offset*, kalça biyomekaniğinin en kritik parametrelerinden biridir.^[31] *Offset*'in yetersiz restore edilmesi abdüktör kas kuvvet kolunun kısalmasına ve eklem reaktif kuvvetlerinin artmasına neden olabilir.^[31] Bu durum implant gevşemesi riskini artırabileceği gibi yumuşak doku dengesizliği ve Trendelenburg yürüyüşü ile sonuçlanabilir. Öte yandan aşırı *offset* restorasyonu da trokantezik ağrı, artmış implant stresi ve periprostetik kırık riskiyle ilişkilendirilmiştir. Modüler baş-boyun sistemleri, farklı baş çapları ve boyun uzunluklarıyla *offset* ve bacak uzunluğu ayarlamasına olanak tanır.^[1,9,22,30,31] Bu tasarım, intraoperatif olarak yumuşak doku gerginliğinin değerlendirilmesini ve gerektiğinde ayarlanmasını mümkün kılar.^[30-32]

Daha ileri modüler tasarımlar, modüler boyun bileşenlerini içermektedir.^[33-35] Bu sistemler varus-valgus açısı ve anteverسیونun bağımsız ayarlanmasına imkân tanır.^[33-35] Özellikle gelişimsel kalça displazisi veya torsiyonel deformite varlığında bu tasarımın teorik avantaj sunduğu belirtilmektedir. Ancak literatürde modüler boyun-gövde arayüzünde sürtünme ve korozyon gelişimi bildirilmektedir.^[33,34] Elektrokimyasal reaksiyonlara bağlı metal iyon salınımı ve lokal yumuşak doku reaksiyonları potansiyel komplikasyonlar arasında yer alır.^[33,34] Bu nedenle modüler boyun tasarımlarının kullanımında hastaya göre seçim yapılması önerilmektedir.

Revizyon kalça artroplastisinde proksimal femoral kemik kaybı sıklıkla karşılaşılan bir sorun olup bu durumda distal diyafizyel fiksasyon sağlayan konik ve yivli stem tasarımları tercih edilmektedir.^[21,30,36] Konik geometri primer stabiliteyi kama etkisiyle sağlarken, yivli yapı rotasyonel stabiliteyi artırır.^[11,12] Bu tasarımın biyomekanik avantajı, proksimal kemik desteği olmaksızın distal sağlam kemikte güvenilir fiksasyon elde edilebilmesidir.^[37,38]

Modüler revizyon stemlerinde distal gövde ve proksimal segment ayrı bileşenlerdir.^[11,12,21] Bu sayede distal fiksasyon sağlandıktan sonra proksimal segment anteverسیون ve *offset* açısından bağımsız olarak ayarlanabilir.^[1,11,12] Anatomik mihenk taşlarının kaybolduğu revizyon vakalarında bu özellik cerraha önemli ölçüde kolaylık sağlar. Özellikle torsiyonel deformite veya segmental kemik kaybı bulunan olgularda modülerlik avantajlıdır.^[1,21,30,36-38]

Bununla birlikte modüler bağlantı bölgelerinde stres konsantrasyonu oluşabileceği bildirilmektedir.^[1] Bağlantı noktalarındaki komplikasyonlar nadir olmakla birlikte ciddi komplikasyonlardır.^[33-35] Bu kırıkların yüksek vücut kitle indeksi, yüksek aktivite düzeyi veya yetersiz diyafizyel temasla ilişkili olabileceği düşünülmekle beraber ayrı-

ca bağlantı noktasındaki mikro hareketlere bağlı korozyon gelişimi uzun dönem stabiliteyi etkileyebilir.^[33-35] Bu hasar elektrokimyasal korozyon ile birleştiğinde metal iyon salınımı ve partikül oluşumu meydana gelebilir.^[22] Lokal doku reaksiyonları, psödötümör oluşumu ve osteoliz bu sürecin klinik yansımaları arasında sayılmaktadır.^[22,33] Bu nedenle revizyon cerrahisinde modüler stem seçimi yapılırken hasta faktörleri dikkatle değerlendirilmelidir.

