



# Kıkırdak lezyonlarının yükten korunması işlemleri

## Procedures to prevent cartilage lesions from load

Olçay Güler<sup>1,2</sup>, İrfan Esenkaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Arel Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

<sup>2</sup>Memorial Sağlık Grubu Şişli Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

<sup>3</sup>Emekli Öğretim Üyesi, Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, SANTE Tıp Merkezi, İstanbul

Kıkırdak lezyonları, özellikle yük taşıyan alt ekstremitte eklemlerinde sık görülmektedir. Yapısı gereği kıkırdak dokunun iyileşme potansiyeli çok sınırlıdır. Bu nedenle yük taşıyan eklemlerdeki kıkırdak lezyon tedavisini planlarken, hastaların kıkırdak lezyonu olan bölgelerde anormal yüklenmeye neden olabilecek dizilim bozukluğu ve deformitelerin araştırılması gereklidir. Alt ekstremitte eklemlerinden hem uyumsuz geometriye sahip olması, hem de dizilim bozukluğunun sık görülmesi nedeniyle diz ekleminde kıkırdak lezyon görülme oranı yüksektir. Diz eklemi medial kompartman kıkırdak lezyonlarına varus dizilim bozukluğunun da eşlik ettiği hastalarda, kıkırdak lezyon tedavisi ile birlikte proksimal tibia valgus osteotomisi uygulanabilmektedir. Valgus dizilim bozukluğunun eşlik ettiği lateral kompartman kıkırdak lezyonları olan hastalarda femur distal varus osteotomileri tedavi planına eklenebilir. Kalça eklemi kıkırdak lezyonlarında, özellikle femur başının belirli bir alanındaki teması azaltmak ve yüklenmeyi sağlıklı yüzeye aktarmak için asetabulum ve proksimal femoral osteotomiler uygulanabilmektedir. Kıkırdak lezyonlarının tedavisinde eklemlere gelen anormal yüklenmelere neden olan dizilim bozukluğu ve deformiteler dikkate alınmalıdır.

**Anahtar sözcükler:** kıkırdak lezyonu; yükten korunma; osteoartrit; osteotomi; dizilim bozukluğu

Cartilage lesions are seen frequently and particularly at weight bearing lower extremity joints. The healing potential of cartilage tissue is so limited because of its unique nature. Because of this while planning the treatment of cartilage lesions at weight bearing joints, malalignment and deformities which may cause abnormal loads on cartilage lesion sites should be investigated. Because of its incongruous geometrical structure and common occurrence of malalignment, incidence of cartilage lesions is high in knee joint of lower extremity. In patients who have concomitant medial compartment cartilage lesion and varus alignment proximal tibial valgus osteotomy can be performed in addition to cartilage lesion treatment. Conversely in patients who have lateral compartment cartilage lesion and valgus alignment distal femoral varus osteotomy procedure can be added to treatment plan. For the hip joint cartilage lesions to decrease the contact on a particular area and transfer the weight on a healthy surface acetabular and proximal femoral osteotomies can be performed. The malalignment and deformities which cause abnormal loads on joints should be taken into consideration for the treatment of cartilage lesions.

**Key words:** cartilage lesion; load protection; osteoarthritis; osteotomy; malalignment

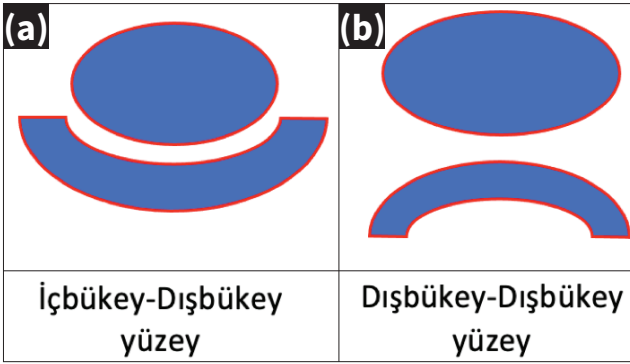
**S**inovyal tip eklemlerde, kemik yüzeylerin birbirleriyle olan uyum durumu, anatomik yerleşimi ve yük taşıma kapasitelerinde değişime bağlı olarak, kıkırdak kalınlıkları ve eklem içi destek yumuşak doku özellikleri de farklılık gösterebilmektedir.<sup>[1]</sup> Dışbükey eklem yüzeylerin merkezinde kıkırdak kalınlığı fazla iken, içbükey eklem yüzeylerinde ise periferik kısımda kıkırdak kalınlığı fazladır. Kıkırdak kalınlığı az ancak uyumu yüksek olan ayak bileği eklemi yüklenmeleri tüm kıkırdak yüzeye dağıtırken, kıkırdak kalınlığı fazla

ancak uyumu düşük olan diz eklemi yüklenmeleri dağıtamaz ve kıkırdakta lokal temas stresi ortaya çıkar.<sup>[2]</sup> Özellikle diz ekleminin medial kompartmanının eklem yüzey yapısı içbükey-dışbükey uyumlu yüzeye sahipken, lateral kompartman dışbükey-dışbükey uyumsuz yüzeye sahip olması, aynı eklem farklı bölgelerinde farklı temas stresinin olabileceğini göstermektedir (Şekil 1). Yük taşıyan eklemlerin, anatomisi, geometrisi, eklem yüzey uyumu, eklem yüzey şekilleri, kıkırdak kalınlıkları ve eklem stabilitesi, kıkırdak hasarlarının

