



# Kıkırdak tamir algoritması

## Cartilage repair algorithm

Cem Nuri Aktekin<sup>1</sup>, Yunus Demirtaş<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Ankara

<sup>2</sup>Ankara Yüksek İhtisas Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Ankara

Eklem kıkırdak sınırlı iyileşme kapasitesi nedeniyle tedavisinde hâlâ sorun yaşanan bir dokudur. Eklem kıkırdak yaralanmaları tedavi edilmediği takdirde ilerde osteoartrit sorunlarına yol açabileceği tartışılmaz bir konudur. Temel olarak kıkırdak lezyonları kısmi ve tam kat kıkırdak lezyonları olarak sınıflandırılabilir. Osteokondral lezyonların büyük çoğunluğu asemptomatik olmakla birlikte eklem aralığında ağrı, hassasiyet, efüzyon, aktiviteyle artan ağrı ve mekanik semptomlarla karşımıza çıkabilir. Günümüzde eklem kıkırdak yaralanmalarıyla ilgili literatürde birçok tedavi algoritmasından bahsedilmiştir. Ancak kıkırdak nasıl tedavi ediliyorsa edilsin, oluşan kıkırdak hialin kıkırdak olması amaçlanmaktadır. Çünkü fibrokartilaj ile iyileşme durumunda uzun dönemde sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu da araştırmacıları hialin kıkırdak gelişmesini sağlayacak yeni tedavi arayışlarına itmektedir. Bugün için kıkırdak lezyonlarının tedavisinde amaç hialin kıkırdak elde etmek dışında ilerde gelişecek dejeneratif sürecin önüne geçmek, eklem yüzeyinin restorasyonunu sağlamak, hastanın şikâyetlerinin giderilmesini sağlamak ve kıkırdak lezyonuyla beraber gözlenebilen menisküs yırtığı gibi ek yaralanmalarının tedavisini gerçekleştirmektir. Kıkırdak lezyonu tedavisinde pek çok tedavi seçenekleri mevcut olmasına rağmen bir hastayı değerlendirirken sadece kıkırdak lezyonu değil her hastanın tüm özellikleriyle birlikte değerlendirilmelidir.

**Anahtar sözcükler:** kıkırdak yaralanmaları; eklem kıkırdak; osteokondral lezyonlar

Articular cartilage is a tissue that still has problems in its treatment due to its limited healing capacity. It is an indisputable issue that if articular cartilage injuries are not treated, they can lead to osteoarthritis in the future. Basically, cartilage lesions can be classified as partial and full-thickness cartilage lesions. Although the majority of osteochondral lesions are asymptomatic, pain in the joint space may present with tenderness, effusion, pain increasing with activity, and mechanical symptoms. Today, many treatment algorithms have been mentioned in the literature on articular cartilage injuries. However, no matter how the cartilage is treated, the cartilage formed is intended to be hyaline cartilage. Because long-term problems arise in the case of recovery with Fibrocartilage. This pushes researchers to search for new treatments that will enable the development of hyaline cartilage. The aim of the treatment of cartilage lesions today is to prevent the degenerative process that will develop in the future, to ensure the restoration of the joint surface, to relieve the patient's complaints, and to treat additional injuries such as meniscus tear that can be observed together with the cartilage lesion, apart from obtaining hyaline cartilage. Although there are many treatment options in the treatment of cartilage lesion, when evaluating a patient, not only the cartilage lesion, but also all the characteristics of each patient should be evaluated.

**Key words:** cartilage injuries; joint cartilage; osteochondral lesions

Eklem kıkırdak avasküler, anöronal, alenfatik bir dokudur. Bu nedenle iyileşme kapasitesi son derece sınırlıdır. Tüm tedavi yöntemlerine rağmen orjinal hialin kıkırdak oluşmasındaki güçlükler veya fibrokıkırdak doku oluşması sorunun temel kaynağıdır. William Hunter'ın kıkırdak yaralanmaları ile ilgili araştırmalarından günümüze dek bu sorun çözülmeye çalışılmıştır. Ancak henüz yeterli ve etkili bir tedavi yöntemi bulunamamıştır.<sup>[1]</sup>

Hyalin kıkırdak su, hücreler ve matriksten oluşan yoğun bir yapıdır. Hialin kıkırdak ekstrasellüler matriksle çevrili kondrositlerden oluşur. Tip 2 kollajen, proteoglikan ve sudan oluşan ekstrasellüler matriksi kondrositler sentezlerler. Morfolojik olarak hialin kıkırdak yüzeysel, ara, derin ve kalsifiye zon olmak üzere dört kısımdan oluşur. Eklem kıkırdakının temel görevi subkondral kemiği korumak, kaygan bir eklem yüzeyi elde etmek ve darbeyi absorbe etmektir. Eklem dejenerasyonuna sebep olan kıkırdak hasarı mekanik,

**İletişim / Contact:** Prof. Dr. Cem Nuri Aktekin • **E-posta / E-mail:** cemnuri@yahoo.com

**ORCID iD:** Cem Nuri Aktekin, 0000-0001-5240-8516 • Yunus Demirtaş, 0000-0002-4866-4127

**Geliş / Received:** 8 Aralık 2022 • **Revizyon / Revised:** 5 Ocak 2023, 27 Ocak 2023 • **Kabul / Accepted:** 27 Ocak 2023

vasküler, metabolik ve travmatik yollarla oluşur. Bu lezyon tek seferlik yüklenmeyle oluşabileceği gibi ardışık zorlayıcı yüklenmeler sonrası da oluşabilir.<sup>[2,3]</sup>

