

# Aktif Hastalarda Diz Medial Kondil Sınırlı Kıkırdak Defektlerinde Yüzey Kaplama Artroplastisi Tedavi Sonuçlarımız

Nazım Karahan   
Barış Yılmaz   
Murat Kaya   
Baran Kömür   
Erdem Aktaş   
Nurettin Heybeli 

## Our Results of Condyle Resurfacing Prosthesis Treatment in Knee Medial Condyle Focal Cartilage Defects in Active Patients

### Öz

**Amaç:** Bu çalışmada konservatif tedavi veya biyolojik yöntemler ile tedavi edilemeyen, aktif yaşantısı olan hasta grubunun kıkırdak sorunlarında uyguladığımız sınırlı yüzey artroplastisi olgularımızın klinik sonuçlarını sunmayı amaçladık.

**Yöntem:** Nisan 2010-Mart 2014 tarihleri arasında diz medial kondil sınırlı kıkırdak defekti nedeni diz yüzey kaplama artroplastisi uygulanan hastalar retrospektif olarak değerlendirildi. Çalışmaya medial femur kıkırdak lezyonu olan, MR veya artroskopiye doğrulanmış, ICRS 3-4 ve 4 cm<sup>2</sup>'den az olan, hastalar dahil edilmiştir. Hastalar VAS, Amerikan Diz Cemiyeti Kriterlerine ve fonksiyon skorlarına göre değerlendirildiler.

**Bulgular:** Çalışmaya 8 erkek, 24 kadın toplam 32 olgu dahil edildi. Olguların yaş ortalaması 53.1±3.2 yıldır. Olguların 18'ü (%56.3) sağ tarafından, 14'u (%43.7) sol tarafından operasyon geçirmiştir. Olguların takip süreleri 24 ile 30 ay arasında değişmekte olup, ortalaması 26.6±1.9 aydır. Olguların preoperatif VAS düzeylerine göre postoperatif VAS düzeylerinde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.01). Olguların preoperatif Amerikan Diz Cemiyet Skorlarına göre postoperatif diz skorlarında istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlenmiştir (p<0.01). Preoperatif diz fonksiyon skorları 46.5±9.1, postoperatif diz skorları 77.3±7.7 olarak görüldü. Olguların preoperatif diz fonksiyon skorlarına göre postoperatif diz fonksiyon skorlarında istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlenmiştir (p<0.01).

**Sonuç:** Lokal kıkırdak hasarı olan hastalarda yüzey artroplastisi uygulaması, klinik olarak erken dönemde şikayetleri azaltma ve diz fonksiyonlarında iyileşme sağlamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Diz, medial kondil, yüzey kaplama artroplastisi

### ABSTRACT

**Objective:** In this study, we aimed to present the clinical results of articular resurfacing prosthesis cases applied to cartilage problems of active patients who cannot be treated conservative and biological surgical methods.

**Method:** From April 2007 to March 2014, 32 patients were treated with femoral resurfacing using the HemiCAP implant. Indication for treatment with HemiCAP implant was symptomatic cartilage lesion at the medial femoral condyle demonstrated by MRI or arthroscopy, which was ICRS grade 3-4 and size less than 4 cm<sup>2</sup>. Patients were evaluated according to VAS score, American Knee Society Score, clinical improvement.

**Results:** 32 patients (8 males, 24 females) evaluated in this study. Mean age was 53.1±3.2 years. 18 (56.3%) patients were operated from right knee while 14 (43.7%) of patients from left. Follow-up time was between 24 and 30 months (26.6±1.9). The decrease in postoperative VAS compared to preoperative VAS was statistically significant (p<0.01). A statistically significant increase was observed in postoperative American Knee Society Score compared to preoperative knee scores (p<0.01). Preoperative function score was 46.5±9.1, postoperative function score was 77.3±7.7. A statistically significant increase was observed in postoperative knee function scores compared to preoperative knee function scores (p<0.01).

**Conclusion:** The femoral resurfacing treatment in active patients with local cartilage damage clinically reduces symptoms and improves knee function in the early period.

**Keywords:** Knee, medial condyl, resurfacing arthroplasty

Alındığı tarih: 18.11.2019  
Kabul tarihi: 20.05.2020  
Yayın tarihi: 31.05.2020

**Atf vermek için:** Karahan N, Yılmaz B, Kaya M, Kömür B, Aktaş E, Heybeli N. Aktif hastalarda diz medial kondil sınırlı kıkırdak defektlerinde yüzey kaplama artroplastisi tedavi sonuçlarımız. İKSSTD 2020;12(2):113-8.