**İletişim / Contact:** Prof. Dr. Olçay Güler • **E-posta / E-mail:** olcayguler77@gmail.com

**ORCID iD:** Olçay Güler, 0000-0002-0022-0439 • İrfan Esenkaya, 0000-0002-7321-0012

**Geliş / Received:** 12 Kasım 2022 • **Revizyon / Revised:** 22 Aralık 2022, 3 Ocak 2023 • **Kabul / Accepted:** 5 Ocak 2023



**Şekil 1.a-b.** İçbükey-dışbükey yüzey, uyumlu eklem (a) ve dışbükey-dışbükey yüzey, uyumsuz eklem (b) gösterilmesi.

oluşmasını etkileyen önemli faktörlerdendir.<sup>[1]</sup> Bu değişkenlere göre yük taşıyan eklemlerde kıkırdak hasar ve osteoartrit oranları da değişkendir.<sup>[1,2]</sup>

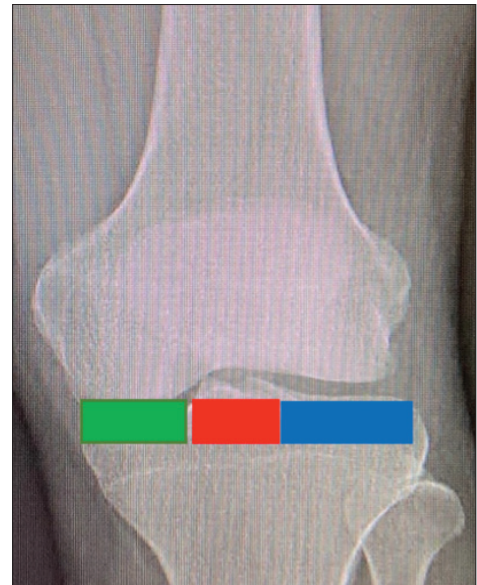
Kıkırdak ve/veya kıkırdak altı kemik doku içeren lezyonlarının doğal seyri sonucunda osteoartrite ilerleyebileceği bilinmektedir. Osteoartrite ilerlemeyi etkileyen faktörler arasında yaş, vücut kitle indeksi, genetik faktörler, aktivite seviyesi, eklem içi yumuşak doku sorunları, dizilim kusuru ve deformiteler sayılabilir.<sup>[1,2]</sup> Ayrıca kıkırdak doku hasar boyutu, derinliği ve genişliği de oldukça önemli faktörler arasındadır. Kıkırdak lezyonlarının varlığında, eklem temas stresin artmasına bağlı, lezyon çevresi komşu kıkırdak doku canlılığını olumsuz etkileyerek osteoartrite doğru ilerleme hızlı olmaktadır. Bu nedenle kıkırdak lezyon ve çevresinde anormal yüklenmelerin azaltılması hasarın ilerlemesini yavaşlatmakta hatta iyileşmesini destekleyebilmektedir.<sup>[3]</sup>

Kıkırdak hasarları, gerek farklı anatomisi ve geometrisi, gerekse ciddi yüklenmelere maruz kalmaları nedeniyle özellikle alt ekstremitelerde diz, kalça ve ayak bileği eklemlerinde sık görülmektedir.<sup>[1]</sup> Aşırı ve dengesiz yüklenmelere bağlı kıkırdak hasarlarının ilerlemesine neden olan hastaya bağlı lokal faktörler arasında, alt ekstremitelerde dizilim bozuklukları önem arz etmektedir.<sup>[1,2]</sup> Özellikle hem uyumsuz geometrisi hem de dizilim sorunlarının sık görülmesi nedeniyle kıkırdak hasarı ve osteoartrit sıklığı kalça ve ayak bileği eklemlerine göre diz ekleminde daha yaygın görülmektedir. Diz ekleminin diğer önemli farklılığı da oluşan kıkırdak hasarı küçük boyutlarda olsa bile hastalarda erken dönemde ağrı, hareket kısıtlılığı ve fonksiyonel kayıplara neden olmasıdır.<sup>[1-3]</sup> Derlememizde özellikle diz eklemi olmak üzere alt ekstremitelerde eklemlerindeki kıkırdak lezyonlarını yükten kurtaran cerrahi tedaviler irdelenmiştir.

## DİZ EKLEMİ KIKIRDAK LEZYONLARINDA YÜKTEN KURTARAN İŞLEMLER

Diz eklemi kıkırdak lezyonlarının tedavisinde son yıllarda biyolojik iyileşmeyi elde etmek için birçok farklı tedavi yöntemleri geliştirilmektedir.<sup>[1,2]</sup> Diz eklemi kıkırdak lezyonlarının tedavisinde öncelikle diz eklemindeki menisküs sorunlarının, bağ yetmezliklerinin ve dizilim bozukluğu veya deformitelerin düzeltilmesi gerekir. Özellikle dizilim bozukluğu olan hastalarda sadece kıkırdak hasarlarının tedavi edilmeye çalışılması başarısızlıkla sonuçlanmaktadır.<sup>[1]</sup> Dolayısıyla hastalarda kıkırdak lezyonlarını tedavi ederken dizilim bozukluğu mutlaka incelenmeli ve tedavi planı içine dahil edilmelidir. Alt ekstremitelerde dizilim bozukluğu, diz ekleminde kıkırdak hasarına veya osteoartrit oluşmasına neden olabileceği gibi, kıkırdak hasarı veya osteoartritte diz anatomisinde dizilim bozukluğuna neden olabilmektedir.<sup>[4,5]</sup>

Koronal plan dizilim bozukluğu olmayan alt ekstremitelerde kompresif yüklerin %60-80'i diz ekleminin medial kompartmanından geçmektedir.<sup>[1]</sup> Varus veya valgus dizilim bozukluğu diz eklemi medial veya lateral kompartmanında anormal yüklenmeye bağlı kıkırdak lezyonlarının oluşmasına ve osteoartritin gelişmesine neden olabilmektedir (Şekil 2).<sup>[1,5,6]</sup> Cicuttini ve ark.'nın yaptıkları çalışmada diz ekleminde varus açısı azaldıkça medial kompartman kıkırdak hacimlerinde artma; valgus açısında artma olduğunda lateral kompartman kıkırdak hacminde azalma olduğu bildirilmiştir.<sup>[7]</sup>



**Şekil 2.** Alt ekstremitelerde mekanik aksının tibia proksimal eklem yüzeyinde geçtiği bölgeye göre; kırmızı alan nötral dizilim, yeşil alan varus dizilim, mavi alan valgus dizilimi göstermektedir.

