



## Primer ön çapraz bağ tamiri

### Primary anterior cruciate ligament repair

Mahmut Enes Kayaalp<sup>1</sup>, Özgür Korkmaz<sup>2</sup>, Lokman Kehribar<sup>3</sup>, Mahir Mahiroğulları<sup>4</sup>

<sup>1</sup>S.B. Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

<sup>2</sup>Bahçeşehir Üniversitesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Pendik Medikal Park VM Hastanesi, İstanbul

<sup>3</sup>Gazi Devlet Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Samsun

<sup>4</sup>Özel Muayenehane ve Vehbi Koç Vakfı Sağlık Kuruluşları Medamerikan Tıp Merkezi, İstanbul

Ön çapraz bağ hasarının tedavisinde primer tamir seçeneği, yeni geliştirilen teknikler ve ekipmanla günümüzde tekrar önem kazanma aşamasındadır. Bu derleme ile, bu durumun arkasındaki güncel bilimsel kanıt ve gerekçelerin irdelenmesi planlanmıştır. Ön çapraz bağın iyileşmesindeki biyolojik ve mekanik engellerin bertaraf edilebileceğinin görülmesi ile farklı tamir seçenekleri ortaya konulmuştur. Dinamik intraligamenter stabilizasyon (DIS) sistemi, bu sistemler arasında en yaygın kullanım alanına sahip olanlardan biridir. Primer tamir tedavisinde yöntemin önüne geçen, sonuçlar üzerinde etkili faktörlerden biri de hasta seçimidir. Doğru hasta seçimi için, yırtık morfolojisinin yanında hasta fonksiyonel ve demografik özellikleri de etkilidir. Bu derlemede, farklı tamir çeşitleri ele alınmış ve DIS özelinde, literatürdeki klinik araştırmalar ve konu temelinde yapılmış temel bilim araştırmaları değerlendirilmiştir. Güncel bilimsel kanıtların zemininde, DIS sisteminin seçilmiş hasta gruplarında önemli bir yeri olduğu anlaşılmaktadır. Var olan kullanım alanının değişmesinde, gelecek dönemde yapılacak bağımsız, geniş serili, karşılaştırmalı ve randomize çalışmaların etkisi olacaktır.

**Anahtar sözcükler:** primer ÖÇB tamiri; ön çapraz bağ; DIS; dinamik intraligamenter stabilizasyon; hasta seçimi

Primary anterior cruciate ligament repair gains interest owing to modern techniques and new devices. This review aims to examine the current scientific level of proof behind the primary repair option. New techniques in primary repair of ACL have been introduced following the notion that the ruptured ligament is capable of healing. Dynamic intraligamentary stabilization (DIS) is one of the most commonly preferred methods among primary repair options. A more prominent influencer of clinical results other than the repair option is the selection criteria of patients. Patient selection criteria not only include the tear morphology, but also patients' functional status and demographical features. This review examined various repair techniques and, specifically DIS method, clinical researches on it, and repair specific basic science researches. In the light of the currently available scientific proof, DIS has a prominent space in a correctly selected patient group. Future independent, comparative and randomized studies with larger cohorts will effect its place as an option in addressing ACL injuries.

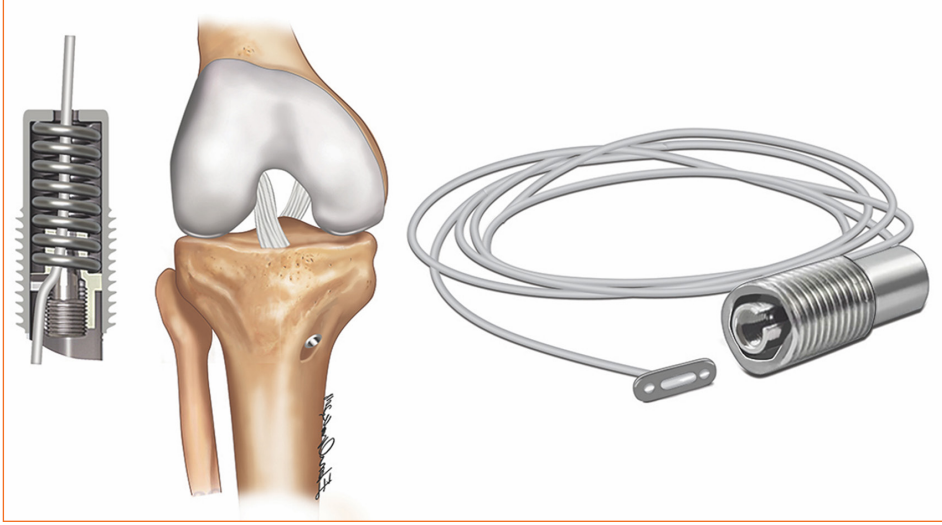
**Key words:** primary ACL repair; anterior cruciate ligament; DIS; dynamic intraligamentary stabilization; patient selection

Ön çapraz bağ (ÖÇB) hasarı tanısı yıllar içerisinde giderek artan sıklıkta kaydedilmektedir.<sup>[1]</sup> Sadece Amerika'da yıllık 200.000 ÖÇB rekonstrüksiyonu yapıldığı bildirilmiştir. Günümüzde ön çapraz bağ hasarında altın standart tedavi ön çapraz bağ rekonstrüksiyonudur.<sup>[2]</sup>

Ön çapraz bağ hasarının cerrahi tedavisinde rekonstrüksiyon dışı yöntemlerin uygulanmasına yönelik 1950'li yıllardan beri ciddi çabalar olmuştur.<sup>[3,4]</sup> Ön çapraz bağın hasarı durumunda girişim olmaksızın iyileşmesinin mümkün olmadığı görülmesi<sup>[5-7]</sup> ve primer tamir uygulanan olgularda istenen sonuçların elde

edilememesi<sup>[8,9]</sup> sonucunda rekonstrüksiyon cerrahisi öne çıkmıştır. Eş zamanlı olarak primer tamir tekniğinde çeşitli yenilikler yapılmıştır. Yapılan bu yenilikler ile primer tamirin ÖÇB cerrahisinde olgu seçimine dayalı bir yeri olmasını sağlamak amaçlanmıştır.<sup>[10]</sup>

Karşılaştırmalı yayınlarda günün teknikleri kullanılarak rekonstrüksiyon lehine çalışmaların daha da ağırlık kazanması ile<sup>[11]</sup> rekonstrüksiyon cerrahisi genel pratikte altın standart cerrahi uygulama haline gelse de primer tamir için çözüm arayışları sonlanmamıştır. Yeni tekniklerin ortaya konulması ve teknik olarak üstünlük sağlayan implantların üretimi, primer tamire yönelik



**Şekil 1.** Dinamik intraligamenter stabilizasyon tekniğinin komponentleri.

eğilime destek sağlamıştır. Bu eğilimin arkasındaki motivasyon unsurları: 1) greft donör saha morbiditesini azaltmak, 2) rekonstrüksiyon ile kaybedilen propriyosepsiyonu muhafaza etmek ve 3) uzun dönemde bazı çalışmalarda, sonuçları tartışmalı olsa da, rekonstrüksiyondan sonra osteoartrit sıklığının azaltılamamış olduğunun görülmesi olarak sayılabilir.<sup>[12,13]</sup>

İlerleyen zaman ile primer tamirin seçilmiş hasta gruplarında uygulanması gerektiğine yönelik görüşler netleşmeye başlamıştır. Buna göre, her ne kadar ÖÇB yırtığının kendi halinde onarımının önünde biyolojik ve mekanik engeller saptanmışsa da<sup>[5-7]</sup>; proksimal bölge yırtıklarında<sup>[4,14,15]</sup>, erken dönemde<sup>[3]</sup>, kaliteli bakiye (kalan) ÖÇB dokusu varlığında<sup>[10]</sup> primer tamir ile iyileşme sağlanabileceği iddia edilmiştir.