**Nazım Karahan**  
Çorlu Devlet Hastanesi  
Ortopedi Ve Travmatoloji Kliniği  
Tekirdağ - Türkiye  
✉ usta\_84@hotmail.com  
ORCID: 0000-0003-0322-5515

**B. Yılmaz** 0000-0003-2023-267X  
**M. Kaya** 0000-0001-8751-9603  
Fatih Sultan Mehmet  
Eğitim Ve Araştırma Hastanesi  
Ortopedi Ve Travmatoloji Kliniği  
İstanbul - Türkiye

**B. Kömür** 0000-0003-2821-9859  
S.B.Ü. Kanuni Sultan Süleyman  
Eğitim ve Araştırma Hastanesi  
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği  
İstanbul - Türkiye

**E. Aktaş** 0000-0003-0933-7382  
TOBB Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Ortopedi ve Travmatoloji,  
Ankara - Türkiye

**N. Heybeli** 0000-0001-7822-8409  
Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Ort. ve Travmatoloj Anabilim Dalı  
Edirne - Türkiye

## GİRİŞ

İzole lokalize Evre 3-4 lokal kıkırdak lezyonlarının tedavisi, 35-65 yaş arası aktif hastalarda, halen tartışmalıdır. Bu tür yaralanmalar genellikle spor travmaları, tekrarlayan mikrotravmalar ile birlikte görülmektedir<sup>(1,2)</sup>. Kıkırdak dokunun tamir yeteneğini sınırlı olmasından kaynaklı bu tür yaralanmalar tedavi edilmezse ilerleyen dönemde generalize osteoartrite yol açabilmektedir<sup>(3)</sup>.

Eklem kıkırdağı sinir içermeyen, avasküler, matrix hücre oranı yüksek olan bir dokudur<sup>(4)</sup>. Avasküler olmasından kaynaklı beslenmesi eklem sıvısından difüzyon yoluyla olmaktadır. Yüksek stresslere maruz kalması ve rejenerasyon yeteneğinin sınırlı olması bu dokunun hasarlanmalarında, özellikle ilerleyen yaşlarda, sorun oluşturmaktadır. Klinik olarak başlangıçta diz hareketlerinde ağrı, ödem, krepitasyon görülmekteyken tedavi olmayan hastalarda osteokondral hasarın ilerlemesinden kaynaklı hareket kısıtlılığı ve deformite klinik tabloya eklenmektedir. Uygun tedavi uygulanmayan hastalarda, fiziksel aktiviteye paralel olarak eklem binen yüklenmenin devam etmesi sonucu eklemde yaygın osteoartritik değişiklikler gözlemlenmektedir<sup>(5,6)</sup>.

Lokal kıkırdak lezyonu olan genç hastaların tedavisinde otolog kondrosit implantasyonu, mozaikplasti ve mikrofraktür gibi biyolojik yöntemler uygulanmaktadır. Fakat ileri yaşlarda, biyolojik cerrahi yöntemlere yanıt vermeyen hastalara yüzey artroplastisi uygulanabilmektedir<sup>(7)</sup>. Lokal kıkırdak defektlerinin tedavisi ile ilgili kabul görmüş bir algoritme henüz mevcut değildir<sup>(8)</sup>. Yüzey artroplastisi, 40-60 arası, biyolojik yöntemlerin yetersiz kaldığı, aktif hastalar için kullanılması önerilmektedir<sup>(9)</sup>. Fakat literatürde, yüzey artroplastisi yönteminin klinik sonuçlarını gösteren yeterli çalışma mevcut değildir.

Bu çalışmada, konservatif tedavi ve biyolojik cerrahi yöntemler ile tedavi edilemeyen orta yaşlı femoral medial kondülden lokal kıkırdak hasarı olan hastalara uygulanan sınırlı yüzey artroplastisi cerrahi tedavilerinin klinik sonuçlarını sunmayı amaçladık.

## GEREÇ ve YÖNTEM

### Hasta Seçimi

Nisan 2010-Aralık 2013 tarihleri arasında diz medial femoral kondül yüzey artroplastisi uygulanan

(HemiCAP implant) hastalar retrospektif olarak değerlendirildi.