Diz ekleminde kıkırdak lezyonları sıklıkla femur kondillerinde (%43-58), patellada (%11-36) ve trokleada (%6-16) görülmektedir. Lezyonların çoğu (%68) fokal kıkırdak hasarı şeklinde ve %90'ı 4 cm<sup>2</sup>'den küçüktür. Sıklığı nedeniyle özellikle femur kondillerde kıkırdak lezyonlarına eşlik eden varus-valgus koronal plan dizilim bozukluğunun düzeltilmesi tedavi başarısını arttırmaktadır.<sup>[8]</sup>

Varus dizilim bozukluğu olan dizlerde medial kompartmanda anormal yüklenmeye bağlı kıkırdak hasarı ortaya çıkabilmektedir. Alt ekstremitte varus diziliminin %6-8 oranında artması medial kompartmanda %20'ye kadar artışa neden olur. Dört ila altı derece varusu olan hastalarda, diz eklemine gelen yüklerin %90'ı medial kompartmandan geçmektedir.<sup>[1,9]</sup> Yürüme sırasında normal dizilimi olan kişilerde diz eklemi medial kompartmanına vücut ağırlığının üç katı yük gelirken, 10° varusu olan hastalarda ise bu oran 7,4 kata çıkmaktadır.<sup>[10]</sup>

Diz eklemi medial kompartmanındaki kıkırdak lezyonlarına eşlik eden varus dizilim bozukluğu olan dizlerde sıklıkla proksimal tibia valgus osteotomisi (PTVO) uygulanmaktadır.<sup>[11,12]</sup> Proksimal tibia valgus osteotomisi; medial açık kama (tek veya iki planlı), lateral kapalı kama veya *dome* (kubbe) şeklinde uygulanabilir. Bu tekniklerin kendine has özellikleri ve zorlukları mevcuttur. Cerrah hangi tekniği uygulayacağına tecrübesi ve alışkanlıklarına göre karar vermelidir.<sup>[1,11]</sup>

Proksimal tibia valgus osteotomisinde temel amaç, medial kompartmana gelen anormal yüklenmenin azaltılması ve bu sayede kıkırdak hasarlarının ilerlemesinin engellenmesidir.<sup>[1]</sup> Alt ekstremitte varus dizilim bozukluğu olan hastalarda uygulanan PTVO ile yeterli ve uygun düzeltme elde edildiğinde medial kompartmandaki kıkırdağa gelen anormal yüklenme azalmaktadır.<sup>[1,11]</sup> Mina ve ark., kadavra çalışmalarında femur medial kondilde 10 milimetre (mm) boyutunda kıkırdak hasarı oluşturmuşlar, eksternal fiksator tespitle proksimal tibial osteotomi uygulamışlar, farklı varus ve valgus açılarında diz eklemi medial kompartmana gelen basıncı incelemişlerdir. Alt ekstremitte dizilimi varustan valgusa doğru değiştikçe femur medial kondil kıkırdak hasar bölgesinde temas basıncının azaldığını bildirmişlerdir.<sup>[13]</sup>

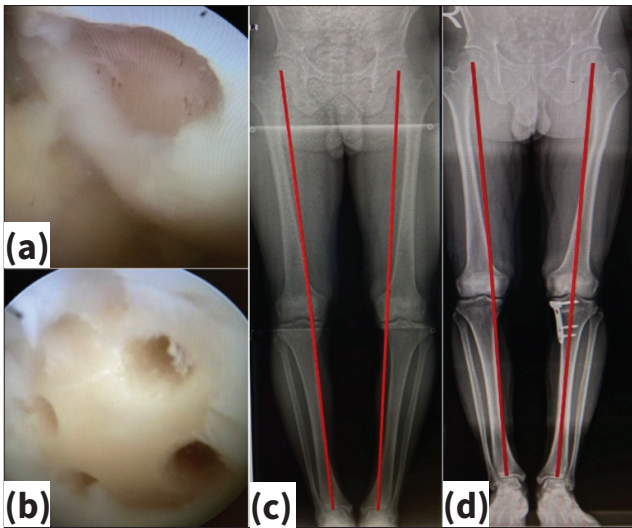
Medial kompartmana gelen anormal yüklenmeleri lateral tibia platosunu doğru yönlendirmek amacıyla uygulanan PTVO'da düzeltme derecesinin belirlenmesi kıkırdak hasarlarının tedavisinde anahtar rol oynamaktadır. Yetersiz düzeltme veya çok fazla düzeltme olası yetersiz tedavi veya yeni sorunlarla karşılaşmamıza neden olmaktadır.<sup>[1]</sup> Düzeltme derecesi hesaplanırken, ameliyat sonrası alt ekstremitte mekanik aksının diz eklemi orta noktası veya hafif lateralinden geçmesi hedeflen-

mektedir. Genellikle PTVO sonrası diz eklemi mekanik aksının geçmesi gereken en uygun yük binme bölgesinin proksimal tibia eklem yüzey toplam genişliğinin %62-65 laterali olması amaçlanır. Farklı çalışmalarda başarılı sonuç almak için elde edilecek düzeltmenin mekanik eksene göre 5° valgus, anatomik eksene göre 9-10° valgus açılarında ulaşmak olduğu belirtilmiş olmakla birlikte ideal düzeltme açısı veya miktarı konusunda tartışmalar devam etmektedir.<sup>[1,14,15]</sup>