Kıkırdak yaralanmalarının görülme sıklığı tam olarak bilinmemekle birlikte Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda 900,000 vaka tespit edildiği bunların ise 200,000 kadarının cerrahi işleme alındığı bilinmektedir.<sup>[4]</sup> Başka bir çalışmada artroskopi yapılan hastaların %57'sinde kıkırdak lezyonu tespit edilmiştir.<sup>[5]</sup> Otuz binden fazla artroskopik kayıtların incelendiği başka bir çalışmada ise bu oran %66 bulunmuş olup bunların %19'unun fokal kondral veya osteokondral lezyonlar olduğu bildirilmiştir.<sup>[6]</sup> Evre 3-4 fokal lezyon oranını ise %5,2 olarak bulmuşlardır. Lezyonların %36'sını patellada, %32'sini ise medial femoral kondilde evre 2 lezyon olarak tespit etmişlerdir. Kondral lezyonlara %42 oranında medial menisküs lezyonu, %32 oranında ön çapraz bağ lezyonu eşlik ettiğini ifade etmişlerdir.<sup>[6]</sup>

Osteokondral lezyonların büyük çoğunluğu asemptomatik olmakla birlikte eklem aralığında ağrı hassasiyet, efüzyon, aktiviteyle artan ağrı ve mekanik semptomlarla karşımıza çıkabilir. Osteokondral lezyon düşünülen hastalarda çekilen iki yönlü eklem grafileri osteokondral lezyonları gösterirken, uzunluk grafileri dizilim hakkında fikir vermektedir. Bununla birlikte tanıda kullanılan ve duyarlılığı en yüksek tetkik manyetik rezonans görüntüleme (MRG)'dir. Artroskopi osteokondral lezyonların tanı sınıflama ve tedavisinde altın standart yöntemdir.<sup>[7]</sup>

Temel olarak kıkırdak yaralanmaları kısmi ve tam kat kıkırdak yaralanmaları olarak iki sınıfta incelenmek-

tedir.<sup>[8]</sup> Bin dokuz yüz altmış bir yılında Outerbridge ilk olarak patelladaki kondral lezyonları tanımlamak için dört grup tanımlamış; sonrasında bu sınıflama diğer yüzeyler için de kullanılmıştır. Bunun dışında sıklıkla kullanılan sınıflama ise Uluslararası Kıkırdak Araştırma Derneği (*International Cartilage and Repair Society -ICRS*) tarafından önerilen sınıflamadır. Bu sınıflamada yine kıkırdak lezyonları dört gruba ayrılmış ve alt tipler belirlenmiştir. Osteokondritis dissekans sınıflaması ICRS tarafından sınıflandırılmıştır.<sup>[9,10]</sup> (Tablo 1)

Bugün için kıkırdak lezyonlarının tedavisinde amaç ileride gelişecek dejeneratif sürecin önüne geçmek, sağlıklı bir kıkırdak dokusu elde etmek, eklem yüzeyinin restorasyonunu sağlamak, hastanın şikâyetlerinin giderilmesini sağlamak ve kıkırdak lezyonuyla beraber gözlenebilen menisküs yırtığı gibi ek yaralanmalarının tedavisini gerçekleştirmektir. Kıkırdak lezyonu tedavisinde pek çok tedavi seçenekleri mevcut olmasına rağmen bir hastayı değerlendirirken sadece kıkırdak lezyonuyla değil her hastayı tüm özellikleriyle birlikte değerlendirmek gerekir.

Kıkırdak lezyonu olan hastaların tedavisi yapılmadığında 10 yıl içerisinde radyolojik olarak dejeneratif artrit bulguları gözlenmektedir. Osteokondritis dissekansı olan hastalarda ise %80 oranında osteoartrit gelişmektedir. Ancak her osteokondral lezyon varlığında osteoartrit gelişip gelişmediği çok netleşmemiştir. Bir çalışmada 10 mm'den küçük lezyonlarda çevre kıkırdak dokuda %64 oranında yük artışı gözlenmekte 14 yıl içerisinde ise eklem aralığında daralma olduğu tespit edilmiştir.<sup>[11]</sup> İnsanlarda kıkırdağın kendi kendine iyileşmesi boyutunun <2 cm<sup>2</sup>

**Tablo 1.** Kıkırdak yaralanmasının sınıflandırılması<sup>[9,10]</sup>

Grade	Modifiye Outerbridge	ICRS	Outerbridge
0	Normal kıkırdak	Normal kıkırdak	Normal
I		Normale yakın kıkırdak	
IA	Kıkırdakta yumuşama	Yüzeyel yumuşama	Yumuşama, şişme
IB		Yüzeyel çatlak, yarıklar	
II	Yüzeyel ülserasyon, fibrilasyon kıkırdak derinliğinin %50'si etkilenmiş	Anormal kıkırdak etkilenmesi %50'nin altında	%50'den az fragmentasyon ve fissür
III	Derin ülserasyon fibrilasyon kemik ekpose olmadan %50 üzerinde kıkırdak defekt	%50 üzerinde lezyon	%50'den fazla fragmentasyon ve fissür
IIIA		Kalsifiye kıkırdağa kadar	
IIIB		Subkondral kemiğe kadar	
IV	Ekspoz kemik; tam kat kıkırdak lezyon	Şiddetli anormal kemik açıkta	Subkondral kemik açıkta