Çalışmaya medial femoral bölgede semptomatik kıkırdak lezyonu olan hastalar (ICRS grade 3-4), 4 cm<sup>2</sup> den düşük alanı olan, karşı eklemi normal olan hastalar dahil edilmiştir. Otuz beş yaş altı ve 65 yaş üstü hastalar, >50 varus ve valgus maliglimenti olan hastalar, ligament instabilitesi olan hastalar, inflamatuvar artropatiler, önceki cerrahilerinde %50'den fazla menisküs eksize edilmiş hastalar, farklı kompartmanlarda kıkırdak hasarı olan hastalar ve BMI>35 olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çalışmaya dahil edilen bütün hastalar, yüzeysel artroplastisi cerrahisinden önce konservatif tedavi uygulanmış, bir veya birden fazla biyolojik tedavi yöntemleri denenmiş fakat bu tedavi yöntemlerinden fayda görmemiş hastalardan seçilmiştir. Diğer kompartmanlarda ileri kondral (ICRS grade 3-4) hasarı olan hastalar çalışmaya alınmamıştır.

### Değerlendirme

Hastaların demografik bilgileri, ameliyat öncesi ve son kontrollerindeki VAS (visual analog skor), Amerikan Diz Cemiyeti Kriterlerine göre skorları, ve fonksiyon skorları, komplikasyonları kayıt altına alındı (Tablo 1).

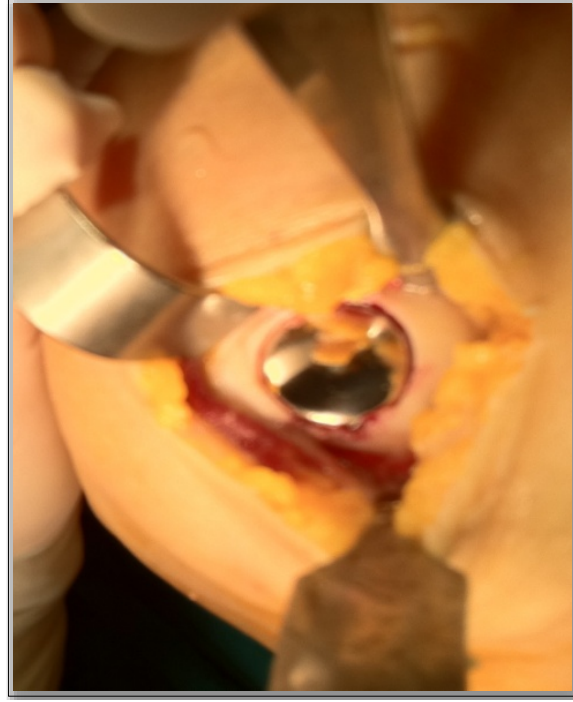
**Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri.**

Yaş (yıl)	Ort±Std	53.1±3.2
Cinsiyet; n (%)	Erkek Kadın	8 (25) 24 (75)
Taraf; n (%)	Sol Sağ	14 (43.7) 18 (56.3)
BMI;	Ort±Std	23,4±5,3
Takip süresi (ay)	Ort±Std	26.6±1.9

Amerikan Diz Cemiyeti Kriterlerine göre diz skorlarında 60 puan altı kötü, 60-69 puan orta, 70-84 puan iyi, 85-100 puan mükemmel sonuç olarak değerlendirildi (10). VAS 0-10 a kadar, en kötü ağrı seviyesi 10 olacak şekilde, numerik sınıflama yapıldı. Fonksiyon skoru 0-100 arasında değer alabilmektedir. Fonksiyon skorunun yüksek olması hastaların daha yüksek fonksiyonlara sahip olduğunu göstermektedir<sup>(11)</sup>.

### Cerrahi prosedür

Çalışmaya katılan tüm olgular tek merkezde, aynı cerrahi ekip tarafından opere edildiler. Olguların cerrahisi reyonel anestezi uygulamasını takiben, proksimal uyluğa turnike uygulaması sonrasında, supin pozisyonda yatırılarak gerçekleştirildi. Hastalara öncelikle diz artroskopisi yapılarak kıkırdak lezyonları ve diz içi diğer yapıların durumu değerlendirildi. Artsoskopi sonrasında, yaklaşık 4 cm insizyon ile medial parapatellar yaklaşımla cerrahi girişim gerçekleştirildi (Resim 1). Kıkırdak hasarının olduğu lezyonun merkezinden kılavuz tel yerleştirildi. Kılavuz tel üzerinden fiksasyon materyalinin yerleştirileceği zemin hazırlandı. Bölgeye anatomik olarak uyumlu artroplastisi materyali belirlenerek, yüzey değiştirme protezi (HemiCAP, Resurfacing Prosthesis, Arthrosurface Inc., Franklin, MA, USA) implante edildi (Resim 2, 3). Ardından operasyonun 1. günü tolere edebildiği kadar yüklenme ile mobilizasyonlarına izin verilerek taburcu edilen hastalara cerrahi sonrasında, tam eklem hareket açıklığının sağlanmasına ve kuadriseps güçlendirilmesine yönelik ortak rehabilitasyon programı uygulanarak rehabilite edildiler.