Modern zamanlarda, farklı yazarlar, tanımladıkları özgün yöntemlerle seçilmiş hasta gruplarında başarılı sonuçlar bildirmiştir.<sup>[10,16-18]</sup> Buna göre günümüzde yeniden popülerlik kazanan primer tamirde uygulanan üç güncel teknik mevcut olduğu söylenebilir. Bunlardan ilkinde farklı yöntemlerle bağın primer tamiri tariflenmiştir. Sütür ankorlar kullanılarak veya interosseöz tüneller açılarak proksimal bölgedeki ÖÇB yırtığının dikilerek femur tarafına fikse edilebileceği bildirilmiştir. İkinci yöntem, bu tamire ek olarak internal breysleme görevi görecektir yapılar kullanılmasıdır. Bu amaçla fiber tape ve benzeri internal sütür destekleri<sup>[17,19,20]</sup> veya dinamik intraligamenter stabilizasyon (DİS) yöntemi<sup>[16]</sup> önerilmiştir. Bu yapılar sayesinde dikilerek tamir edilen bağın erken dönemde zorlanmasının önüne geçmek için yapısal destek sağlanması amaçlanmıştır. Üçüncü yöntem olan köprüleme yöntemi ile ÖÇB tamirinde ise

(*bridge-enhanced anterior cruciate ligament repair –BEAR*) ÖÇB'nin eklem içi uzunluğunun %50 hizasının proksimalinde kalan yırtıklarında, femoral yapışma noktası ile hasar bölgesi boşluğunu köprüleyen biyoaktif bir skafold kullanılarak tamir önerilmiştir.<sup>[21]</sup>

Ön çapraz bağın artroskopik cerrahi tamirinde özel alet ve malzemelerin kullanılması gerekmektedir. Tekniğe göre tibiada bir tünel açılarak veya güdük dokusuna özel aletlerle sütür geçirilmesi ile tamire başlanabilmektedir.<sup>[10,19]</sup> Tibia tarafında, sadece tamir uygulanan durumlarda bir tespit gerekmezken; tamir edilen bağın desteklenmesi için bir yapı oluşturulması durumunda tibial tarafa ankor ile tespit uygulanabilmektedir.<sup>[19]</sup> Takibinde yine tekniğe göre femur tarafında ankor veya buton kullanılarak tespit yapılabilmektedir.<sup>[17,19]</sup> Bu bölümde ayrıntıların ele alınacak olan yöntem ise DİS yöntemidir.

## DİNAMİK INTRALİGAMENTER STABİLİZASYON

DİS yöntemi, tamir ve internal breysleme metodlarının kombinasyonunu içermektedir. Bu sistem üç ana komponentten oluşur. Bunlar: 1) bağın içerisinden geçirilen örgülü polietilen ip, 2) bu ipi ve distal parçadan geçirilmiş sütür materyalini gererek femur tarafında sabitleyen bir düğme ankor ve 3) polietilen ipi gererek tamir edilen ÖÇB üzerine düşen yükü azaltan, bir yay ihtiva eden tibial komponenttir (Şekil 1).

### Primer Tamirde Neden DİS Yöntemi?

Dinamik intraligamenter stabilizasyon yönteminin diğer anılan yöntemlere göre tercih edilmesinde etken bazı faktörler sayılabilir. Güncel ÖÇB tamir metodları

arasında, yukarıda ilk olarak anılan yöntem olan, internal breysleme eklenmeksizin yapılan primer tamir metodunun, ÖÇB iyileşmesi için gerekli olan stabilizeyi sağlayamadığı görülmüş ve internal breysleme ile tamirin desteklenmesi önerilmiştir.<sup>[22,23]</sup>

Internal breysleme ile tamir edilmiş bağı desteklemek için tibia ve femur tünellerinden geçerek tamir hattını köprüleyen, gerilmiş bir ip kullanılması önerilmiştir.<sup>[17]</sup> Ne var ki, ÖÇB'nin eklem içi segmentinin, diz sagittal düzlem hareketleri esnasında önemli miktarda esneme gösterdiği bilinmektedir. Bu esneme miktarının özellikle de anatomik femoral tünel açıldığı durumlarda daha da fazla olduğu, ortalamada 6,7 mm ( $\pm 0,9$  mm)'ye ulaştığı, biyomekanik kadavra testlerinde ortaya konulmuştur.<sup>[24]</sup> *Fiber tape* gibi materyaller ile internal breyslemesi yapılan tamirlerin, diz hareketleri esnasında oluşacak döngüsel kuvvetlere ne ölçüde direnebildiğinin sınındığı biyomekanik bir çalışmada, bu yapıların, DİS sisteminin aksine, döngüsel kuvvetler altında anterior tibial transasyonu kontrol edemeyeceği gösterilmiştir.<sup>[22]</sup> Başka bir çalışmada ise, ÖÇB'ye iskelet görevi görmesi için kullanılacak ipin, tüneller açılırken izometrik noktalardan sapmalar olduğunda, döngüsel kuvvetlerin olumsuz etkisine karşı savunması olacağı bildirilmiştir.<sup>[25]</sup>

DİS tekniğinde ise, internal breysleme için kullanılan polietilen ip, diz 30° fleksiyonda iken gerilerek kilitlenmekte, böylece tibia anterior transasyonu azaltılarak, tibia femura göre posteriora doğru çekilmiş pozisyonunda tespit edilmektedir. Yani tibial anterior transasyon kontrol altına alınmaktadır.<sup>[26]</sup> Bu durum, tamir edilmiş bağı iyileşmesi için gerekli zemini oluşturur. Ayrıca yay mekanizması, diz tam ekstansiyonda iken, 80 Newton (N) gerginlik altında sistem kilitlenmekte, böylece diz fleksiyona alınırken oluşan esneme, yay sistemi üzerinden olmaktadır.<sup>[27]</sup> Bu sayede döngüsel kuvvetlere karşı yeterli direnç de sağlanabilmektedir.<sup>[22,28]</sup> DİS sisteminin harekete izin veren bu yapısal desteği, dinamik augmentasyon (destekleme) modeli olarak isimlendirilmiştir.<sup>[22]</sup>

DİS sistemi kullanıldığında, destekleme yapılmamış primer tamir veya *fiber tape* ile desteklenmiş primer tamir metodlarına göre, anterior tibial transasyonun (ATT), döngüsel yüklerden sonra bile korunabildiği görülmüştür. Diğer iki yöntem kullanıldığında ise, özellikle döngüsel kuvvetlerin uygulanmasını takiben, bakiye (kalan) ATT anlamı ölçüde yüksek saptanmıştır.<sup>[22]</sup> Bu anlamda, DİS sistemi kullanılmasının primer tamir edilmiş bağı iyileşmesi için uygun ortamı sağlayacağı öngörüsü, biyomekanik olarak doğrulanmıştır. Bu sayede, ameliyat sonrası diz eklem hareket açıklığı kısıtlaması gerekmeden, ÖÇB iyileşmesinin sağlanabildiği iddia edilmiştir.<sup>[29]</sup> Klinik çalışmaların sonuçlarına bağlı gerekçeler, ilerki bölümlerde ayrıntılandırılacaktır.