ICRS: Uluslararası kıkırdak araştırma derneği.

olduğu iddia edilmiştir. Ancak bazen 2 cm<sup>2</sup> altındaki lezyonlarda da iyileşme olmamaktadır.<sup>[12]</sup> Tam kat kıkırdak lezyonlarında da kendiliğinden iyileşme olabilmektedir. Bu lezyonlarda kıkırdak katmanı olan “*Tidemark*” (gelgit) çizgisinin altına geçip geçmediği önemlidir. *Tidemark*, kıkırdak dokusunun derin tabakası ile kalsifiye katman arasındaki bölümdür. Bu çizginin geçildiği lezyonlarda kemik iliği stimülasyonu ile iyileşme olabilmektedir. Ancak kısmi kıkırdak yaralanmalarında iyileşme olması beklenmemektedir.<sup>[13]</sup> Hangi boyuttaki lezyonların tedavi edilmesi gerektiği sorusu akla gelmektedir. Bu konuda yapılmış bir çalışmada ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılmış 0,5-4 cm<sup>2</sup> arası lezyonlar tedavi edilmeksizin bırakılmış 10-15 yıllık takiplerinde diz klinik skorlarda bir farklılık saptanmamıştır. Yazarlar ön çapraz bağ ile bulunan kıkırdak lezyonlarının tedavi gerektirmediğini savunmuşlardır.<sup>[14]</sup> Diğer bir çalışmada 1,5 cm<sup>2</sup> ve üzerinde ve tam kat lezyonlar genel olarak ilerleme eğilimindedirler ve tedavi gerektirmekte olduğu bildirilmektedir.<sup>[15]</sup> Artroskopik esnasında saptanan lezyonlarda eğer klinik semptom yoksa tedaviye gerek olmadığı düşünülmektedir.<sup>[16]</sup>

Genel olarak cerrahi tedavi endikasyonları arasında <sup>[17]</sup>:

1. Bir santimetre ya da daha büyük çaplı akut travmatik lezyon,
2. Odaksal, dejeneratif olmayan lezyon (gut, romatoid artrit, sepsis, sistemik hastalık öyküsü olmamalı),
3. Distal femoral kondil lezyonu,
4. Semptomatik evre IV lezyon ve evre II, III, IV OKD (ostekondritis dissekans) lezyonu,
5. Ek yaralanma nedeniyle cerrahi geçirecek hastada semptomatik lezyon,
6. Önceki bir kıkırdak onarım girişimi başarısızlığı nedeniyle semptomatik hasta.

Cerrahi kontrendikasyonlar ise genel olarak tüm kompartmanları ilgilendiren dejeneratif değişiklikler, sistemik enflamatuvar hastalıklar, aktif enfeksiyon, vücut kitle indeksinin 30'un üzerinde olması, tam kat öpüşen lezyonlar, tedavi edilmeyen instabilite ve dizilim bozukluğu, ileri yaş (55 yaş üzeri hasta) olarak sayılabilir.<sup>[17]</sup>

İdeal kıkırdak tedavisi çevre dokuyla tamamiyle entegre, mekanik olarak işlevsel defekte hiyalin kıkırdak olduğu tedavi yöntemidir. Bilinen tedavi yöntemleriyle hiyalin kıkırdak elde etmek amaçlanır. Sağlam hiyalin kıkırdakta tip 2 kollajenler derinde radyal, yüzeyde ise paralel yerleşerek eklem yüzeyini oluşturur. İyileşme sonrası oluşabilecek fibrokıkırdakta ise tip 1 kollajenler yapıyı sağlar. Bu da daha dayanıksız bir dokudur.<sup>[18]</sup> Kıkırdak lez-

yonlarının tedavisinde literatürde görüş birliği olmamakla birlikte temel olarak üç grupta incelenebilir. Bunlar palyatif, onarıcı, rekonstrüktif tekniklerdir.<sup>[1]</sup> Palyatif cerrahi tekniklerde debridman, abrazyon ve lavaj kullanılırken, onarıcı cerrahi tekniklerde fibrokıkırdakla iyileşme elde edilir. Rekonstrüktif tekniklerde ise hasarlanmış kıkırdak yeni kıkırdakla değiştirilerek hiyalin kıkırdak elde edilmeye çalışılır.

Yetmiş yıl önce artrit dizde artroskopik debridmanın faydalarını ve tekniğini anlatan bir makale yayımlanmasından sonra başkaları da bu fikrin savunucusu oldular.<sup>[19,20]</sup> Bu teknikte amaç; kıkırdak lezyonlarını debride etmek serbest fragmente parçaları eksize etmek ve sinovya tarafından salınan sitokinlerin eklemden uzaklaştırılarak semptomatik rahatlama sağlamaktır. Bu teknik yaşlı popülasyonda yeterli bir tedaviyken genç popülasyonda etkisiz kalmaktaydı. Bu teknik orta ve ileri derecede osteoartrit kontrendikasyon olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu cerrahi teknik *shaver* yardımıyla yapılmaktaydı. Günümüzde radyofrekans ve *shaver* ile birlikte sıklıkla uygulanmaktadır. Radyofrekansa ortaya çıkan yüksek ısının kondrosit hasarına neden olabileceği akıldan tutulmalıdır. Elli derecenin üzerindeki sıcaklıklarda kondrositler hasar görmektedir. Ancak hızlı resim fırçası şeklinde kullanılan radyofrekansın mekanik debridmana eş değer olduğu gösterilmiştir.<sup>[21,22]</sup>

## KEMİK İLİĞİ UYARMA (STİMÜLASYON) TEKNİKLERİ

Pridie tarafından 1959 yılında açık cerrahi tekniklerle subkondral kemik penetre edilerek ortaya çıkan pıhtı içerisinde bulunan mezenkimal kök hücrelerle iyileşmeyi amaçlayan teknik daha sonra Johnson tarafından modifiye edilerek artroskopik olarak yapılmaya başlanmıştır.<sup>[23,24]</sup> Abrazyon artroplastisi, mikrokirik ve subkondral drilleme olarak üç grupta tanımlanmıştır.