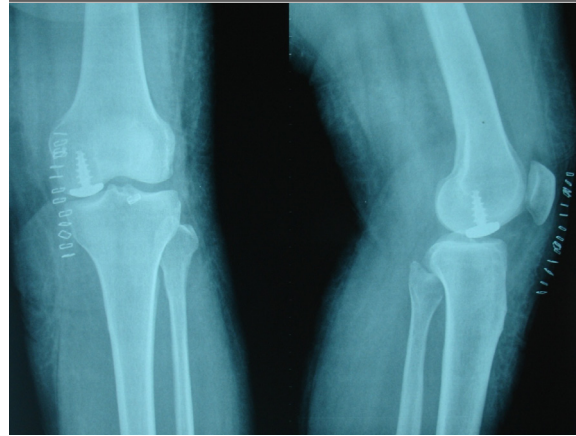
Resim 2. Yüzey artroplastisi uygulaması sonrası görünüş.



Resim 1. Olgularımızın cerrahi insizyon sonrası mevcut kıkırdak lezyonlarının görünüşlerinden örnekler.

### İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (IBM Corp.; Armonk, NY, ABD) programı kullanıldı. Çalışma



Resim 3. Yüzey artroplastisi uygulaması sonrası radyolojik görüntü.

verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlar (ortalama, standart sapma, medyan, frekans, yüzde, minimum, maksimum) kullanıldı. Nicel verilerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ve grafiksel incelemeler ile sınıandı. Amerikan Diz Cemiyeti Kriterlerine göre diz skorları, diz fonksiyon skorları ve VAS skorlarında normal dağılım göstermediği için iki grup karşılaştırmalarında Wilcoxon Testi kullanıldı. Anlamlılık  $p < 0.05$  düzeylerinde değerlendirildi.

## BULGULAR

Olgularımızın hiçbirinde yara yeri sorunu ve enfeksiyon problemi görülmez iken sadece 1 hastada cerrahi sonrası hemartroz aspire edildi.

Yaş, BMI ve takip süresi verilerinde normal dağılım gözlemlendi. Amerikan Diz Cemiyeti Kriterlerine göre diz skorları, diz fonksiyon skorları ve VAS skorlarında normal dağılım olmadığı gözlemlendi.

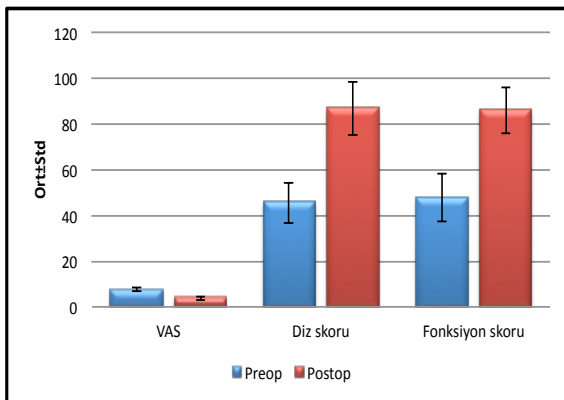
Cinsiyete göre postoperatif VAS, postoperatif diz skorları ve postoperatif diz fonksiyon skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ( $p>0.05$ ). Hasta tarafına göre VAS, diz skoru ve fonksiyon skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ( $p>0.05$ ).

Olguların preoperatif VAS düzeylerine göre postoperatif VAS düzeylerinde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). Olguların preoperatif Amerikan Diz Cemiyet Skorlarına göre postoperatif diz skorlarında istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlenmiştir ( $p < 0.01$ ). Olguların preoperatif diz fonksiyon skorlarına göre postoperatif diz fonksiyon skorlarında istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlenmiştir ( $p < 0.01$ ) (Tablo 2).