Asetabular komponentlerde modülerlik, metal kap ve değiştirilebilir liner konsepti üzerinden uygulanmaktadır.^[2,4] Bu sistem, kemik fiksasyonunun eklemleşme materyalinden bağımsız olarak seçilebilmesini sağlar. Çift eklem yüzeysel tasarımlar özellikle instabilite riski yüksek hastalarda tercih edilmektedir.^[2,13] Büyük efektif baş çapı sayesinde çıkık oranlarının azaldığı bildirilmektedir.^[13] Ayrıca hareket açıklığının artması sıkışma riskini azaltabilir.^[2,13] Bununla birlikte intraprostetik dislokasyon ve artmış aşınma gibi özgün komplikasyonlar tanımlanmıştır.^[2] Bu nedenle çift eklem yüzeysel sistemler, hastalar değerlendirilerek yüksek riskli olgularda kullanılmalıdır.

Revizyon asetabular cerrahisinde modüler augmentler ve yüksek poroziteli metal kap sistemleri ileri kemik kayıplarında kullanılmaktadır.^[23-27] Trabeküler yapıya benzer porozite oranları kemiğin implant içerisine büyümesini desteklemektedir.^[26,27] Bununla birlikte gerçek pelvik devamsızlık varlığında modüler sistemlerin yeterli rijitliği sağlayamadığı durumlar bildirilmektedir.^[23-27] Bu olgularda özel üretim *triflange* implantlar kullanılabilir.^[23,25-27]

Modüler implantların klinik başarısı yalnızca tasarım özelliklerine değil, doğru endikasyon ve cerrahi tekniğe de bağlıdır.^[9,11,21] Primer artroplastide modüler baş-boyun sistemleri yaygın olarak kullanılmakta ve genel olarak tatmin edici sonuçlar bildirilmiştir.^[11,21] Ancak modüler boyun tasarımlarının bazı pazarlarda geri çekildiği ve komplikasyon oranlarının tartışmalı olduğu bilinmektedir.^[11] Bu durum modülerliğin her zaman avantaj sağlamadığını göstermektedir.^[9,11,21]

Sonuç olarak modülerlik, kalça artroplastisinde biyomekanik optimizasyon için güçlü bir araçtır; ancak uygun hasta seçimi ve cerrah tarafından rasyonel kullanımı büyük önem taşımaktadır. İmplant seçimi yapılırken hasta yaşı, aktivite düzeyi, kemik kalitesi, revizyon gereksinimi ve spinopelvik profili birlikte değerlendirilmelidir.

KİŞİYE ÖZEL İMPLANTLAR

İleri asetabular kemik kaybı ve pelvik devamsızlık, revizyon kalça artroplastisinin en karmaşık ve tartışmalı alanlarından birini oluşturmaktadır.^[23,25,27] Papprosky tip IIIA-IIIB defektler ve özellikle gerçek pelvik devamsızlık varlığında, standart hemisferik kap sistemleri yeterli te-

mas yüzeyi ve primer stabilite sağlayamayabilir.^[23,27] Bu durumda implantın yalnızca defekti doldurması değil, aynı zamanda pelvisin üst ve alt segmentleri arasında mekanik sürekliliği yeniden tesis etmesi gerekir.^[27] Bu gereksinim, kişiye özel implant tasarımlarının geliştirilmesine zemin hazırlamıştır.^[23,25]

Kap-kafes sistemleri ve modüler augment kombinasyonları, bu tip defektlerde yükü pelvisin sağlam bölgelerine aktarmayı amaçlamaktadır.^[26,27] Bununla birlikte kafes sistemlerinin biyolojik entegrasyon sağlamadığı ve zamanla mekanik yorgunluk gelişebileceği bildirilmiştir.^[27] Bu durum özellikle genç ve aktif hastalarda uzun dönem stabilite açısından soru işaretleri doğurmaktadır.^[27]

Kişiye özel *triflange* implantlar, pelvisin üç ana kolonuna (iliüm, iskiüm ve pubis) uzanan flanşlar aracılığıyla rijit stabilite sağlamayı hedefler.^[23,25,27] Bilgisayarlı tomografi temelli üç boyutlu modelleme ile defekt morfolojisi ayrıntılı şekilde analiz edilir ve implant hastaya özgü tasarlanır. Bu tasarımın temel avantajı geniş kemik temas yüzeyi oluşturarak yük dağılımını daha fizyolojik hâle getirmesidir.^[23]

Triflange implantlarda vida yerleşim planlaması da hasta spesifik olarak yapılmaktadır.^[39] Bu sayede pelvisin en sağlam kemik bölgelerine hedeflenmiş fiksasyon sağlanabilir. Vida yönlendirmesinin önceden planlanması da ameliyat sırasındaki güvenliği artırabilir.^[39]