### Abrazyon Artroplastisi

Bu cerrahi teknikte cerrahi olarak *burr* kullanılarak subkondral kemik yaklaşık 1-3 mm debride edilir. Potansiyel riskleri nedeniyle günümüzde kullanılmamaktadır.<sup>[24]</sup>

### Subkondral Dirilleme

Bu cerrahi teknik, driller kullanılarak subkondral kemiğe delikler açılarak uygulanan tekniktir. Kemikte delikler açılması nedeniyle kemik debrisinin delikleri doldurması iyileşmeyi etkileyebilmektedir. Ayrıca termal nekroz gibi riskleri mevcuttur.<sup>[25]</sup>

## Mikrokırık

Günümüzde de kemik iliği uyarma teknikleri arasından en sık olarak kullanılan mikrokırık tekniği 1994 yılında Steadman tarafından popülerize edilmiştir. Bu teknikle instabil olan kıkırdak doku ve kalsifiye alan uzaklaştırılır. Sonrasında 3-4 mm aralıklarla ve 4 mm derinliğinde subkondral delikler açılarak kemik iliği uyarılır. Artroskopik özel mikrokırık el aletlerinin kullanılması termal nekrozun önüne geçmektedir. Tüm gelişmiş cerrahi tekniklere rağmen 2,5 cm<sup>2</sup> altındaki kıkırdak lezyonlarında hâlen yaygın olarak kullanılan basit ucuz bir cerrahi tekniktir. En önemli özelliklerinden biri de cerrahiye hazırlıklı girilmemiş olsa da mikrokırık aletlerine kolayca ulaşılabilmesidir. İki yıllık takiplerde küçük tam kat kıkırdak hasarlarında uygulanmış hastaların %75'inde ağrı kaybolmuş ve klinik sonuçlar orta mükemmel olarak raporlanmıştır.<sup>[26]</sup> Goyal ve ark.'nın yaptığı başka bir çalışmada ilk beş yıl sonuçlarının iyi olmasına rağmen beş yıl sonunda osteoartrit geliştiğini tespit etmişlerdir.<sup>[27]</sup> Ayrıca revizyon cerrahilerinde uygulanan mikrokırık yönteminin de sonuçları kötü olarak raporlanmıştır.<sup>[28]</sup>

Mikrokırıkla birlikte büyüme faktörleri içeren kollajen membranların defekt alanına uygulanmasını içeren prosedürler de mevcuttur. Ayrıca oluşan fibrin pıhtının bulunduğu yerde kalmasını sağlayan ve iyileşme için bir çevre hazırlayan skafoldların (çatı iskelelerinin) kullanımı mikrokırığın etkinliği artırmaktadır. Bu skafoldların ucuz olması belirli bir süre sonra emilmesi avantajları olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle orta büyüklükteki (2,5 cm<sup>2</sup>) lezyonların tedavisinde kullanılmaktadır.<sup>[29]</sup> Siclari ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada mikrokırıkla beraber skafold uyguladıkları hastalarda fonksiyonel skorların daha iyi olduğu ve 13 hastadan aldıkları biyopside iyileşmenin hyalin benzeri kıkırdakla olduğunu göstermişlerdir.<sup>[30]</sup>

## REKONSTRÜKTİF TEKNİKLER

### Otolog Osteokondral Transplantasyon (Mozaikplasti)

Otolog osteokondral transplantasyon, gerçek bir hyalin kıkırdak oluşumunu sağlayan yük taşımayan alandan alınan tek ya da birden fazla greftlerin lezyon alanına taşınarak yapılan cerrahi tekniktir. Bu teknik eğer birden fazla blok ile yapılıyorsa mozaikplasti olarak bilinmektedir. Bir ila beş cm<sup>2</sup> arası lezyonların tedavisinde başarıyla uygulanmaktadır.<sup>[31]</sup> Haris ve ark.'nın yaptığı çalışmada 10 yıllık takiplerde %90 oranında iyi ve mükemmel sonuç bildirmişlerdir. Bu tekniğin dezavantajı verici (donör) saha komplikasyonlarıdır. Bunun yanında greft rezorpsiyonu ile çok sık karşılaşılması avantajlı tarafıdır.<sup>[40]</sup>

### Osteokondral Allogreft Tansplantasyonu

Kadavra kaynaklı osteokondral greftlerin kıkırdak lezyonu olan alana uygulanmasıdır. Cerrahi teknik mozaikplastiyle aynı olmasıyla birlikte verici saha komplikasyonlarının olmaması avantajıdır. Geniş lezyonlarda veya kıkırdak defektlerine eşlik eden subkondral kemik anomalileri örneğin yaygın kemik iliği ödemi veya subkondral kistler varlığında uygulanabilir. Ayrıca genç hastalardan alınmış greftlerde kıkırdak kalitesi sonuçları olumlu yönde etkilemektedir. Giorgini ve ark.'nın yaptığı çalışmada ortalama defekt alanı 10,3 cm<sup>2</sup> olan toplam 11 hastayı toplam 26 ay takip etmiş ve ağrılarının ve sonuçlarının iyi olduğunu raporlamışlardır. Bu tedavinin 8 cm<sup>2</sup>'den az lezyonlarda iyi sonuç verdiğini ifade etmişlerdir.<sup>[32]</sup>