Klasik çalışmalardan biri olan Fujisawa ve ark.'nın makalesinde; medial kompartman kıkırdak hasarı ve osteoartriti olan, PTVO uyguladıkları hastaları inceleyen çalışmalarında, osteotomi öncesi artroskopi yaparak eklem içi kıkırdak durumu değerlendirmişlerdir. Ardından hastalara kapalı kama veya kubbe valgus osteotomisi uygulamışlardır. Hastaların takiplerinde ikincil bakı artroskopiyle kıkırdak lezyonlarını değerlendirmişlerdir. Kıkırdak doku iyileşmesinin en iyi olduğu hastaların ameliyat sonrası mekanik aksının orta hattından %30-40 lateralinden yani tibia proksimal eklem yüzey genişliğinin %65-70'inden geçtiği hastalarda olduğu görülmüştür.<sup>[16]</sup> Coventry ve ark., PTVO sonrası ideal anatomik tibio-femoral açının 10° valgusta (mekanik tibio-femoral açının 3-5°) olmasını önermişlerdir ve 10 yıllık takiplerinde mükemmel sonuçlar aldıklarını belirtmişlerdir.<sup>[17]</sup> Hernigou ve ark., medial açık kama PTVO yaptıkları hastaların 11,5 yıl takiplerinde en iyi sonucun ameliyat sonrası mekanik tibiofemoral açının 3-5° valgus aralığında olan hastalarda olduğunu bildirmişlerdir.<sup>[18]</sup> Dugdale ve ark., trigonometrik incelemelerinde ameliyat sonrası yüklenme alanının %62 lateral platodan geçmesi gerektiği üzerinde durmuşlardır.<sup>[19]</sup> Ancak yapılan biyomekanik ve diz modelleme çalışmalarında; mekanik tibiofemoral dizilimin 3°'den daha fazla valgus açılanması ile nötral dizilim açılanması arasında medial kompartmana gelen kontakt basıncında belirgin değişiklik olmadığı bildirilmiştir.<sup>[20,21]</sup> Bu nedenle aşırı valgus düzeltmenin yapılmasının gereksiz olduğuna vurgu yapmışlardır.<sup>[20,21]</sup> Jacob ve ark., PTVO sonrası standart bir mekanik dizilim elde edilmesi yerine hastaya özel bir planlama yapılmasını önermişlerdir. Medial kompartmandaki kıkırdak kalınlığı ve hasarına göre karar verilmesini tavsiye etmişlerdir. Kıkırdak kalınlığındaki kayıp %30'dan az ise mekanik aksın proksimal tibia plato eklem yüzeyinin %10-15 lateralinden, %30-60 aralığında kıkırdak kaybı varsa mekanik aksın tibia platonun %20-25 lateralinden, kıkırdak kaybı daha fazlaysa mekanik aksın tibia plato %30-35 lateralinden geçmesi gerektiğini önermişlerdir.<sup>[22]</sup> Birçok çalışma, PTVO ile birlikte kıkırdak tamir (subkondral drilleme, abrazyon artroplastisi, mikrokirik, kondrosit veya kök hücre implantasyonu) veya rekonstrüksiyon (allogreft transferi)

yöntemleriyle birlikte uygulanmasını tavsiye etmiş, ameliyat sonrası 0-3° valgus açılanması olan hastalarda klinik sonuçların daha başarılı olduğunu bildirmiştir.<sup>[23-26]</sup>