**Tablo 2. Preoperatif -postoperatif değerlendirmeler.**

	Preoperatif Median (Min-Max)	Postoperatif Median (Min-Max)	P
VAS	7.5 (6-9)	4 (2-5)	0.001**
Diz skoru	40 (30-70)	80 (60-90)	0.001**
Fonksiyon skoru	45 (25-60)	80 (65-90)	0.001**

**Tablo 3. Preoperatif-postoperatif değerlendirmenin grafiksel gösterilmesi.**



Diz skoru baz alınarak yapılan değerlendirmede 12 (% 37.5) olguda mükemmel, 14 (% 43.75) olguda iyi ve 6 (% 18.7) olguda orta sonuca rastlanmışken, diz fonksiyonel skoru baz alınarak yapılan değerlendirmede 7 (% 21.8) olguda mükemmel ve 22 (% 68.7) olguda iyi 3 (%9.3) orta sonuca rastlanmıştır (Tablo 3).

## TARTIŞMA

Çalışmamız, HemiCap lokal metalik yüzey artroplastisi uygulaması yapılan hastaların erken dönem klinik sonuçlarını göstermektedir. Hastaların cerrahi sonrası VAS skorlarında ve Amerikan Diz Cemiyeti skorlarında ameliyat öncesine göre anlamlı iyileşme gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar bize fiziksel olarak aktif lokal kırık hasarı olan hastalarda yüzeyel artroplastisi uygulamasının erken dönemde etkili bir tedavi yöntemi olduğunu göstermektedir.

Lokale kırık hasarlarının tedavisinde mikrofraktür, mozaikplasti, otolog kondrosit implantasyonu gibi çeşitli biyolojik yöntemler uygulanmaktadır. Fakat bu yöntemlerin başarı oranları yaşın ilerlemesiyle azalmakta, komplikasyon oranlarında artmaktadır<sup>(12-14)</sup>. Alt ekstremitte dizilim bozukluğu ve kondral hasarı olan hastalarda yüksek tibial osteotomi bir tedavi seçeneği olmakla beraber, her kırık lezyonu olan hasta grubuna uygulanamamaktadır<sup>(15)</sup>. Geniş yüzey rekonstrüksiyonu gereken durumlarda unikonduer diz protezi başarılı bir tedavi olmakla beraber lokalize kırık defektlerinde fazla kemik kaybına neden olmaktadır<sup>(16)</sup>. Generalize osteoartritte etkili bir tedavi yöntemi olan klasik artroplastisi cerrahisi geniş kemik kaybına neden olması ve genç hastalarda düşük implant sağkalımı olması nedeniyle lokal kırık hasarı için agresif bir yöntem olarak görülmektedir. Bu yüzden 60 yaştan küçük hastalara önerilmemektedir<sup>(17)</sup>. Yüzey artroplastisi, biyolojik tedavi yöntemlerinden fayda görülmeyeceği düşünülen hastalar için, klasik artroplastisi gibi agresif cerrahi prosedürler yerine tercih edilebilecek bir yöntem olduğunu düşünmekteyiz.

Yüzey artroplastisinde uygulanan metalin rijit yapısından kaynaklı karşısındaki eklemden kondral hasar oluşturabileceğine dair endişeler mevcuttur fakat bu durum sadece implant düzgün yerleştirilmediğinde görülebilmektedir<sup>(18)</sup>. Keçiler üzerinde yapılan hayvan deneylerinde, hemicap uygulaması sonrası, implant uygulanan eklemin çevresinde ve karşı tarafında kondral hasar olmadığı gösterilmiştir<sup>(19,20)</sup>. Taze don-



muş kadavralar üzerinde yapılan biyomekanik çalışmalarda da, yüzeY artroplastisinin tibiofemoral kontak basıncı değiştirmediği gösterilmiştir<sup>(21,22)</sup>.