## Tamir Komplikasyonlarına Karşı Özgün Bir Çözüm: Tibial Yay Mekanizması

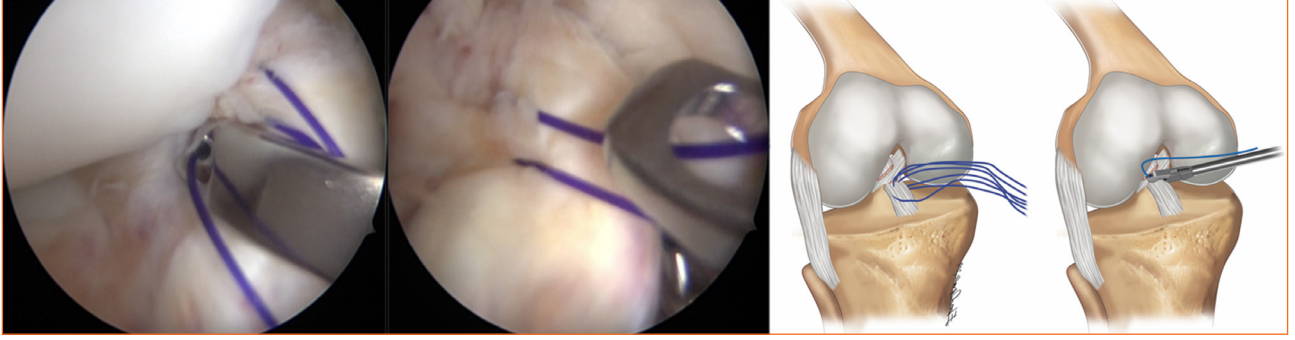
DİS yönteminin özgün unsuru tibial taraftaki yay sistemidir. Bu yay sistemi, tamir edilen ÖÇB'nin mekanik periyodik yükten korunmasını sağlar. Sistemin temel olarak iki fonksiyonu öne çıkar: 1) tibiayı, anterior tibial transasyonu kontrol altına alan, örgülü bir polietilen ip kullanarak tespit etmek ve böylece tamir edilmiş güdük uçlarının bir arada kalmasını sağlayarak iyileşme için gerekli zemini oluşturmak ve 2) greftin eklem içi segmentinin (bölümünün), diz sagittal eksen hareketleri esnasında göstereceği esnemeyi de göz önüne alarak; bunu tolere edecek esnek bir yapısal özellik sağlamak. Buna göre geliştiriciler, özellikle de anatomik femoral tünel açıldığında, eklem içi greft bölümünde gerçekleşen esneme miktarlarını rehber edinerek<sup>[24]</sup> ve intra-artiküler giriş noktalarının izometrik olmama ihtimalini de göz önüne aldıklarını iddia ederek, yay mekanizmasını 8 mm esnemeye izin verecek şekilde tasarlamışlardır.<sup>[30]</sup>

DİS cerrahisinin sonuna doğru, polietilen ip 30°'de, anterior tibial transasyonun en fazla ölçülebildiği diz fleksiyon açısında, bu işlem için özel hazırlanmış alet yardımı ile gerilir. Bu sayede yukarıda anılan ilk amaç gerçekleştirilmiş olur. Takibinde yay, diz tam ekstansiyonda iken 80 N ile gerilir.<sup>[31]</sup> Geliştiricilerin bildirdiğine göre bu kuvvet ile yayda 4 mm'lik bir kısalma sağlanmaktadır.<sup>[27]</sup> Böylece diz fleksiyona alınırken yay sistemindeki gerginlik azalarak destekleyici ip korunacak, takibinde ise yay esneyerek uzayacak ve tamir bölgesi korunmuş olacaktır. Yukarıda da anıldığı gibi, geliştiriciler, bu amaçla yay sisteminin 8 mm'lik bir toplam esneme kapasitesi olduğunu ifade etmiştir.<sup>[30]</sup>

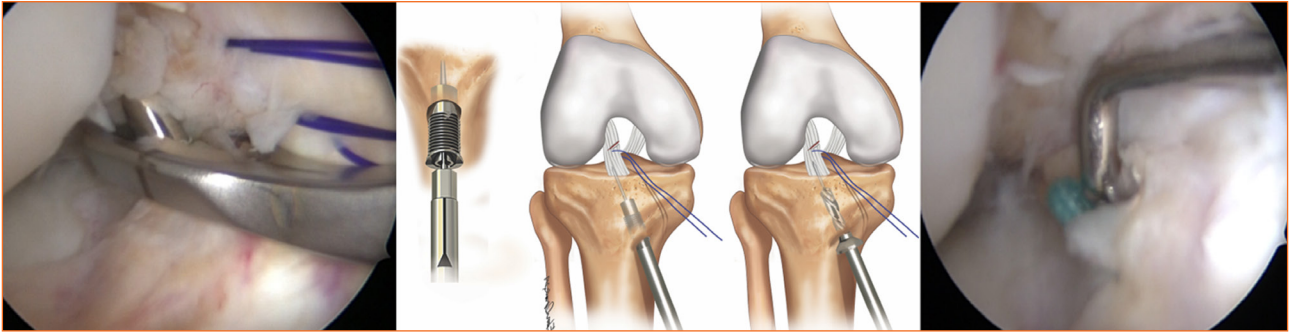
Yayın gerilme kuvveti ile ilgili olarak geliştiriciler, 60 N ile 80 N arasında bir kuvvet uygulanmasını gerektire koymaksızın önermişken<sup>[32]</sup>, takip eden bazı yazarlar hastanın 'yapısına'<sup>[33]</sup> veya cinsiyetine<sup>[34]</sup> göre 60 N veya 80 N ile yayın gerdirilmesini önermiştir. Ancak yapılan daha güncel bir biyomekanik kadavra çalışmasında, DİS sisteminin 60 N ile değil, ancak 80 N ile gerdirilmesi durumunda anterior tibial transasyonun tüm diz fleksiyon açıları kontrol altında tutulabileceği gösterilmiştir.<sup>[31]</sup>

## Cerrahi Teknik

Hastalar uyluk turnikesi ile cerrahi olarak hazırlanır. Anterolateral ve anteromedial portaller açılır. Diagnostik artroskopiyi takiben proksimal ÖÇB yırtığı teyit edildiği durumda, tibial güdükten PDS dikişler geçirilir. Minimum iki ve maksimum beş tane 2.0 PDS dikiş geçirilmesi tamamlanır. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken bir başka nokta da ilk geçirilen dikişin tercihen anterior güdük liflerinden geçirilmesidir. Böylece daha posteriora dikiş atılmak istendiğinde ön



**Şekil 2.** ÖÇB tibial güdüğü içinden geçirilen PDS dikişler anteromedial portalden dışarı alınır.



**Şekil 3.** Tibial rehber telin ÖÇB tibial ayak izine gönderilmesinden sonra tibial implantın yerleştirilmesi ve implant içinden gönderilen taşıyıcı ipin anteromedial portalden alınması.