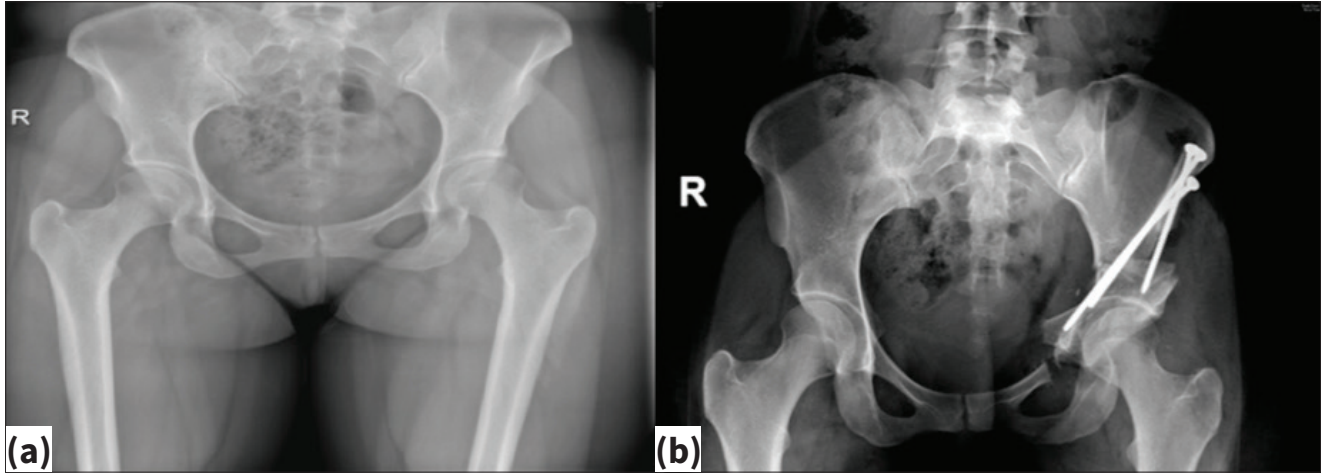
Kıkırdak hasarı ve varus dizilim bozukluğu olan hastalarda PTVO, tek başına veya aynı seansta kıkırdak tamir veya rekonstrüksiyon tedavileri ile birlikte de uygulanabilmektedir (Şekil 3). Hsu ve ark. medial kompartman osteoartrit veya osteonekroz ile birlikte varus dizilim bozukluğu olan 108 hastaya Maquet proksimal tibia valgus osteotomisi uygulamışlardır. Yazarlar 53 hastaya osteotomi öncesi ve sonrası artroskopik değerlendirme yapmışlardır. Femur medial kondilde kıkırdak hasarı olan 30 hastayla medial tibia platosunda kıkırdak hasarı olan 23 hastada kıkırdak hasarlarında 1 ile 3 evre aralığında kıkırdak yüzey iyileşmesi elde edilmiştir.<sup>[23]</sup> Tippett ve ark.'nın 150 vakalık serilerinde subkondral drillleme ve Maquet proksimal tibia valgus osteotomisi uyguladıkları hastalara, ameliyat sonrası 15. ayda ikinci bakı artroskopi uygulamışlar. İkinci bakı artroskopide kıkırdak hasarı olan bölgelerden aldıkları biyopsilerde fibroblastların kondrositlere dönüşerek hiyalin benzeri kıkırdak oluşturduğu tespit edilmiştir.<sup>[24]</sup> Akizuki ve ark. medial kompartman osteoartriti nedeniyle proksimal tibia valgus osteotomisi uyguladıkları hastaları iki gruba ayırmışlardır. Bir gruba sadece PTVO, diğer gruba PTVO ile birlikte abrazyon artroplastisi uygulamışlardır. Bir yıl sonra yapılan ikinci bakı artroskopisinde alınan biyopsi örnekleri incelenmiş, hiyalin benzeri ve fibroz kıkırdak elde edildiği tespit edilmiştir. Klinik skorların PTVO'nun



**Şekil 3.a-d.** Otuz yedi yaşında erkek hastanın sol diz femur medial kondilde evre 4 kıkırdak lezyonunda (a) artroskopik yöntemle mikrokirik uygulanması (b). Her iki alt ekstremitte ön-arka ortoröntgenografide varus dizilim bozukluğu (c) olan hastaya proksimal tibia valgus osteotomisi uygulandıktan sonra varus dizilim bozukluğunun düzeldiğini gösteren her iki alt ekstremitte ön-arka ortoröntgenografisi (d).

yarattığı dinamik değişime bağlı olduğu bulunmuştur.<sup>[25]</sup> Kim ve ark. femur medial kondilde öpüşen (*kissing*) kıkırdak lezyonu olan hastalara kondroplasti ve medial açık kama PTVO uygulamışlardır. Hastaların beş yıllık takiplerinde hem klinik hem de ikincil bakı artroskopisinde kıkırdak hasarlarında belirgin iyileşme olduğunu tespit etmişlerdir.<sup>[26]</sup> Bode ve ark. çalışmalarında ortalama 4,9° varus deformitesi ve tam kat kıkırdak lezyonu olan 40 hastaya otolog kondrosit implantasyonu ile birlikte PTVO uygulamışlardır. Hastaların ortalama 60 aylık takiplerinde klinik sonuçlarda belirgin düzelme ve ameliyat sonrası üçüncü ayda çalışma hayatlarına döndüklerini belirtmişlerdir.<sup>[27]</sup> Hsu ve ark. tam kat kıkırdak lezyonu ve varus dizilim bozukluğu olan hastalara proksimal tibia valgus osteotomisiyle birlikte osteokondral allogreft transferi uygulamışlardır. Ortalama 8,1 yıllık takiplerinde hastaların %88'inde allogreftlerin sağ kaldığını bildirmişlerdir.<sup>[28]</sup>

Diz ekleminde valgus dizilim bozukluğu, varus dizilim bozukluğuna göre daha az görülmektedir. Diz eklemi lateral kompartmanda oluşan kıkırdak lezyonları, konveks-konveks uyumsuz eklem yüzeyi nedeniyle hasarın büyümesi ve osteoartrite doğru ilerleyişi hızlandırabilir. Valgus dizilim bozukluğu olan diz ekleminde, özellikle lateral kompartmanda ve patellofemoral eklemden anormal yüklenme görülmektedir.<sup>[29-31]</sup> Valgus dizilim bozukluğu düzeltmek için uygulanan varus osteotomileri, distal femur (medial kapalı veya lateral açık kama) veya proksimal tibiadan uygulanmaktadır.<sup>[29]</sup> Diz ekleminde valgus dizilim bozukluğu lateral femoral kondil gelişim sorununa, lateral kompartmanı ilgilendiren kırıklara, total veya subtotal lateral menisektomiye veya eklem dışı deformitelere bağlı ortaya çıkabilmektedir.<sup>[29,30]</sup> Valgus dizilim bozukluğuna bağlı mekanik aks lateral kompartmandan geçmektedir.<sup>[29-31]</sup> Son yıllarda valgus dizilim bozukluğunu düzeltmek için uygulanan distal femoral osteotomiler sıklıkla uygulanmaktadır. Düzeltme sonrası alt ekstremitte mekanik aksın tibia orta hattından (medial-lateral tibial çıkıntılar arasında) geçmesi önerilmektedir.<sup>[30]</sup> Lateral kompartman kıkırdak hasarıyla birlikte valgus deformitesi olan hastalarda, distal femur varus osteotomisi (DFVO) ile birlikte kıkırdak tamir veya rekonstrüksiyon işlemleri yapılabilir. Valgus dizilim bozukluğuyla birlikte lateral kompartman artrozu olan hastalarda DFVO uygulamasının kısa ve orta dönem sonuçlarının başarılı olduğu bilinmektedir.<sup>[31,32]</sup> Drexler ve ark. lateral tibia plato kırığı sonrası başarısız cerrahi geçiren 27 hastaya DFVO ile birlikte taze osteokondral allogreft uygulamışlardır. Hastaların 10 yıllık takiplerinde %88 oranında sağkalım elde etmişlerdir.<sup>[30]</sup>