Klinik seriler incelendiğinde, kişiye özel *triflange* implantların orta dönem takiplerde tatmin edici fonksiyonel sonuçlar sunduğu bildirilmektedir. Özellikle pelvik devamsızlık olgularında radyografik kaynama oranlarının yüksek olduğu rapor edilmiştir. Bununla birlikte komplikasyon oranlarının azımsanmayacak düzeyde olduğu da görülmektedir.^[23,25,27]

Dislokasyon oranlarının bazı serilerde yüksek bildirildiği dikkati çekmektedir.^[25,27] Bunun nedeni sıklıkla ileri yumuşak doku hasarı ve abdükör mekanizma yetersizliğidir. Bu nedenle bazı merkezler kişiye özel *triflange* implant ile birlikte çift eklem yüzeyli liner kullanmayı önermektedir.^[40]

Enfeksiyon oranlarının da revizyon hasta grubunda yüksek olduğu bilinmektedir.^[23,25] Bu durum implant tasarımından ziyade hasta popülasyonunun karmaşıklığı ile ilişkilidir. Ayrıca üretim süresinin uzun olması, enfeksiyon veya akut instabilite gibi acil durumlarda kişiye özel implant kullanımını sınırlandırabilir.^[25,27] Ayrıca kişiye özel implantların en önemli dezavantajlarından biri maliyettir.^[23-27]

Dijital planlama yazılımları, üç boyutlu pelvis modellemesi ve sanal implant simülasyonu imkânı sunmaktadır. Bu sistemler implant boyutlandırma, *offset* analizi ve

kemik noktaların sıkışmasının simülasyonu yapılmasına olanak tanır. Özellikle kompleks revizyon vakalarında üç boyutlu modelleme defekt morfolojisinin daha iyi anlaşılmasını sağlar.^[7,32]

Yapay zekâ destekli algoritmaların ortopedik cerrahiye entegrasyonu hız kazanmıştır.^[7] Makine öğrenmesi temelli sistemler radyografik ölçümleri otomatik olarak gerçekleştirebilir ve implant boyut tahmini yapabilir.^[32] Büyük veri analizleri sayesinde belirli hasta profillerinde komplikasyon riski öngörülebilir.^[32] Örneğin vücut kitle indeksi, kemik yoğunluğu, spinopelvik hareket ve önceki cerrahi öyküsü gibi parametreler bir araya getirilerek bireysel dislokasyon riskini öngörebilmek mümkündür.

Gelecekte modüler ayarlanabilirlik ile kişiye özel anatomik uyumun hibrit sistemlerde birleşmesi muhtemeldir. Örneğin, hasta spesifik asetabular kap ile modüler femoral sistem kombinasyonu bireyselleştirilmiş rekonstrüksiyon sağlanabilir. Ayrıca sensör entegreli implant konsepti, yük dağılımının gerçek zamanlı izlenmesine olanak tanıyabilir. Bu veriler erken gevşeme riskinin ön görülmesini sağlayabilir.

SONUÇ

Modüler ve kişiye özel implant sistemleri, TKA'nın evriminde önemli bir noktada bulunmaktadır. Modüler sistemler ameliyat sırasında biyomekanik uyumluluk sağlaması ve revizyon cerrahisinde özellikle kemik kaybı olan vakalarda adaptasyon açısından cerrahin işini kolaylaştırabilmektedir. Kişiye özel implantlar ise ileri asetabular kemik kaybı ve pelvik devamsızlık gibi daha zorlu durumlarda anatomik uyumlu ve yeterli stabilite sağlayan güçlü rekonstrüksiyon seçeneklerinden biridir. Bununla birlikte her iki komponentin de kendine has olumlu ve olumsuz tarafları bulunmaktadır. Modüler arayüzlerde sürtünme ve korozyon potansiyeli, kişiye özel implantlarda ise maliyet, üretim süresi ve uzun dönem veri eksikliği göz önünde bulundurulmalıdır. Gelecekte kalça artroplastisi, mekanik rekonstrüksiyonun ötesinde veri temelli, biyolojik uyumlu ve kişiselleştirilmiş bir cerrahi olarak şekillenecektir. Modülerlik ve kişiye özgü tasarım arasındaki denge, hasta faktörleri ve biyomekanik gereksinimler doğrultusunda kurulmalıdır. Bu bağlamda implant seçimi teknik bir tercih değil, multidisipliner ve bireyselleştirilmiş bir karar süreci olarak ele alınmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Srinivasan A, Jung E, Levine BR. Modularity of the femoral component in total hip arthroplasty. J Am Acad Orthop Surg 2012;20(4):214-22. [Crossref](#)