ÖÇB lifleri bu dikiş sayesinde manipüle edilerek posterior kısımlara daha rahat ulaşılabilir. Dikiş geçirme işlemi tamamlanınca geçirilen dikişler anteromedial portalden dışarı çıkarılır (Şekil 2).

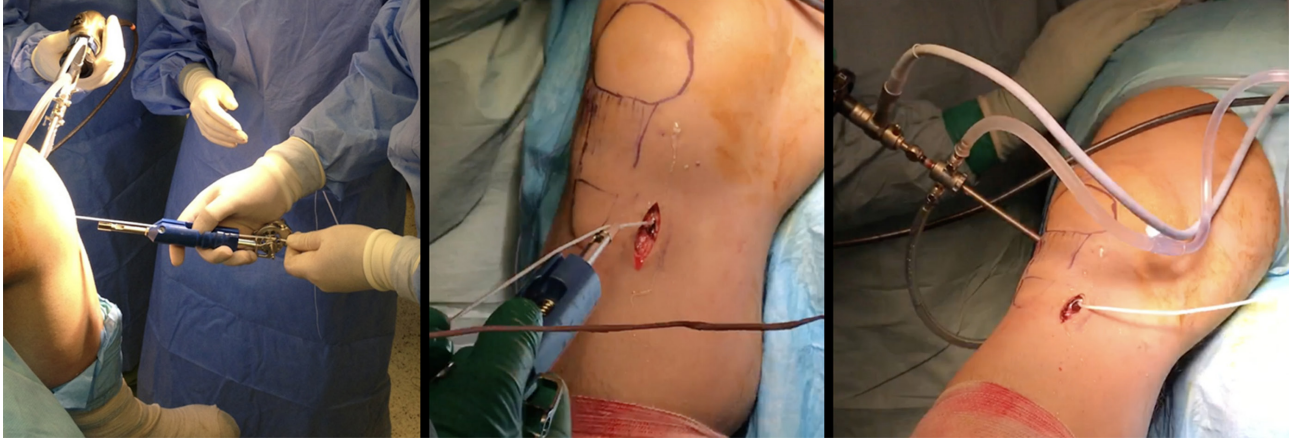
Bir sonraki aşamada 3–4 cm'lik bir cilt insizyonu proksimal tibianın medialinde yapılarak tibial implant konulacak bölgeye ulaşılır. Bu bölge pes anserinusun hemen üstüdür. 60°'ye ayarlanmış tibia rehberi ile anteromedial portalden girilerek ÖÇB tibial ayak izinin posterior sınırın saptanır ve tibia içerisinden ince bir tel (2,3 mm) bu noktaya gönderilir. Tibia içerisinde kat edilen mesafe belirlenir. Rekonstrüksiyon gerekmesi durumu göz önüne alınarak bu mesafenin en az 5 cm olması amaçlanır. Bu mesafenin ölçülmesi tibial taraftan yapılacak oyma işlemi sırasında intra-artiküler alana düşüp güdüğe ve ayak izine zarar vermenin de önüne geçmeyi sağlar. Takibinde rehber tel üzerinden tibia korteksi delinir ve 10 mm'lik oyucu ile 30 mm derinliğe kadar oyulur. Bu aşamada rehber telin ileri kaymamasına dikkat etmek popliteal damar ve sinir yapılarını korumak açısından önemlidir. Açılan oyuga tibial implant yerleştirilir ve tibial rehber teli uzaklaştırılır. Tibial implant içerisinden girilerek eklem içerisine taşıyıcı ip yerleştirilir. Bu ip de anteromedial portalden dışarı taşınır (Şekil 3).

Takibinde diz 120° fleksiyonda iken ÖÇB'nin femoral ayak izi üzerinden girilerek femoral rehber yerleştirilir. Rehber tel lateral femur distali yüzeyinden çıkarılır. Bu bölgede küçük bir insizyon yapılır. Yumuşak doku genişleticisi tel üzerinden femur korteksine kadar kaydırılarak rehber tel çevresi genişletilir. ÖÇB tibial güdüğünden geçirilmiş PDS ipler ve taşıyıcı ip, rehber telin alt ucunda bulunan taşıma deliğinden geçirilir ve rehber telin proksimalden çekilmesi ile femoral tünelin üst ucuna taşınmış olur (Şekil 4).

Taşıyıcı ipe polietilen ip yüklenir ve ucuna flip ankor yerleştirilmiş polietilen ip, tibial implant üzerinden retrograd çekilir (Şekil 5). Bu aşamada flip ankora bir kurtarıcı ip yerleştirmek, gereken durumlarda ankoru geri çekmek ve yumuşak dokudan ankorun dik şekilde geçmesini sağlamak için etkilidir. Yumuşak dokudan dik şekilde geçirilen flip ankor femurun lateral korteksi üzerine yatay şekilde yerleştirilir. Bu noktada bağın karşılıklı uçlarının bir araya gelmesi için tibial güdükten geçirilmiş olan iplerin proksimal taraftan, polietilen ipin ise distalden gerdirilmesi uygun bir yaklaşım olacaktır.

Takibinde femoral çentik bölgesinde mikrokırık işlemi uygulanır. Polietilen ipin distale çekilmesi ve





**Şekil 6.** Gerdirici tornavidanın yerleştirilmesi, ayarlanması ve gerdirme işlemi bittikten sonraki görüntü.

Takibinde sistem tamamen gevşetilir ve diz tam ekstansiyona getirilir. İp gerici tornavida uzaklaştırılır ve özel torklu, yay gerici tornavida, gerdirici aparatın üzerinde bu amaçla yapılmış yerine yerleştirilir. Özel aparatı sayesinde 80 N'lik (8 kg) kuvvet ile yay gerdirilir. Bu gerdirme, kolun saat yönü tersine çevrilmesi ile sağlanır. Takibinde ise sistemi kilitleyecek olan koni, tornavida ile yerine oturtulur. Tibial güdük içerisinden geçirilen ve femoral taraftan çıkarılan iplerin ek bir tespitine ihtiyaç yoktur. Bu iplerle birlikte flip ankordaki kurtarıcı ip kesilip çekilir. Polietilen ipin tibial implantı aşan fazlalık kısmı da kesilerek uzaklaştırılır (Şekil 6).