### Otolog Kondrosit İmplantasyon

Bin dokuz yüz doksan dört yılında Brittberg ve ark.'nın tanımladığı teknikle iki aşama mevcuttu. İlk aşamada artroskopik olarak lezyon değerlendirildikten sonra yük taşımayan alandan ortalama 200-300 mg kıkırdak biyopsi alınmaktaydı. Alınan biyopsi laboratuvara gönderilmekte ve burada kondrositler ayrıştırılarak çoğaltılmaktaydı. Operasyon sonrası altıncı haftada hasta tekrar operasyona alınmakta lezyon alanına miniartrotomi yapılarak kondrositler ekilmekte ve tibia proksimalden alınan periostal greft üzerine 6,0 vikril ile suture edilmekte fibrin yapıştırıcıyla sabitlenmekteydi. Bu şekilde hyalin benzeri kıkırdak oluşumu amaçlanmıştır.<sup>[10]</sup> Otolog kondrosit implantasyonu 15-55 yaş arası aktivite düzeyi yüksek ICRS grade 3-4 lokal lezyonların tedavisinde önerilmektedir. Bunun dışında 2,5 cm<sup>2</sup> üzerindeki başarısız mikrokırık sonrası tedavide tercih edilebilir.<sup>[31]</sup> Yapılan iki farklı çalışmada orta ve uzun dönemde (6-10 yıl) %70-80 oranında başarılı sonuçlar bildirilmiştir.<sup>[33,34]</sup> Eklem sertliği (artrofibrozis), ikincil cerrahi gerekliliği, greft hipertrofisi, katmanlar şeklinde kıkırdak iyileşmesi şeklinde, kemik ya da kıkırdak dokuya dönüşüm ise dezavantajdır.

### Matriks Destekli Otolog Kondrosit İmplantasyonu (MOKİ)

Otolog kondrosit implantasyonunda kullanılan periosta bağlı ortaya çıkan sorunların çözülmesi amacıyla emilebilir materyallerin kullanılması fikri ortaya atılmıştır. Ayrıca uzun süre kültür ortamında bulunan kondrositler tip 1 kollajen salgılamaktadırlar. Kondrositlerin üç boyutlu bir matriks içinde bulunması ise tip 2 kollajen salgılamasını sağlamaktadır. Cerrahi teknik otolog kondrosit implantasyonu ile aynı olmakla birlikte çift katmanlı tip 1-3 kollajen lifleri arasına yerleştirilmiş kondrosit kültürleri ikincil cerrahiyle defektli alana fibrin yapıştırıcıyla

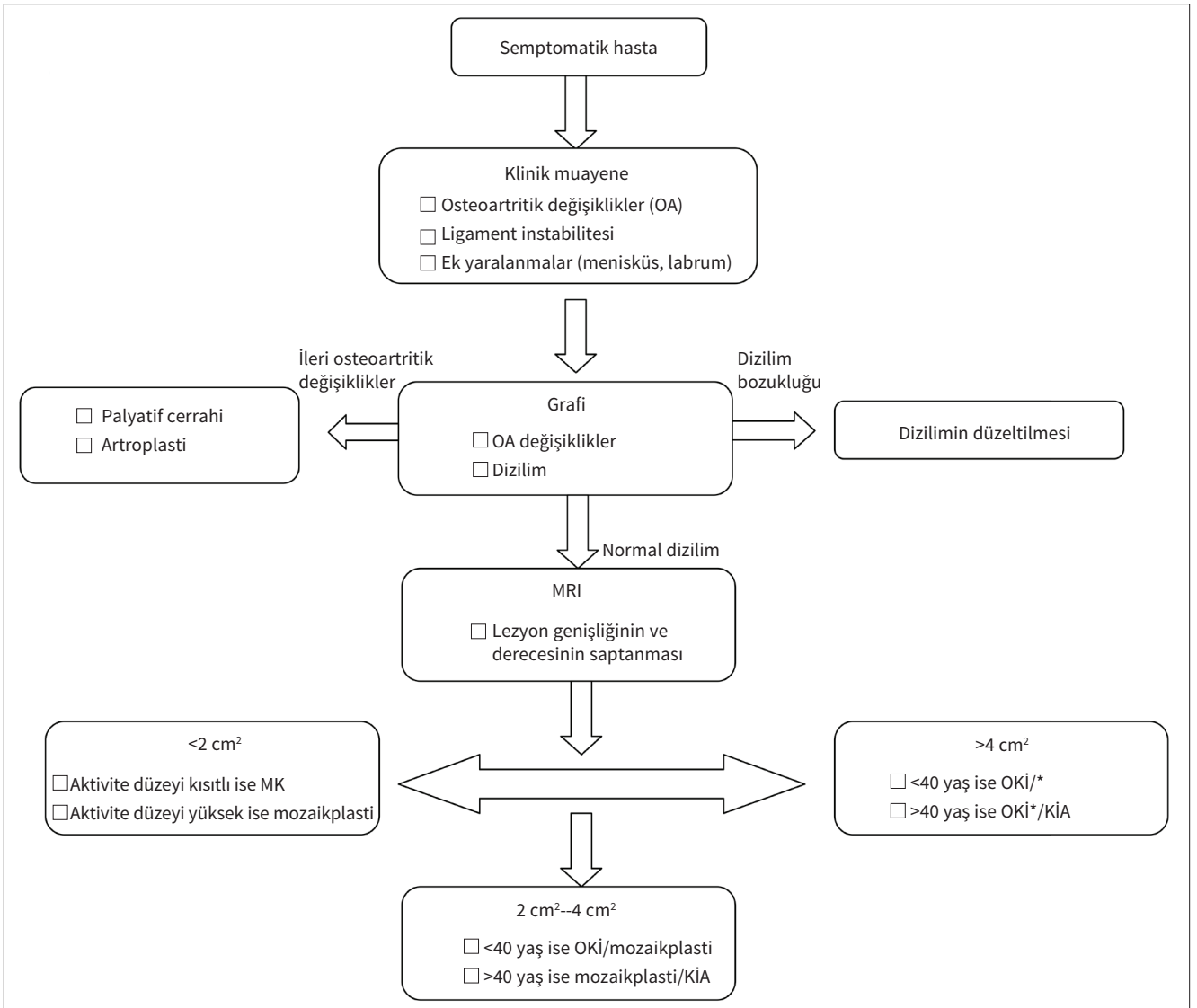
yerleştirilirler. Beş yıllık sonuçlar değerlendirildiğinde matris destekli otolog kondrosit implantasyon sonuçlarının %80-90 oranında başarılı bulunduğunu gösteren çalışmalar literatürde mevcuttur.<sup>[35,36]</sup> Doku mühendisliğinin katkısıyla ikinci jenerasyon ve üçüncü jenerasyon teknikler geliştirilmiştir. Üçüncü jenerasyon tekniğinde kondroindüktif ve kondrokondüktif matrislerin kullanılması bu şekilde iyileşmenin daha etkili ve uzun vadeli olmasını amaçlamaktadır. Bunun dışında dördüncü jenerasyon teknikler ise farklı doku kök hücrelerinin kullanılmasını ve gen tedavisini içermektedir.<sup>[2]</sup>