**Şekil 4.a-b.** Otuz yaşında kadın hastanın her iki kalça ekleminde asetabular displaziye bağlı femur başında örtüm yetmezliğini gösteren pelvis ön-arka grafi (a). Sol kalça eklemine uygulanan periasetabular osteotomi sonrası sol femur başının örtümünün artırılmasını gösteren pelvis ön-arka grafi (b). (Doç. Dr. Emre Özden'in izniyle arşivinden alınmıştır).

Patellofemoral eklem (PFE), kıkırdak hasarlarının tedavisinde gerek anatomisi gerekse biyomekanik özellikleri nedeniyle zorluklar içermektedir. Patellofemoral eklem kıkırdak hasarları, genellikle tekrarlayan mikrotravma, akut travma, alt ekstremitte dizilim bozukluğu ve patellofemoral instabilite sonucu ortaya çıkabilmektedir.<sup>[33]</sup> Patellofemoral eklem kıkırdak hasarlarının tedavisinde, kıkırdak tamir veya rekonstrüksiyon işlemlerine ek olarak tibial tüberkül (TT) osteotomileri de sıklıkla uygulanmaktadır.<sup>[33]</sup> Patellofemoral eklemdaki kıkırdak hasarlarının yerleşimine göre tibial tüberkül anteriora, mediale veya anteromediale yer değiştirilebilir.<sup>[34]</sup> Patellofemoral eklem artrozu olan hastalarda, patellar tendonu anteriora alarak patellofemoral eklem temas basıncını düşürmeyi hedeflemek amacıyla uygulanan tibial tüberkülü anteriora yer değiştiren osteotomi ilk olarak Maquet tarafından tanımlanmıştır.<sup>[35]</sup> Maquet osteotomisinin orta-uzun dönem sonuçları incelendiğinde %60-80 oranında başarılı olduğu bildirilmiştir. Ancak %10-37 oranında cilt nekrozu olabileceği unutulmamalıdır.<sup>[34]</sup> Özellikle patellofemoral lateral instabiliteye eşlik eden kıkırdak hasarlarında, tibial tüberkülü mediale yer değiştirerek, tibial tüberkül-troklear oluk arası mesafeyi azaltmayı hedefleyen medializasyon osteotomisinin %53-74 oranında başarılı olduğu belirtilmiştir.<sup>[34]</sup> Patellofemoral instabilite ve/veya patella alt kutup ile patella lateral fasetteki kıkırdak hasarı olan hastalarda, tibial tüberkülü anteromediale yer değiştiren Fulkerson tarafından tanımlanan tibial tüberkül anteromedializasyon osteotomisi uygulanabilmektedir.<sup>[36]</sup> Fulkerson osteotomisi uygulanan hastalarda %65-93 oranlarında başarılı sonuçlar bildirilmiştir.<sup>[36]</sup>

#### KALÇA EKLEMİ KIKIRDAK LEZYONLARINDA YÜKTEN KURTARAN İŞLEMLER

Kalça eklemine kıkırdak hasarları, sıklıkla femur başı avasküler nekrozuna, asetabular displaziye, travmaya ve femoroasetabular sıkışma hastalığına bağlı ortaya çıkmaktadır.<sup>[37]</sup> Kalça eklemi kıkırdak hasarlarının tedavisinde de birçok kıkırdak tamir veya rekonstrüksiyon teknikleri uygulanmaktadır. Kalça eklemi kıkırdak hasarlı bölgeye gelen anormal yüklenmeye neden olan sorunların ortaya konması önem arz etmektedir.<sup>[37]</sup> Özellikle genç yaş grubu hastalarda görülen asetabular displazi, erken dönemde tedavi edilmediği takdirde total kalça artroplasti cerrahisi gerektiren kalça artrozuna ilerleyebilmektedir. Asetabular displazi olgularında femur başındaki teması azaltmak için farklı asetabular osteotomiler tanımlanmıştır. Asetabular displaziye bağlı yük taşıyan femur başı kıkırdak hasarının genç erişkindeki tedavisinde, periasetabular osteotomiyle femur başının örtünmesinin artırılması temel hedeftir (Şekil 4). Periasetabular osteotominin, kısa ve orta dönem sonuçlarında %40-93 oranında başarılı olduğu bildirilmiştir.<sup>[38]</sup> Femur başı avasküler nekrozu olan bölgede çökmeyi engellemek için, kalça eklemine gelen yükü bölümden sağlıklı bölgeye aktarmak için femoral osteotomiler tanımlanmıştır.<sup>[39]</sup> Femur başında yeterli sağlıklı doku bulunan avasküler nekroz hastalarında en sık transtrokanterik rotasyonel (öne veya arkaya) ve intertrokanterik varus-valgus (fleksiyon-ekstansiyon eklenbilen) osteotomileri uygulanabilir. Transtrokanterik rotasyonel osteotomilerin orta-uzun dönem sağkalım oranlarının %84-93 oranlarında değiştiği bildirilmiştir. İntertrokanterik varus osteotomilerinin orta-uzun dönem sağ kalım oranının %74 olduğu tespit edilmiştir.<sup>[39]</sup>