Cerrahi teknik proksimal yırtıklar için yukarıdaki gibi tariflenmişken, orta bölgedeki (*mid-substance*) ÖÇB yırtıklarında ayrıca proksimal güdük dokusundan da PDS ip geçirilerek, tibia tarafında açılan ikinci bir tünele tespit yapıldığı da bildirmiştir.<sup>[27]</sup>

Başka bir grup ise, güdüğün parçalandığı veya orta bölgedeki yırtıklarda, daha etkin olarak güdüğe hakim olabilmek için omuz artroskopisindeki gibi kement düğüm atmayı sağlayan ekipman kullandıklarını bildirmiştir. Yazarlar, bu şekilde femoral tünele üç kement düğümünün sığabileceğini bildirmiştir.<sup>[34]</sup>

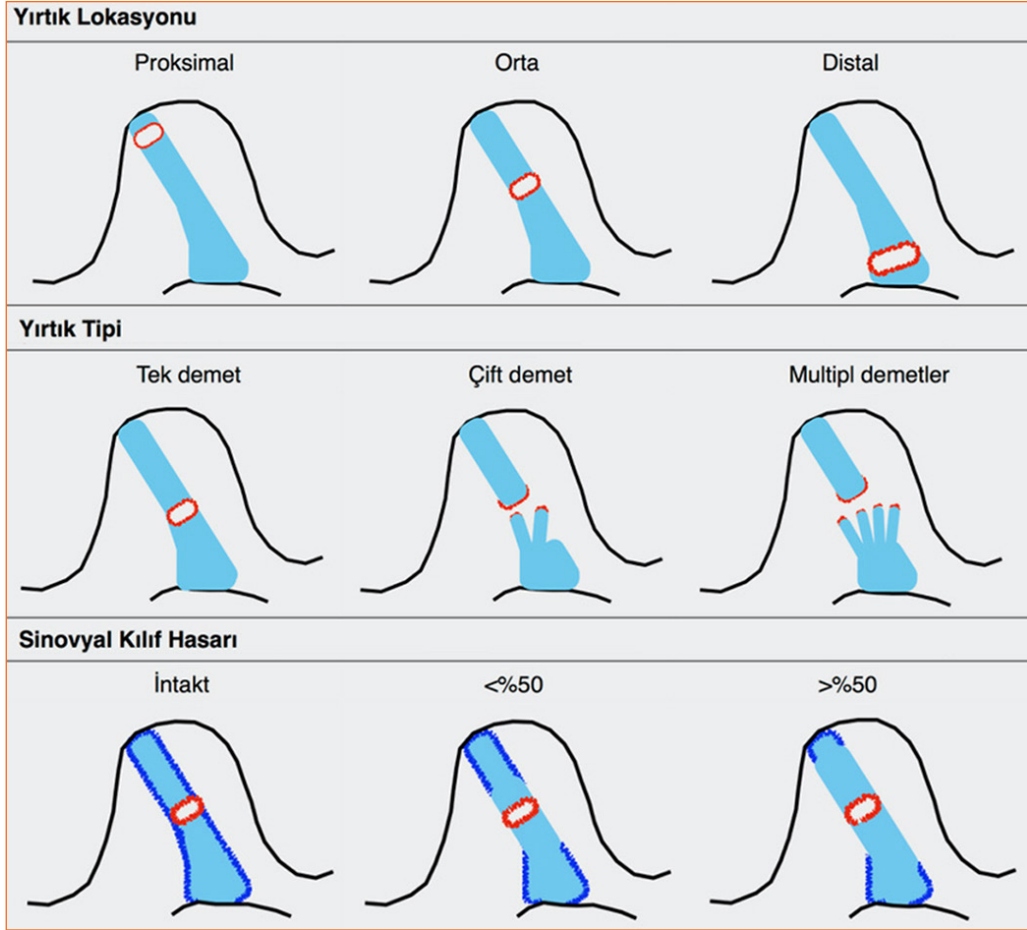
### Hasta Seçimi

Primer tamir yapılacağı durumlarda, erken müdahale gerektiği konusunda 1950 yılına dayanan yayınlardan<sup>[3]</sup> modern derlemelere<sup>[23]</sup> kadar öneriler bulmak mümkündür. DİS söz konusu olduğunda da öneriler, yaralanmanın takibindeki 14 ila 21 günde cerrahinin yapılmış olması konusunda birleşmektedir.<sup>[16,33,34]</sup>

DİS sistemini geliştiren ekip, ilk hasta gruplarına ait yayınlarda, ÖÇB yırtıklarında lokasyon farkı gözetilmeden DİS'in uygulanabileceğini bildirmiştir. Ekibin hasta seçimi kriterleri: 1) <45 yaş, 2) 14 günden az süre geçmiş olan yeni yırtık, 3) düzenli spor aktivitesi yapmak, 4) primer tamir yapılacak dizden daha önce cerrahi geçirmemiş olmak şeklindedir.<sup>[16]</sup> Ancak takip eden dönemdeki klinik çalışmalarla, endikasyonları daraltan bazı sonuçlara varılmıştır. Buna göre orta bölgedeki yırtıklar ve yaralanma öncesi yüksek spor aktivite düzeyi (Tegner >7), başarısız sonuçlarla ilişkili bulunmuştur.<sup>[35]</sup> DİS kullanılmış hastaların beş yıllık takiplerinde sağkalım analizi yapan Ahmad ve ark. da, benzer şekilde, yaralanma öncesi yüksek aktiviteyi (Tegner >7) sağkalım üzerinde olumsuz bir faktör olarak saptamışlardır. Ancak yazarların bu çalışmalarında, orta ve distal kesim ÖÇB yırtığı tamirlerini kohortlarından çıkararak analiz yaptıkları gözlenmiştir.<sup>[36]</sup>

Başka bir çalışmada ise, DİS sonrası revizyon cerrahisi gerekmiş hasta grubu incelenmiştir. Bu çalışmada, düşük yaş, yaralanma öncesi yüksek spor aktivite düzeyi (Tegner >5) ve takiplerde yüksek diz laksitesisi revizyon cerrahisi riskini artıran faktörler olarak saptanmıştır. Ancak yırtığın lokasyonu ve şekli ile revizyon riski arasında anlamlı fark bulunmamıştır.<sup>[37]</sup>

Henle ve ark.<sup>[29]</sup> tarafından daha önce önerilmiş olan ÖÇB yırtığı sınıflamasına göre yırtığın lokasyonu, tipi ve sinovyal kılıfın hasarına göre üçer dereceli bir tanımlama yapılmıştır. Buna göre sınıflamanın ilk hanesinde proksimal bölge yırtıkları A, orta kısım B, distal kısım C ile tanımlanmıştır. İkinci hanede yırtığın tipi belirtilmiştir: "1" ile yırtık güdüğünün tek parça olduğu, "2" ile iki demet halinde olduğu, "3" ile multipl demetler halinde olduğu ifade edilmiştir.



Şekil 7. Ön çapraz bağ yırtıkları sınıflaması.