Literatürde, yüzeY artroplastisine yönelik kısıtlı sayıda yayın bulunmaktadır. Hobbs ve ark.<sup>(23)</sup> yaptığı 22 hastanın değerlendirildiği retrospektif takip süresi 4.7±5.9 yıl olan bir çalışmada %79 iyi ve mükemmel sonuç görölmüşken bu hastaların üçüne revizyon yapılmıştır. Bollars ve ark.<sup>(24)</sup> 18 hasta üzerinden yaptığı 34 ay takip süresi olan bir çalışmada 8 hastaya artroplasti yapıldiğı bildirilmiştir. Becher ve ark.<sup>(25)</sup> 21 hastanın değerlendirildiği 5.3 yıllık takip süresi olan çalışmada herhangi bir komplikasyon ve gevşeme olmadiğı gösterilmiştir. Vaka serilerinde komplikasyon oranlarının az olduğu görölmüşken rağmen Avusturalya artroplasti kayıtlarına göre yüzeY artroplasti sonrası %28 oranında çeşitli tiplerde artroplastilere giden revizyonlar bildirilmiştir<sup>(26)</sup>. Bu durum erken dejeneratif değişiklikleri ve kırık hasarı olan hastalarda yüzeY artroplasti uygulamasının osteoartrit progresyonunu engellemediğini düşündürmektedir<sup>(27)</sup>. Radyografik takiplerde klinik ve fonksiyonel iyileşmeye rağmen ilk iki sene içerisinde %25-29 oranında osteoartritik değişiklikler gözlemlenmiştir<sup>(27)</sup>. Literatürde en geniş seri Laursen ve Lind in yaptığı 61 hastanın değerlendirildiği 7 yıllık takip süresi olan retrospektif bir çalışmada ilk 2 sene içerisinde KSS fonksiyon ağrı skorlarının iyileştiği görölmüştür. Bu hastaların 23 üne ağrı ve gevşemeden kaynaklı artroplasti yapıldiğı bildirilmiştir<sup>(28)</sup>. En uzun sağkalım takip literatürde 12 senelik 2 hastalık bir seridir. Biomekanik çalışma sonuçlarına göre ise 10-15 yıllık sonuçların başarılı olacağını düşünölmektedir<sup>(29)</sup>. Bizim olgularımızda benzer komplikasyona görölmemiştir. Bir hastada hematroz gözlemlenmiştir. Bu hasta için diz içi aspirasyon yapılmıştır ve bu hastaya cerrahi müdahale gerekmemiştir.

Artroplasti uygulanan hastaların klinik ve fonksiyonel durumunu değerlendirmek için çeşitli skollama yöntemleri kullanılmaktadır. Literatürde sıklıkla KOOS (Knee injury and osteoarthritis outcome score) skollama yöntemi kullanılmaktadır<sup>(18,25,30)</sup>. Fakat bu skollama yöntemi yaş, cinsiyet ve beden kitle endeksinde etkilenebileceği gösterilmiştir<sup>(31)</sup>. Yapılan çalışmalarda Amerikan Diz Cemiyeti diz skorlarının beden kitle endeksinde ve yaştan etkilenebileceği gösterilmiştir<sup>(32)</sup>. Bu yüzden çalışmamızda Amerikan Diz Cemiyeti Kriterleri diz skorları kullanılmıştır.

Çalışmanın retrospektif olması, olgu sayısının az olması, takip süresinin kısa, uzun dönemli radyografik bir karşılaştırma yapılmamış olması çalışmanın ana kısıtlılığıdır. Daha büyük hasta sayısı olan kohort çalışmalara ve diğer biyolojik onarım yöntemleriyle etkinliğini karşılaştıracak prospektif randomize çalışmalara ihtiyaç vardır. Postoperatif değerlendirmeleri operasyona giren cerrahi ekip tarafından yapılmıştır. Bu durumun diz fonksiyon skorlaması üzerinde bir etkisi olmayacağını düşünmekteyiz fakat VAS skollaması üzerinde etki edebilecek olması çalışmanın diğer bir kısıtlılığıdır.

## SONUÇ

YüzeY artroplastisi, aktif, lokal tam kat kırık hasarı olan hastalarda erken dönemde diz fonksiyonlarını arttırmakta ve ağrıyı azaltmaktadır. Erken dönemde klinik ve fonksiyonel sonuçları iyi olan ve düşük komplikasyon ve re-operasyon oranlarına sahip bir tedavi yöntemidir ve farklı kompartmanları ilgilendiren yaygın kondral hasarı olmayan ve biyolojik yöntemlerden fayda görmeyen hastalarda bir tedavi seçeneği olabileceği düşünölmektedir.

**Etik Kurul Onayı:** Bu makale retrospektif bir yazı olup, etik kurul onayı gerekmemektedir (Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurul Kararı).