## AYAK BİLEĞİ EKLEMİ KIKIRDAK LEZYONLARINDA YÜKTEN KURTARAN İŞLEMLER

Ayak bileği kıkırdak hasarları özellikle talus üst eklem (*kubbe, dome*) yüzeyinde sıklıkla görülmektedir. Talus kıkırdak hasarları olan hastalara, konservatif veya cerrahi tedaviler başarıyla uygulanmaktadır.<sup>[40]</sup> Özellikle talus kıkırdak hasarına eşlik eden dizilim bozukluğu veya deformite varlığında uygulanacak tedavilerde başarısızlık oranı artmaktadır. Ayak bileği varus dizilim bozukluğunun uzun dönemde, talus kubbesinin medialinde kontakt temas artışının kıkırdak hasarı oluşturabileceği düşünülmektedir. Talus kubbesinin medialindeki kıkırdak lezyonlarına eşlik eden varus dizilim bozukluğu olan hastalarda hem kıkırdak hasarının tedavisi hem de dizilim bozukluğunun tedavisi yapılmalıdır. Ayak bileği varus dizilim bozukluğunda tibia distal (supramalleolar) valgus osteotomileri uygulanmaktadır. Valgus osteotomisi sıklıkla medial açık kama şeklinde uygulanmaktadır. Talus medial kubbe kıkırdak hasarı ile birlikte tibia distal valgus osteotomisi yapılan hastalarda sağ kalım oranlarının %64-82 olduğu bulunmuştur.<sup>[40]</sup>

### SONUÇ

Kıkırdak lezyonu olan eklemlerin anatomisi ve biyomekaniğinin bilinmesi tedavi başarısını arttırmaktadır. Kıkırdak lezyonlarının tedavi planına, eklemden anormal yüklenmeye neden olan dizilim bozukluğu ve deformitelerinde dahil edilmesi hastaların klinik sonuçlarını olumlu etkileyen faktörler arasındadır. Kıkırdak lezyonun ilerlemesini engellemek ve olası osteoartrit riskini ortadan kaldırmak için dizilim bozukluğunun, eklem biyomekaniği dikkate alınarak düzeltilmesi gereklidir.

### KAYNAKLAR

1. Esenkaya İ, Poyanlı O. Frontal plan dizilim bozuklukları, osteotomiler ve yeni kıkırdak oluşumu. Editörler: Bozkurt M, Tandoğan NR, Elmalı N, Aktekin CN. Kıkırdak. İstanbul Tıp Kitabevleri; 2016, s:147-61
2. Kılıçoğlu Ö, Dikmen G. Kıkırdak biyomekaniği ve kıkırdak lezyonlarının mekanik önemi. Editörler: Bozkurt M, Tandoğan NR, Elmalı N, Aktekin CN. Kıkırdak. İstanbul Tıp Kitabevleri; 2016, s:9-19
3. Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, Belo JN, Bernsen RM, Reijman M, et al. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum* 2007;56:1204-11. **Crossref**
4. Cooke TD, Scudamore A, Greer W. Varus knee osteoarthritis: Whence the varus? *J Rheumatol* 2003 Dec;30(12):2521-3.
5. Hunter DJ, Sharma L, Skaife T. Alignment and osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91Suppl 1:85-9 **Crossref**
6. Sharma L, Song J, Felson DT, Cahue S, Shamiyeh E, Dunlop DD. The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA* 2001;286(2):188-95. **Crossref**
7. Cicuttini F, Wluka A, Hankin J, Wang Y. Longitudinal study of the relationship between knee angle and tibiofemoral cartilage volume in subjects with knee osteoarthritis *Rheumatology (Oxford)* 2004;43(3):321-4.
8. Elmalı N, Yıldız F, Uzer G. Diz eklemine kıkırdak defektlerin tedavi algoritması. Editörler: Bozkurt M, Tandoğan NR, Elmalı N, Aktekin CN. Kıkırdak. İstanbul Tıp Kitabevleri; 2016, s:115-22.
9. Tetsworth K, Paley D. Malalignment and degenerative arthropathy *Orthop Clin North Am* 1994;25(3):367-77. **Crossref**
10. Floerkemeier S, Staubli AE, Schroeter S, Goldhahn S, Lobenhoffer P. Outcome after high tibial open-wedge osteotomy: A retrospective evaluation of 533 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(1):170-80. **Crossref**
11. Agneskirchner JD, Hurschler C, Wrann CD, Lobenhoffer P. The effects of valgus medial opening wedge high tibial osteotomy on articular cartilage pressure of the knee: A biomechanical study. *Arthroscopy* 2007;23:852-61. **Crossref**
12. Guettler J, Glisson R, Stubbs A, Jurist K, Higgins L. The triad of varus malalignment, meniscectomy, and chondral damage: A biomechanical explanation for joint degeneration. *Orthopedics* 2007;30:558-66. **Crossref**
13. Mina C, Garrett WE Jr, Pietrobon R, Glisson R, Higgins L. High tibial osteotomy for unloading osteochondral defects in the medial compartment of the knee *Am J Sports Med* 2008;36(5):949-55. **Crossref**
14. Koshino T, Wada S, Ara Y, Saito T. Regeneration of degenerated articular cartilage after high tibial valgus osteotomy for medial compartmental osteoarthritis of the knee. *Knee* 2003;10(3):229-36. **Crossref**
15. Esenkaya İ, Elmalı N. Proximal tibia medial open-wedge osteotomy using plates with wedges: early results in 58 cases. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14(10):955-61. **Crossref**
16. Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North Am* 1979;10(3):585-608. **Crossref**
17. Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. *J Bone Joint Surg Am* 1993;75(2):196-201. **Crossref**
18. Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69(3):332-54. **Crossref**
19. Dugdale TW, Noyes FR, Styer D. Preoperative planning for high tibial osteotomy. The effect of lateral tibiofemoral separation and tibiofemoral length. *Clin Orthop Relat Res* 1992;(274):248-64. **Crossref**
20. Kuriyama S, Watanabe M, Nakamura S, Nishitani K, Tanaka Y, Sekiguchi K, et al. Large medial proximal tibial angles cause excessively medial tibiofemoral contact forces and abnormal knee kinematics following open-wedge high tibial osteotomy. *Clin Biomech* 2020;80:105190. **Crossref**