Üçüncü hanede ise sinovyal kılıfın tasviri yapılmıştır: “1” ile tamamen sağlam kılıf, “2” ile %50’den fazla sağlam kılıf, “3” ile de %50’den az sağlam kılıf varlığı ifade edilmiştir (Şekil 7). Sınıflamayı önerdikleri çalışmada 278 hastanın takip sonuçlarını paylaşan yazarlar, en sık lokalizasyonunun proksimal (%73,4), en nadir lokalizasyonunun ise distal kesim (%0,4) olduğunu; en sık yırtık tipinin tek demet (%46,8), en nadir olarak ise multipl demetler şeklinde olduğu (%16,5); sinovyal kılıfın ise %24,8 hastada sağlam, %50,4 hastada ise %50’den fazla sağlam olduğunu bildirmiştir.<sup>[29]</sup>

Hasta seçim kriterleri, farklı merkezlerden cerrahların bildirdiği ve daha güncel yayınlarda daralmaya devam etmiştir. Proksimal yırtıklar cerrahi için önerilen lokasyonu teşkil etmeye başlamıştır.<sup>[36,38]</sup> Ancak lokasyonun yanında, yırtık şeklinin ve sinovyanın sağlamlık durumunun da sonuçlarda etkili olabileceği bildirilmiştir.<sup>[38]</sup>

Farklı bazı yazarların DİS endikasyonları aşağıdaki gibidir:

Ateschrang ve ark.<sup>[39]</sup>:

- Yaş >18
- Akut rüptür
- Kapalı fizler
- Anteroposterior translasyonun yan yana testte >5 mm olması
- Ligamentin proksimal 1/3’ündeki yırtıklar
- Tegner >4 olan, aktif hastalar

Ahmad ve ark.<sup>[36]</sup>:

- Yaş >18
- Yaralanma gününden itibaren 21 günü geçmemiş
- Anteroposterior translasyon 25° diz fleksiyonunda, KT-1000 ile 134 N uygulanırken, >5 mm olması

- IKDC sınıflaması C veya D olması (*International Knee Documentation Committee*)
- Tegner >4 olan aktif hastalar
- Proksimal ÖÇB yırtığı olması

Kosters ve ark. randomizasyon ile, primer tamir veya ÖÇB rekonstrüksiyonu yaptıkları çalışmalarında, proksimal yırtığı primer tamir için zorunlu endikasyon kabul etmediklerini, dört hastalarında orta kesimde ÖÇB yırtığı olduğunu, ancak bunların tamamının PDS dikişler geçirildikten sonra redukte edilebildiği için tamire devam edildiğini bildirmiştir.<sup>[40]</sup>

Hoogeslang ve ark. tarafından randomizasyon ile yapılan benzer bir çalışmada da yırtık lokasyonunun çalışmaya alım kriteri olarak kullanılmadığı, yaralanmanın üzerinden 21 günden az süre geçmiş, Tegner skoru 5 ile 10 arasında olan kişilerin çalışmaya dâhil edildiği bildirilmiştir.<sup>[41]</sup>

DİS uygulaması için fizlerin kapanmış olması<sup>[32,39]</sup>, yaşın >18 olması ve yaralanmanın üzerinden 21 günden fazla geçmemiş olması<sup>[16,39,41]</sup> genel kabul görmüş endikasyonlardır. Yaş için bir üst sınır bildirilmemiş olmakla birlikte, geliştiriciler, erken dönem fizibilite çalışmalarında 45 yaş altı hastalara DİS uyguladıklarını bildirmiştir.<sup>[16]</sup> Geliştiricilerin takip eden çalışmalarında 63 yaşına kadar hasta opere ettikleri de anlaşılmaktadır.<sup>[29]</sup> Karşılaştırmalı bir çalışmada, 18–55 yaş arası hastalar çalışmaya dâhil edilmişken<sup>[42]</sup>, bir başka ülkeden bildirilen yayında ise 18–60 yaş arası hastaların tercih edildiği bildirilmiştir.<sup>[34]</sup>

Özetlenecek olursa, güncel yayınlarda kabul görmüş, DİS metodu için kısıtlı endikasyonlar aşağıdaki gibi sayılabilir:

- Proksimal bölgede konumlu yırtıklar<sup>[35,36,38]</sup>
- Orta bölgede konumlu, ancak dikişe uygun doku içeren, sinovyanın korunduğu ve güdük uçları redukte edilebilen yırtıklar<sup>[40]</sup>
- Fizleri kapanmış hastalar<sup>[32,39]</sup>
- Yaralanmanın üzerinden 21 günden fazla geçmemiş hastalar<sup>[16,39,41]</sup>
- Pivot aktivitesi ve spor aktivitesi profesyonel nitelikte ve seviyede olmayan; eğlence veya egzersiz amaçlı (rekreasyonel) spor yapan kişiler (Tegner 4–8)<sup>[35,38,40]</sup>
- Yaş >18<sup>[30,34,36,38,42]</sup>

## Klinik Sonuçlar

Hayvan deneylerinde başarılı sonuçlar verdiği görülen DİS sistemi<sup>[43]</sup>, önce pilot bir hasta grubunda<sup>[16]</sup>, daha sonra ise geniş hasta gruplarında uygulanmıştır.<sup>[29]</sup> Yukarıdaki bölümlerde ayrıntıları

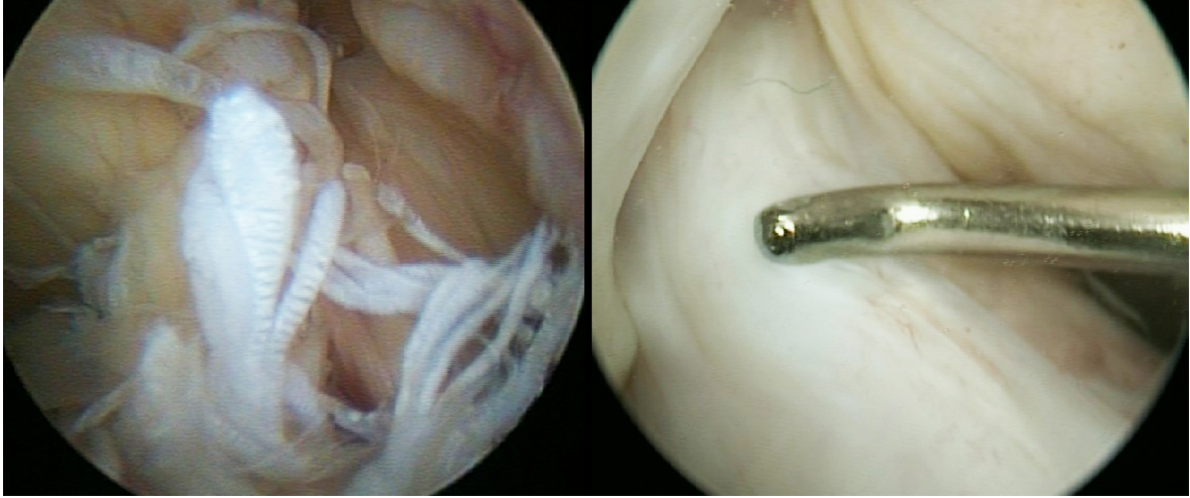
paylaşılan bazı çalışmalarda; öncelikle sistemi geliştiren Bern grubu tarafından bildirilen cerrahi sonuçları<sup>[29,30,37]</sup>; farklı ülkelerden de bazı başarılı sonuçlar takip etmiştir.<sup>[39–41]</sup> Buna karşılık, bazı yazarlar ise DİS yöntemi ile artmış komplikasyonlar ve olumsuz sonuçlar bildirmiştir.<sup>[44,45]</sup> Bu bölümde güncel olan çalışmalar ile komplikasyon oranı yüksek olan çalışmalar ele alınacaktır.