Kıkırdak lezyonlarının tedavisinde ortak bir görüş olmamakla birlikte tedavi algoritması Tablo 2'de veril-

miştir. Ayrıca sonuçları etkileyen faktörler ve hasta seçimi Tablo 3'te verilmiştir.<sup>[1]</sup>

### SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Knutsen ve ark.'nın mikrokırık ve otolog kondrosit implantasyonunu karşılaştırdıkları çalışmalarında 14-15 yıl sonunda klinik sonuçlarda fark saptamamışlar mikrokırık grubunda 13 hastada diğer grupta ise 17 hastada tekrar kondral lezyon geliştiğini saptamışlardır. Bu durum istatistiksel açıdan anlamlı fark oluşturmamaktaydı.<sup>[37]</sup> Kon ve ark.'nın yaptığı başka bir çalışmada ise toplam 80 hastada ikinci kuşak otolog kondrosit implantasyonu ile mikrokırık karşılaştırılmış klinik skorların



**Tablo 2.** Kıkırdak yaralanmaları tedavi algoritması.<sup>[1]</sup>

MK: Mikrokırık, OKİ: Otolog kondrosit implantasyon, KİA: Kemik iliği aspiratı, \*: Yeni rejenerasyon tekniği.

**Tablo 3.** Kıkırdak lezyonlarında tedaviyi etkileyen parametreler<sup>[1]</sup>

Özellikler	Öncelikli tedavi	Alternatif tedavi
<b>Lezyon büyüklüğü</b>		
<2 cm <sup>2</sup>	MK	Mozaikplasti
2-4 cm <sup>2</sup>	Mozaikplasti	OKİ
4 cm <sup>2</sup>	OKİ	KİA
<b>Lezyon yeri</b>		
Toroklea	Tüm teknikler ancak MOKİ üstün	
Patellar lezyon	Kemik iliği aspiratı	OKİ
<b>Lezyon tipi</b>		
Nontravmatik lezyon	Mozaikplasti	
<b>Önceki tedavi</b>		
MK	Mozaikplasti	
Mozaikplasti	Mozaikplasti/OAT	

OAT: Osteokondral allogreft transplantasyonu, MK: Mikrokırık, MOKİ: Matriks destekli kondrosit implantasyonu, OKİ: Otolog kondrosit implantasyonu.

otolog kondrosit implantasyonu grubunda daha iyi olduğunu bulmuşlardır.<sup>[38]</sup>

Otolog osteokondral transplantasyon ile otolog kondrosit implantasyonunu karşılaştıran ve 10 yıllık sonuçları yayınlanan çalışmada ise klinik skorların otolog kondrosit implantasyon grubundan daha iyi olduğunu bulmuşlardır.<sup>[39]</sup> Haris ve ark.'nın yaptığı başka bir çalışmada 2,5 cm<sup>2</sup> üzerindeki kıkırdak lezyonlu toplam 917 genç hastada mikrokırık, mozaikplasti, otolog kondrosit implantasyonu karşılaştırılmış; ilk iki yılda mozaikplastiyle otolog kondrosit implantasyonu sonuçlarının eşit olduğu bulunurken iki yıl sonrasında sonuçların kötüleştiği ve 4 cm<sup>2</sup> üzeri lezyonlarda otolog kondrosit implantasyonunun üstün olduğunu göstermişlerdir.<sup>[40]</sup> Zeifang ve ark.'nın otolog kondrosit implantasyonu ile matriks destekli otolog kondrosit implantasyonunu karşılaştırdıkları çalışmada iki yıl sonunda klinik sonuçlarda fark saptanmazken matriks destekli otolog kondrosit implantasyonunda MR sonuçlarının daha iyi olduğunu bulmuşlardır.<sup>[41]</sup>