**Çıkar Çatışması:** Yoktur.

**Finansal Destek:** Yoktur.

**Hasta Onamı:** Yazımızda yer alan hastaların tamamına ait cerrahi işlem onamları mevcuttur.

**Ethics Committee Approval:** This article is a retrospective article and ethics committee approval is not required (Fatih Sultan Mehmet Education and Research Hospital Ethics Committee Decision).

**Conflict of Interest:** None.

**Funding:** None.

**Informed Consent:** Surgical procedure approvals are available for all patients in our article.

## KAYNAKLAR

1. Buckwalter JA. Sports, joint injury, and posttraumatic osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 2003;33(10):578-88. <https://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.10.578>
2. Çopuroğlu C, Yılmaz B, Heybeli N. Eklem kırıkdağı lezyonlarına yönelik girişimlerin değerlendirilmesi: Sonuç ölçütleri. *Türkiye Klinikleri J Orthop & Traumatol-Special Topics* 2011;4(1):20-6.
3. Silverwood V, Blagojevic-Bucknall M, Jinks C, Jordan JL,

- Protheroe J, Jordan KP. Current evidence on risk factors for knee osteoarthritis in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015 Apr;23(4):507-15.  
<https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.11.019>
4. Kayaoğlu EE, Binnet MS. Chondral and osteochondral fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2007;41 Suppl 2:105-12.
  5. Buckwalter JA, Martin JA, Brown TD. Perspectives on chondrocyte mechanobiology and osteoarthritis. *Biorheology* 2006;43(3-4):603-9.
  6. Davies-Tuck ML, Wluka AE, Wang Y, Teichtahl AJ, Jones G, Ding C, Cicuttini FM. The natural history of cartilage defects in people with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2008;16(3):337-42.  
<https://doi.org/10.1016/j.joca.2007.07.005>
  7. Camp CL, Stuart MJ, Krych AJ. Current concepts of articular cartilage restoration techniques in the knee. *Sports Health*. 2014 May;6(3):265-73.  
<https://doi.org/10.1177/1941738113508917>
  8. Li CS, Karlsson J, Winemaker M, Sancheti P, Bhandari M. Orthopedic surgeons feel that there is a treatment gap in management of early OA: international survey. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22(2):363-78.  
<https://doi.org/10.1007/s00167-013-2529-5>
  9. Cicuttini F, Ding C, Wluka A, Davis S, Ebeling PR, Jones G. Association of cartilage defects with loss of knee cartilage in healthy, middle-age adults: a prospective study. *Arthritis Rheum*. 2005;52:2033-9.  
<https://doi.org/10.1002/art.21148>
  10. Insall JN, Henry DC. Historic Development, Classification, and Characteristics of Knee Prostheses. *Surgery of the Knee*. 3rd ed. New York: Churchill Livingstone 2001. p.1516-47.
  11. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;248:13-4.  
<https://doi.org/10.1097/00003086-198911000-00004>
  12. Knutsen G, Drogset JO, Engebretsen L, Gronvedt T, Isaksen V, Ludvigsen TC, Roberts S, et al. A randomized trial comparing autologous chondrocyte implantation with microfracture. Findings at five years. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(10):2105-12.  
<https://doi.org/10.2106/JBJS.G.00003>
  13. 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.  
<https://doi.org/10.1053/jars.2003.50112>
  14. Pareek A, Carey JL, Reardon PJ, Peterson L, Stuart MJ, Krych AJ. Long-term outcomes after autologous chondrocyte implantation: a systematic review at mean follow-up of 11.4 years. *Cartilage* 2016;7(4):298-308.  
<https://doi.org/10.1177/1947603516630786>
  15. Sterett WJ, Steadman JR, Huang MJ, Matheny LM, Briggs KK. Chondral resurfacing and high tibial osteotomy in the varus knee: survivorship analysis. *Am J Sports Med*. 2010 Jul;38(7):1420-4.  
<https://doi.org/10.1177/0363546509360403>
  16. O'Rourke MR, Gardner JJ, Callaghan JJ, Liu SS, Goetz DD, Vittetoe DA, Sullivan PM, et al. The John Insall Award: unicompartmental knee replacement: a minimum twentyone year follow-up, end-result study. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;440:27-37.  
<https://doi.org/10.1097/01.blo.0000185451.96987.aa>
  17. Jasper LL, Jones CA, Mollins J, Pohar SL, Beaupre LA. Risk factors for revision of total knee arthroplasty: a scoping review. *BMC Musculoskelet Disord* 2016;17:182.  
<https://doi.org/10.1186/s12891-016-1025-8>