Bağımsız bir grup tarafından yapılmış olma, randomize kontrollü dizaynıyla önem kazanan güncel bir çalışma, Hoogeslag ve ark. tarafından yayımlanmıştır.<sup>[41]</sup> Yazarlar, iki yıl takipli hastalarının sonuçlarını paylaşmıştır. DİS ile tamir edilen grubun %16,7'si proksimal bölge yırtığı olmamasına rağmen; DİS yöntemi kullanıldığında, ÖÇB rekonstrüksiyonuna (ÖÇBR) göre, subjektif hasta skorlarında (IKDC) fark görülmediği bildirilmiştir. Ancak, DİS kullanıldığında re-rüptür hariç nedenlerle ikinci cerrahi gerekliliği ÖÇBR'ye göre daha fazla olmuştur (%20,8'e karşı %14,3). Bunun nedeninin, siklops lezyonuna bağlı oluşan şişlik veya ekstansiyon defisiti olabileceği düşünülmüştür. Yazarlar, ÖÇB dokusunun iyileşebilmek için ürettiği yara dokusuna bağlı olarak bu durumun görülmüş olabileceğini değerlendirmiştir. Yazarlar ayrıca, ameliyat öncesi yüksek aktivitenin, DİS uygulanan olgularda re-rüptür olasılığını artırdığının gösterilmiş olmasına rağmen, ne DİS ne de ÖÇBR grubunda saptanan re-rüptür değerlerinin literatüre göre fark gösterdiğini saptayabilmiştir.<sup>[41]</sup> Bu anlamda yüksek ameliyat öncesi aktivitenin, DİS için olduğu kadar ÖÇBR için de risk teşkil ettiği bilinerek, bu konuda daha yüksek hasta sayısı, iyi dizayn edilmiş çalışmalara ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır.

Bağımsız, bir başka güncel randomize kontrollü çalışmada, fonksiyonel sonuçlarda DİS ve ÖÇBR arasında fark saptanamadığı bildirilmiştir. Kosters ve ark., rolimetre ile anterior tibial translasyonu (ATT) belirledikleri çalışmada, DİS ile tamir sonucunda ÖÇBR'ye göre daha yüksek ATT değerleri saptanmış olsa da, klinik olarak yetersizlik oranlarının, her iki grup arasında benzer olduğunu göstermiştir. Ancak artmış objektif laksisiteye rağmen, subjektif instabilite yokluğundan dolayı revizyon gerekmemiştir.<sup>[40]</sup>

Meister ve ark., kısa dönem (12 ay) takip sonuçlarını bildirdikleri çalışmalarında, DİS'in %15 re-rüptür riski olduğunu ve re-rüptür ve artrofibrozis ile birlikte %35'e varan ikinci operasyon gerekliliğini bildirmişlerdir. Ancak yazarların, çalışmaya dahil edilme kriterlerinde, yırtık sınıflamasını önemsemedikleri anlaşılmaktadır. Bildirilene göre, bu konuda yapılmış randomize kontrollü çalışmalarda karşılaşılan yırtık sınıflamalarından bile çok farklı olarak<sup>[40,41]</sup>, bu çalışma kohortunun yüksek oranda orta ve distal bölgede (%38), multipl





**Şekil 8.** Soldaki resimde akut ÖÇB yırtığı olup primer tamir ettiğimiz hastanın 8. aydaki ikincil bakı artroskopisinde iyileşmiş hali sağdaki resimde görülmektedir.

demet içeren (%31) ve %50'den fazla sinovyal hasarlı tipte (%31) yırtık içerdiği anlaşılmaktadır.<sup>[44]</sup> Bu tür olgu özelliklerinin endikasyonlardan çıkarılmış olduğu göz önüne alındığında bildirilen sonuçların önemi azalmaktadır.

Osti ve ark., 57 hastayı takip ettikleri çalışmalarında 30 hastada (%52,6) yeniden cerrahi gerektiğini, toplam 33 hastada (%57,9) komplikasyon görüldüğünü bildirmişlerdir. Komplikasyonlar olarak, re-rüptür veya iyileşmeme (%17,5), menisküs yırtığına (%15,4), siklops sendromuna (%30,8), hareket kısıtlılığına (%53,8), artrofibroze (%5,3) veya implant irritasyonuna bağlı (%12,3) tekrar artroskopi gerekliliği sayılmıştır. Hasta kohortunun 15 ile 54 yaşları arasında olduğu bildirilmiştir. Yazarlar, daha önce bildirilmiş tüm çalışmalardan farklı olarak; menisküs tamiri yaptıkları hastaların bir kısmında (%54), rehabilitasyonda farklı bir süreç takip etmiş ve bu grubu da çalışma kohortunda bırakmıştır. Bu hastaların altı hafta, sadece 10 kg yük vererek mobilize olduğu ve diz breysi kullandığı; bunun ilk üç haftasında fleksiyonun 60°'ye kısıtlandığı bildirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada da ÖÇB rüptür lokalizasyonu tamir için bir kontrendikasyon teşkil etmemiş ve hastaların %16'sında orta ve distal yırtıklar tamir edilmiştir.<sup>[45]</sup>

DİS mekanizmasının en önemli özelliklerinden birinin primer tamir yapısını koruyan yay sistemi olduğu unutulmamalıdır. Bu yapının varlığı, iyileşme için dengesiz kuvvetlere dayanıklı bir zemin hazırlamanın yanında, erken rehabilitasyona, diz fleksiyonunda hiç bir kısıtlama olmadan izin verdiği için anlamlıdır.

Öte yandan, her ne kadar ÖÇBR hastalarında yapılmış bir çalışma olsa da, geniş hasta serili güncel bir çalışmada, siklops sendromu için en önemli risk faktörünün kalan ÖÇB dokusu değil, ameliyat sonrası erken dönemde ekstansiyonun kazanılamaması olduğunu bildirilmiştir.<sup>[46]</sup>

Osti ve ark.'nın<sup>[45]</sup> bildirdiği veriler göz önüne alınarak, DİS uygulanması planlanan hastalarda, rehabilitasyon değişikliğine yol açabilecek ek patolojilere yönelik girişim düşünüldüğünde, ÖÇBR seçeneği göz önüne alınabilir.

Son olarak, iyileşen doku özelliği ile ilgili bir çalışma yapmış olan Ateschrang ve ark.'nin bildirdiğine göre, iyileşme dokusu normal ÖÇB'nin %50'si veya %75'i seviyesinde kalan, ATT mesafeleri ikincil bakı artroskopisi esnasında 6, 7 ya da 8 mm ölçülen hastalarda bile subjektif fonksiyonel sonuçlar (ortalama Lysholm: 100) ve ameliyat sonrası spor aktivitesi skorları (ortalama Tegner: 7) mükemmel olabilmektedir.<sup>[39]</sup> Bu durum, DİS ile erken spora dönüş sağlanmasına ve propriyosepsiyonun korunmasına bağlı olabilir. Ancak, bu konuda kanıta dayalı çıkarımlar için, bu ve benzeri verilerin çoğaltılması gerekmektedir.