2. De Martino I, D'Apolito R, Soranoglou VG, Poultsides LA, Sculco PK, Sculco TP. Dislocation following total hip arthroplasty using dual mobility acetabular components: A systematic review. *Bone Joint J* 2017;99-B(ASuppl1):18-24. [Crossref](#)
3. Learmonth ID, Young C, Rorabeck C. The operation of the century: Total hip replacement. *Lancet* 2007;370(9597):1508-19. [Crossref](#)
4. Sculco PK, Wright T, Malahias MA, Gu A, Bostrom M, Haddad F, et al. The diagnosis and treatment of acetabular bone loss in revision hip arthroplasty: An international consensus symposium. *HSS J* 2022;18(1):8-41. [Crossref](#)
5. Kemah B, Çamur S. Revizyon total kalça artroplastisi endikasyonları. *TOTBİD Dergisi* 2021;20(6):629-37. [Crossref](#)
6. Riesgo AM, Hochfelder JP, Adler EM, Slover JD, Specht LM, Iorio R. Survivorship and complications of revision total hip arthroplasty with a mid-modular femoral stem. *J Arthroplasty* 2015;30(12):2260-3. [Crossref](#)
7. Chen X, Liu X, Wang Y, Ma R, Zhu S, Li S, et al. Development and validation of an artificial intelligence preoperative planning system for total hip arthroplasty. *Front Med* 2022;9:841202. [Crossref](#)
8. Köken M, Kara AH. Total kalça artroplastisinde aşınma ve osteoliz. *TOTBİD Dergisi* 2021;20(6):654-9. [Crossref](#)
9. Radaelli M, Buchalter DB, Mont MA, Schwarzkopf R, Hepinstall MS. A new classification system for cementless femoral stems in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2023;38(3):502-10. [Crossref](#)
10. Callaghan JJ, Salvati EA, Pellicci PM, Wilson PD Jr, Ranawat CS. Results of revision for mechanical failure after cemented total hip replacement, 1979 to 1982. A two to five-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67(7):1074-85. [Crossref](#)
11. Kim JT, Yoo JJ. Implant design in cementless hip arthroplasty. *Hip Pelvis* 2016;28(2):65-75. [Crossref](#)
12. Khanuja HS, Vakil JJ, Goddard MS, Mont MA. Cementless femoral fixation in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93(5):500-9. [Crossref](#)
13. Güler O, Esenkaya İ, Göçer H. Total kalça artroplastisinde instabilite. *TOTBİD Dergisi* 2021;20(6):660-8. [Crossref](#)
14. Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr R, Compere CL, Zimmerman JR. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60(2):217-20. [Crossref](#)
15. Stefl M, Lundergan W, Heckmann N, McKnight B, Ike H, Murgai R, et al. Spinopelvic mobility and acetabular component position for total hip arthroplasty. *Bone Joint J* 2017;99-B(1 Supple A):37-45. [Crossref](#)
16. Rivière C, Lazennec JY, Van Der Straeten C, Auvinet E, Cobb J, Muirhead-Allwood S. The influence of spine-hip relations on total hip replacement: A systematic review. *Orthop Traumatol Surg Res* 2017;103(4):559-68. [Crossref](#)
17. Buckland AJ, Vigdorichik J, Schwab FJ, Errico TJ, Lafage R, Ames C, et al. Acetabular anteversion changes due to spinal deformity correction: bridging the gap between hip and spine surgeons. *J Bone Joint Surg Am* 2015;97(23):1913-20. [Crossref](#)
18. Dorr LD, Callaghan JJ. Death of the Lewinnek "safe zone". *J Arthroplasty* 2019;34(1):1-2. [Crossref](#)
19. DelSole EM, Vigdorichik JM, Schwarzkopf R, Errico TJ, Buckland AJ. Total hip arthroplasty in the spinal deformity population: Does degree of sagittal deformity affect rates of safe zone placement, instability, or revision? *J Arthroplasty* 2017;32(6):1910-7. [Crossref](#)
20. Heckmann N, McKnight B, Stefl M, Trasolini NA, Ike H, Dorr LD. Late dislocation following total hip arthroplasty: Spinopelvic imbalance as a causative factor. *J Bone Joint Surg Am* 2018;100(21):1845-53. [Crossref](#)
21. Park CW, Lim SJ, Park YS. Modular stems: Advantages and current role in primary total hip arthroplasty. *Hip Pelvis* 2018;30(3):147-55. [Crossref](#)
22. Molloy DO, Munir S, Jack CM, Cross MB, Walter WL, Walter WK Sr. Fretting and corrosion in modular-neck total hip arthroplasty femoral stems. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96(6):488-93. [Crossref](#)
23. Taunton MJ, Fehring TK, Edwards P, Bernasek T, Holt GE, Christie MJ. Pelvic discontinuity treated with custom triflange component: A reliable option. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470(2):428-34. [Crossref](#)
24. Berry DJ, Lewallen DG, Hanssen AD, Cabanela ME. Pelvic discontinuity in revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81(12):1692-702. [Crossref](#)
25. Chiarlone F, Zanirato A, Cavagnaro L, Alessio-Mazzola M, Felli L, Burastero G. Acetabular custom-made implants for severe acetabular bone defect in revision total hip arthroplasty: A systematic review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg* 2020;140(3):415-24. [Crossref](#)
26. Çağlar Ö, Güneş Z. Revizyon kalça artroplastisinde asetabular kemik kaybı sınıflandırması ve rekonstrüksiyon seçenekleri. *TOTBİD Dergisi* 2021;20(6):695-705. [Crossref](#)
27. Başarır K, Çetin H. Revizyon kalça artroplastisinde pelvik devamsızlık. *TOTBİD Dergisi* 2021;20(6):715-22. [Crossref](#)
28. Xia RZ, Zhai ZJ, Chang YY, Li HW. Clinical applications of 3-dimensional printing technology in hip joint. *Orthop Surg* 2019;11(4):533-44. [Crossref](#)
29. Sayed A, Elkohail A, Soffar A, Elbanna M, Radu L, Wasim Shaffe Ahamed M, et al. Current concepts in artificial intelligence-assisted arthroplasty: A review of the perioperative pathway. *Cureus* 2025;17(12):e99946. [Crossref](#)
30. Restrepo C, Mashadi M, Parvizi J, Austin MS, Hozack WJ. Modular femoral stems for revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2011;469(2):476-82. [Crossref](#)
31. Leclercq G, Fessy MH, Philippot R, Massin P, Giraud F, Flecher X, et al. Femoral offset: Anatomical concept, definition, assessment, implications for preoperative templating and hip arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res* 2009;95(3):210-9. [Crossref](#)
32. Kheir MM, Drayer NJ, Chen AF. An update on cementless femoral fixation in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2020;102(18):1646-61. [Crossref](#)