  18. Nahas S, Monem M, Li L, Patel A, Parmar H. Ten-Year Average Full Follow-up and Evaluation of a Contoured Focal Resurface Prosthesis (HemiCAP) in Patients in the United Kingdom. *J Knee Surg*. 2019 May 24.  
<https://doi.org/10.1055/s-0039-1688921>
  19. van Susante JL, Buma P, Schuman L, Homminga GN, van den Berg WB, Veth RP. Resurfacing potential of heterologous chondrocytes suspended in fibrin glue in large full-thickness defects of femoral articular cartilage: an experimental study in the goat. *Biomaterials* 1999;20:1167-75.  
[https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(97\)00190-7](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(97)00190-7)
  20. Jackson DW, Lalor PA, Aberman HM, Simon TM. Spontaneous repair of full-thickness defects of articular cartilage in a goat model. A preliminary study. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83-A:53-64.  
<https://doi.org/10.2106/00004623-200101000-00008>
  21. Becher C, Huber R, Thermann H, Paessler HH, Skrbensky G. Effects of a contoured articular prosthetic device on tibiofemoral peak contact pressure: a biomechanical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008;16:56-63.  
<https://doi.org/10.1007/s00167-007-0416-7>
  22. Becher C, Huber R, Thermann H, Ezechieli L, Ostermeier S, Wellmann M, von Skrbensky G. Effects of a surfacematching articular resurfacing device on tibiofemoral contact pressure: results from continuous dynamic flexion-extension cycles. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011;131:413-9.  
<https://doi.org/10.1007/s00402-010-1201-5>
  23. Hobbs H, Ketse-Matiwane N, van der Merwe W, Posthumus M. Focal full thickness articular cartilage lesions treated with an articular resurfacing prosthesis in the middle-aged. *SA Orthopaedic Journal*. 2013;12:41-6.
  24. Bollars P, Bosquet M, Vandekerckhove B, Hardeman F, Bellemans J. Prosthetic inlay resurfacing for the treatment of focal, full thickness cartilage defects of the femoral condyle: a bridge between biologics and conventional arthroplasty. *Knee Surgery, Sport. Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2012;20:1753-9.  
<https://doi.org/10.1007/s00167-011-1757-9>
  25. Becher C, Kalbe C, Thermann H, Paessler HH, Laprell H, Kaiser T, Fechner A, Bartsch S, Windhagen H, Ostermeier S. Minimum 5-year results of focal articular prosthetic resurfacing for the treatment of full-thickness articular cartilage defects in the knee. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011 Aug;131(8):1135-43.  
<https://doi.org/10.1007/s00402-011-1323-4>
  26. Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry (2013) Annual report.
  27. Laursen JO, Lind M. Treatment of full-thickness femoral cartilage lesions using condyle resurfacing prosthesis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 Mar;25(3):746-51.  
<https://doi.org/10.1007/s00167-015-3726-1>
  28. Laursen JO, Lind M. Treatment of full-thickness femoral cartilage lesions using condyle resurfacing prosthesis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 Mar;25(3):746-51.  
<https://doi.org/10.1007/s00167-015-3726-1>
  29. Becher C, Huber R, Thermann H, Ezechieli L, Ostermeier S, Wellmann M, von Skrbensky G. Effects of a surface matching articular resurfacing device on tibiofemoral contact pressure: results from continuous dynamic flexion-extension cycles. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011 Mar;131(3):413-9.  
<https://doi.org/10.1007/s00402-010-1201-5>
  30. Wylde V, Blom AW, Whitehouse SL, Taylor AH, Pattison GT, Bannister GC. Patient-reported outcomes after total hip and knee arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty* 2009;24:209-16.  
<https://doi.org/10.1016/j.arth.2007.12.001>
  31. Paradowski PT, Bergman S, Sundén-Lundius A, Lohmander LS, Roos EM. Knee complaints vary with age and gender in the adult population. Population-based reference data for the knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS). *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;7:38.  
<https://doi.org/10.1186/1471-2474-7-38>
  32. Maempel JF, Clement ND, Brenkel IJ, Walmsley PJ. Validation of a prediction model that allows direct comparison of the Oxford Knee Score and American Knee Society clinical rating system. *Bone Joint J*. 2015 Apr;97-B(4):503-9.  
<https://doi.org/10.1302/0301-620X.97B4.34867>