21. Atkinson HF, Birmingham TB, Schulz JM, Primeau CA, Leitch KM, Pritchett SL, et al. High tibial osteotomy to neutral alignment improves medial knee articular cartilage composition. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2022;30(3):1065-74. [Crossref](#)
22. Jakob RP, Jacobi M. Closing wedge osteotomy of the tibial head in treatment of single compartment arthrosis. *Orthopade* 2004;33(2):143-52.
23. Hsu RW. The study of Maquet dome high tibial osteotomy. Arthroscopic-assisted analysis. *Clin Orthop Relat Res* 1989;(243):280-5. [Crossref](#)
24. Tippet JW. Arthroscopy and the maquet proximal tibial osteotomy *Orthopedics*. 1983;6(9):1145-9. [Crossref](#)
25. Akizuki S, Yasukawa Y, Takizawa T. Does arthroscopic abrasion arthroplasty promote cartilage regeneration in osteoarthritic knees with eburnation? A prospective study of high tibial osteotomy with abrasion arthroplasty versus high tibial osteotomy alone. *Arthroscopy* 1997;13(1):9-17. [Crossref](#)
26. Kim KI, Kim JH, Lee SH, Song SJ, Jo MG. Mid- to long-term outcomes after medial open-wedge high tibial osteotomy in patients with radiological kissing lesion. *Orthop J Sports Med* 2022;10(7):23259671221101875.
27. Bode G, Ogon P, Pestka J, Zwingmann J, Feucht M, Südkamp N, et al. Clinical outcome and return to work following single-stage combined autologous chondrocyte implantation and high tibial osteotomy. *Int Orthop* 2015;39(4):689-96. [Crossref](#)
28. Hsu AC, Tirico LEP, Lin AG, Pulido PA, Bugbee WD. Osteochondral allograft transplantation and opening wedge tibial osteotomy: Clinical results of a combined single procedure. *Cartilage* 2018;9:248-54. [Crossref](#)
29. Puddu G, Cipolla M, Cerullo G, Franco V, Gianni E. Osteotomies: the surgical treatment of the valgus knee *Sports Med Arthrosc Rev* 2007;15(1):15-22 [Crossref](#)
30. Drexler M, Gross A, Dwyer T, Safir O, Backstein D, Chaudhry H, et al: Distal femoral varus osteotomy combined with tibial plateau fresh osteochondral allograft for post-traumatic osteoarthritis of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015;23(5):1317-23. [Crossref](#)
31. Saithna A, Kundra R, Getgood A, Spalding T. Opening wedge distal femoral varus osteotomy for lateral compartment osteoarthritis in the valgus knee. *Knee* 2014;21(1):172-5. [Crossref](#)
32. Cameron JI, McCauley JC, Kermanshahi AY, Bugbee WD. Lateral opening-wedge distal femoral osteotomy: Pain relief, functional improvement, and survivorship at 5 years. *Clin Orthop Relat Res* 2015;473(6):2009-15. [Crossref](#)
33. Mestriner AB, Ackermann J, Gomoll AH. Patellofemoral Cartilage Repair. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2018;11(2):188-200. [Crossref](#)
34. Hall MJ, Mandalia VI. Tibial tubercle osteotomy for patello-femoral joint disorders *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24(3):855-61.
35. Maquet P. Advancement of the tibial tuberosity. *Clin Orthop Relat Res* 1976;15:225-30. [Crossref](#)
36. Fulkerson JP. Anteromedialization of the tibial tuberosity for patellofemoral malalignment. *Clin Orthop Relat Res* 1983;177:176-81. [Crossref](#)
37. Jordan MA, Van Thiel GS, Chahal J, Nho SJ. Operative treatment of chondral defects in the hip joint: A systematic review. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2012;5(3):244-53. [Crossref](#)
38. Yasunaga Y, Yamasaki T, Ochi M. Patient selection criteria for periacetabular osteotomy or rotational acetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470(12):3342-54. [Crossref](#)
39. Zalavras CG, Lieberman JR. Osteonecrosis of the femoral head: Evaluation and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 2014;22(7):455-64. [Crossref](#)
40. Li X, Zhu Y, Xu Y, Wang B, Liu J, Xu X. Osteochondral autograft transplantation with biplanar distal tibial osteotomy for patients with concomitant large osteochondral lesion of the talus and varus ankle malalignment. *BMC Musculoskelet Disord* 2017;18(1):23. [Crossref](#)