## SONUÇ

Kıkırdak lezyonların tedavisinde hasta seçimi ve kıkırdak lezyonun boyutu önem arz etmektedir. Doğru kıkırdak tedavisinin seçimini çok sayıda faktör etkiler. Çok kısa olarak ifade etmek gerekirse eşlik eden dizilim bozukluğu veya bağ yaralanmaları gibi patolojilerin düzeltilmesinin ardından, küçük defektler kemik iliği stimülasyon teknikleri (mikrokırık) veya mozaikplastiyle

etkili bir şekilde tedavi edilebilir. Daha büyük lezyonlar OKİ ve osteokondral allogreftle tedavisi açısından düşünülebilir. Gelişen teknolojiyle birlikte doku mühendisliği ve gelecekte gen tedavileri kıkırdak lezyonlarının tedavisinde önemli ilerlemelere yol açacaktır.

## KAYNAKLAR

1. Bilge O, Doral MN, Atesok K, Atay OA, Donmez G, Turhan E, et al. The effects of the synovium on chondrocyte growth: An experimental study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19(7):1214-23. [Crossref](#)
2. Banerjee S, Sahanand KS. Managing chondral lesions: A literature review and evidence-based clinical guidelines. *Indian J Orthop* 2021;55(2):252-262. [Crossref](#)
3. Bastiaansen-Jenniskens YM, Koevoet W, de Bart AC, van der Linden JC, Zuurmond AM, Weinans H, et al. Contribution of collagen network features to functional properties of engineered cartilage. *Osteoarthritis Cartilage* 2008;16(3):359-66. [Crossref](#)
4. Farr J, Cole B, Dhawan A, Kercher J, Sherman S. Clinical cartilage restoration: Evolution and overview. *Clin Orthop Relat Res* 2011;469(10):2696-705. [Crossref](#)
5. Widuchowski W, Lukasik P, Kwiatkowski G, Faltus R, Szyluk K, Widuchowski J, et al. Isolated full thickness chondral injuries. Prevalance and outcome of treatment. A retrospective study of 5233 knee arthroscopies. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2008;75(5):382-6.
6. Bekkers JE, Creemers LB, Dhert WJ, Saris DB. Diagnostic modalities for diseased articular cartilage-from defect to degeneration: A review. *Cartilage* 2010;1(3):157-64. [Crossref](#)