33. Cooper HJ, Urban RM, Wixson RL, Meneghini RM, Jacobs JJ. Adverse local tissue reaction arising from corrosion at the femoral neck-body junction in a dual-taper stem with a cobalt-chromium modular neck. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95(10):865-72. **Crossref**
34. Pour AE, Borden R, Murayama T, Groll-Brown M, Blaha JD. High risk of failure with bimodular femoral components in THA. *Clin Orthop Relat Res* 2016;474(1):146-53. **Crossref**
35. Kouzelis A, Georgiou CS, Megas P. Dissociation of modular total hip arthroplasty at the neck-stem interface without dislocation. *J Orthop Traumatol* 2012;13(4):221-4. **Crossref**
36. Uluçay Ç, Özler T, Mazmanoğlu O, Altıntaş F. Revizyon kalça cerrahisinde femoral sorunlar ve rekonstrüksiyon seçeneklerinin incelenmesi. *TOTBİD Dergisi* 2021;20(6):706-14. **Crossref**
37. McInnis DP, Horne G, Devane PA. Femoral revision with a fluted, tapered, modular stem seventy patients followed for a mean of 3.9 years. *J Arthroplasty* 2006;21(3):372-80. **Crossref**
38. Işık Ç, Tahta M. Use of a conical fluted femoral stem eliminates the need for fixation in patients who have crowe type 3 or 4 coxarthrosis undergoing subtrochanteric osteotomy. *J Arthroplasty* 2025;40(12):3200-6. **Crossref**
39. Tikhilov RM, Volykhin RD, Bilyk SS, Kovalenko AN, Dzhavadov AA, Shubnyakov II. Primary total hip arthroplasty using custom-made acetabular implants in patients with high hip dislocation: Surgical technique and results. *Bone Jt Open* 2025;6(5 Supple A):41-50. **Crossref**
40. Mika AP, Wilson JM, Christie MJ, Christie MC, DeBoer DK, Morrison JC, et al. Primarily constraining custom triflange patients: Weighing the risks of instability versus fixation? *J Arthroplasty* 2025;40(9S1):S411-7. **Crossref**