7. DeHaven KE, Collins HR. Diagnosis of internal derangements of the knee. The role of arthroscopy. *J Bone Joint Surg Am* 1975;57(6):802-10. [Crossref](#)
8. Richmond JC. Surgery for osteoarthritis of the knee. *Rheum Dis Clin North Am* 2008;34(3):815-25. [Crossref](#)
9. Outerbridge RE. The etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br* 1961;43-B:752-7. [Crossref](#)
10. Brittberg M, Lindahl A, Nilsson A, Ohlsson C, Isaksson O, Peterson L. Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. *N Engl J Med* 1994;331(14):889-95. [Crossref](#)
11. Coons DA, Barber FA. Arthroscopic osteochondral autografting. *Orthop Clin North Am* 2005;36(4):447-58. [Crossref](#)
12. Nehrer S, Chiari C, Domayer S, Barkay H, Yayon A. Results of chondrocyte implantation with a fibrin-hyaluronan matrix: A preliminary study. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466(8):1849-55. [Crossref](#)
13. Bobic V, Noble J. Articular cartilage-to repair or not to repair. *J Bone Joint Surg Br* 2000;82(2):165-6. [Crossref](#)
14. Widuchowski W, Widuchowski J, Koczy B, Szyluk K. Untreated asymptomatic deep cartilage lesions associated with anterior cruciate ligament injury: results at 10- and 15-year follow-up. *Am J Sports Med* 2009;37(4):688-92. [Crossref](#)
15. Marcacci M, Kon E, Zaffagnini S, Iacono F, Neri MP, Vascellari A, et al. Multiple osteochondral arthroscopic grafting (mosaicplasty) for cartilage defects of the knee: Prospective study results at 2-year follow-up. *Arthroscopy* 2005;21(4):462-70. [Crossref](#)
16. Jones DG, Peterson L. Autologous chondrocyte implantation. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(11):2502-20. [Crossref](#)
17. Sgaglione NA, Miniaci A, Gillogly SD, Carter TR. Update on advanced surgical techniques in the treatment of traumatic focal articular cartilage lesions in the knee. *Arthroscopy* 2002;18(2 Suppl 1):9-32. [Crossref](#)
18. Coutts RD, Healey RM, Ostrander R, Sah RL, Goomer R, Amiel D. Matrices for cartilage repair. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(391 Suppl):S271-9. [Crossref](#)
19. Magnuson PB. Technic of debridement of the knee joint for arthritis. *Surg Clin North Am* 1946:249-66.
20. Morse LJ. Arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med* 2002;347(21):1717-9. [Crossref](#)
21. Mitchell ME, Kidd D, Lotto ML, Lorang DM, Dupree DM, Wright EJ, et al. Determination of factors influencing tissue effect of thermal chondroplasty: An ex vivo investigation. *Arthroscopy* 2006;22(4):351-5. [Crossref](#)
22. Spahn G, Kahl E, Mückley T, Hofmann GO, Klinger HM. Arthroscopic knee chondroplasty using a bipolar radiofrequency-based device compared to mechanical shaver: Results of a prospective, randomized, controlled study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008;16(6):565-73. [Crossref](#)
23. Johnson LL. Arthroscopic abrasion arthroplasty historical and pathologic perspective: Present status. *Arthroscopy* 1986;2(1):54-69. [Crossref](#)
24. Insall J. The Pridie debridement operation for osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1974;(101):61-7.
25. Chen H, Sun J, Hoemann CD, Lascau-Coman V, Ouyang W, McKee MD, et al. Drilling and microfracture lead to different bone structure and necrosis during bone-marrow stimulation for cartilage repair. *J Orthop Res* 2009;27(11):1432-8. [Crossref](#)
26. Steadman JR, Briggs KK, Rodrigo JJ, Kocher MS, Gill TJ, Rodkey WG. Outcomes of microfracture for traumatic chondral defects of the knee: Average 11-year follow-up. *Arthroscopy* 2003;19(5):477-84. [Crossref](#)
27. Goyal D, Keyhani S, Lee EH, Hui JH. Evidence-based status of microfracture technique: A systematic review of level I and II studies. *Arthroscopy* 2013;29(9):1579-88. [Crossref](#)
28. Gowd AK, Cvetanovich GL, Liu JN, Christian DR, Cabarcas BC, Redondo ML, et al. Management of chondral lesions of the knee: Analysis of trends and short-term complications using the national surgical quality improvement program database. *Arthroscopy* 2019;35(1):138-146. [Crossref](#)
29. Volz M, Schaumburger J, Frick H, Grifka J, Anders S. A randomized controlled trial demonstrating sustained benefit of Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis over microfracture at five years. *Int Orthop* 2017;41(4):797-804. [Crossref](#)
30. Siclari A, Mascaro G, Gentili C, Cancedda R, Boux E. A cell-free scaffold-based cartilage repair provides improved function hyaline-like repair at one year. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470(3):910-9. [Crossref](#)
31. Ozmeriç A, Alemdaroğlu KB, Aydoğan NH. Treatment for cartilage injuries of the knee with a new treatment algorithm. *World J Orthop* 2014;5(5):677-84. [Crossref](#)
32. Giorgini A, Donati D, Cevolani L, Frisoni T, Zambianchi F, Catani F. Fresh osteochondral allograft is a suitable alternative for wide cartilage defect in the knee. *Injury* 2013;44 Suppl 1:S16-20. [Crossref](#)
33. Bhosale AM, Kuiper JH, Johnson WE, Harrison PE, Richardson JB. Midterm to long-term longitudinal outcome of autologous chondrocyte implantation in the knee joint: A multilevel analysis. *Am J Sports Med* 2009;37 Suppl 1:131S-8S. [Crossref](#)
34. Moseley JB Jr, Anderson AF, Browne JE, Mandelbaum BR, Micheli LJ, Fu F, et al. Long-term durability of autologous chondrocyte implantation: a multicenter, observational study in US patients. *Am J Sports Med* 2010;38(2):238-46. [Crossref](#)
35. Marlovits S, Aldrian S, Wondrasch B, Zak L, Albrecht C, Welsch G, et al. Clinical and radiological outcomes 5 years after matrix-induced autologous chondrocyte implantation in patients with symptomatic, traumatic chondral defects. *Am J Sports Med* 2012;40(10):2273-80. [Crossref](#)
36. Ebert JR, Fallon M, Ackland TR, Wood DJ, Janes GC. Arthroscopic matrix-induced autologous chondrocyte implantation: 2-year outcomes. *Arthroscopy* 2012;28(7):952-64.e1-2. [Crossref](#)
37. Knutsen G, Drogset JO, Engebretsen L, Grøntvedt T, Ludvigsen TC, Løken S, et al. A randomized multicenter trial comparing autologous chondrocyte implantation with microfracture: long-term follow-up at 14 to 15 years. *J Bone Joint Surg Am* 2016;98(16):1332-9. [Crossref](#)
38. Gobbi A, Kon E, Berruto M, Filardo G, Delcogliano M, Boldrini L, et al. Patellofemoral full-thickness chondral defects treated with second-generation autologous chondrocyte implantation: Results at 5 years' follow-up. *Am J Sports Med* 2009;37(6):1083-92. [Crossref](#)

39. Bentley G, Biant LC, Vijayan S, Macmull S, Skinner JA, Carrington RW. Minimum ten-year results of a prospective randomised study of autologous chondrocyte implantation versus mosaicplasty for symptomatic articular cartilage lesions of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 2012;94(4):504-9. [Crossref](#)
40. Harris JD, Siston RA, Pan X, Flanigan DC. Autologous chondrocyte implantation: A systematic review. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92(12):2220-33. [Crossref](#)
41. Zeifang F, Oberle D, Nierhoff C, Richter W, Moradi B, Schmitt H. Autologous chondrocyte implantation using the original periosteum-cover technique versus matrix-associated autologous chondrocyte implantation: A randomized clinical trial. *Am J Sports Med* 2010;38(5):924-33. [Crossref](#)