Kendi yaptığımız 15 hastalık olgu serimizde hastalarımızın kısa ve orta dönem sonuçlarını takip etme fırsatımız olmuştur. Bu seride özellikle femoral taraf yırtıklarında oldukça başarılı bir yöntem olarak değerlendirilmiştir. Bir hastamızda tamir ameliyatından sekiz ay sonra, vida çıkarma ameliyatı esnasında yapılan ikincil bakı artroskopisinde yırtık ÖÇB'nin tamamen iyileştiği görülmektedir (Şekil 8).

## Ameliyat Sonrası Rehabilitasyon

Ameliyat sonrası hastaların dizi üç ila beş gün boyunca ekstansiyonda bloklanır. Üç günden sonra üç haftaya kadar tolere edilen ölçüde yük vermeye başlanır. Bu aşamada diz fleksiyonunda herhangi bir kısıtlama uygulanmaz. Dördüncü haftadan itibaren tam yük verilebilir ve kapalı zincir diz egzersizleri ile kuadriseps ve hamstring adaleleri güçlendirilir. Denge egzersizleri ile propriyosepsiyon çalışmaları yapılabilir. Ameliyat sonrası altıncı haftadan sonra koşuya başlanabilir ve üçüncü aydan sonra dizin rotasyonel zorlanmalarına neden olan pivot sporlar yapılabilir. Rekabet içeren sporlar ve kayma için beş aydan sonrası uygun görülmektedir.

## SONUÇ

Güncel bilimsel çalışmalar ile, DİS yönteminin klinikte uygulanması biyomekanik hayvan ve kadavra testleri ile desteklenmiştir.<sup>[28,31,43]</sup> Karşılaştırmalı testler ile DİS sisteminin diğer primer tamir destekleyici yöntemlerden daha avantajlı olduğu da gösterilmiştir.<sup>[22]</sup> Bu veriler ışığında gerçekleştirilen, bağımsız, randomize kontrollü çalışmaların da DİS ile primer tamiri destekleyen sonuçları ortaya çıkmıştır.<sup>[40,41]</sup> Yöntemi kullandıklarında olumsuz sonuçlarla karşılaştıklarını bildiren bağımsız çalışmaların, hasta seçme ve rehabilitasyonu konularında, çeşitli metodolojik hatalar içerdikleri gözlenmiştir.<sup>[44,45]</sup>

Bu veriler ışığında, bilimsel kanıt zemininde, DİS sisteminin seçilmiş hasta gruplarında önemli bir yeri olduğu anlaşılmaktadır. Varolan kullanım alanının değişmesinde, gelecek dönemde yapılacak bağımsız, geniş serili, karşılaştırmalı ve randomize çalışmaların etkisi olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Mall NA, Chalmers PN, Moric M, Tanaka MJ, Cole BJ, Bach BR, Paletta GA. Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *Am J Sports Med* 2014;42(10):2363–70. [Crossref](#)
- Paschos NK, Howell SM. Anterior cruciate ligament reconstruction: principles of treatment. *EFORT Open Rev* 2016;1(11):398–408. [Crossref](#)
- O'Donoghue DH. An analysis of end results of surgical treatment of major injuries to the ligaments of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1955;37-A(1):1–13. [Crossref](#)
- Marshall JL, Warren RF, Wickiewicz TL. Primary surgical treatment of anterior cruciate ligament lesions. *Am J Sports Med* 1982;10(2):103–7. [Crossref](#)
- Trager D, Pohle K, Tschirner W. Anterior cruciate ligament suture in comparison with plasty. A 5-year follow-up study. *Arch Orthop Trauma Surg* 1995;114(5):278–80. [Crossref](#)
- Fleming BC, Carey JL, Spindler KP, Murray MM. Can suture repair of ACL transection restore normal anteroposterior laxity of the knee? An *ex vivo* study. *J Orthop Res* 2008;26(11):1500–5. [Crossref](#)
- Ahn JH, Chang MJ, Lee YS, Koh KH, Park YS, Eun SS. Non-operative treatment of ACL rupture with mild instability. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010;130(8):1001–6. [Crossref](#)
- Feagin JA Jr, Curl WW. Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5-year follow-up study. *Am J Sports Med* 1976;4(3):95–100. [Crossref](#)
- Odensten M, Lysholm J, Gillquist J. Suture of fresh ruptures of the anterior cruciate ligament. A 5-year follow-up. *Acta Orthop Scand* 1984;55(3):270–2. [Crossref](#)
- DiFelice GS, van der List JP. Arthroscopic Primary Repair of Proximal Anterior Cruciate Ligament Tears. *Arthrosc Tech* 2016;5(5):e1057–61. [Crossref](#)
- Drogset JO, Grøntvedt T, Robak OR, Mølster A, Viset AT, Engebretsen L. A sixteen-year follow-up of three operative techniques for the treatment of acute ruptures of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(5):944–52. [Crossref](#)
- Strand T, Mølster A, Hordvik M, Krukhaug Y. Long-term follow-up after primary repair of the anterior cruciate ligament: clinical and radiological evaluation 15–23 years postoperatively. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005;125(4):217–21. [Crossref](#)
- Murray MM, Fleming BC. Use of a bioactive scaffold to stimulate anterior cruciate ligament healing also minimizes posttraumatic osteoarthritis after surgery. *Am J Sports Med* 2013;41(8):1762–70. [Crossref](#)
- Strand T, Engesaeter LB, Mølster AO, Raugstad TS, Stangeland L, Stray O, Alho A. Knee function following suture of fresh tear of the anterior cruciate ligament. *Acta Orthop Scand* 1984;55(2):181–4. [Crossref](#)
- Weaver JK, Derkash RS, Freeman JR, Kirk RE, Oden RR, Matyas J. Primary knee ligament repair –revisited. *Clin Orthop Relat Res* 1985;(199):185–91. [Crossref](#)
- Egglı S, Kohlhof H, Zumstein M, Henle P, Hartel M, Evangelopoulos DS, Bonel H, Kohl S. Dynamic intraligamentary stabilization: novel technique for preserving the ruptured ACL. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015;23(4):1215–21. [Crossref](#)
- van der List JP, DiFelice GS. Arthroscopic Primary Anterior Cruciate Ligament Repair with Suture Augmentation. *Arthrosc Tech* 2017;6(5):e1529–34. [Crossref](#)
- Murray MM, Kalish LA, Fleming BC, Flutie B, Freiburger C, Henderson RN, Perrone GS, Thurber LG, Proffen BL, Ecklund K, Kramer DE, Yen YM, Micheli LJ; BEAR Trial Team. Bridge-Enhanced Anterior Cruciate Ligament Repair: Two-Year Results of a First-in-Human Study. *Orthop J Sports Med* 2019;7(3):2325967118824356. [Crossref](#)
- Heusdens CHW, Hopper GP, Dossche L, Mackay GM. Anterior Cruciate Ligament Repair Using Independent Suture Tape Reinforcement. *Arthrosc Tech* 2018;7(7):e747–53. [Crossref](#)
- Jonkergouw A, van der List JP, DiFelice GS. Arthroscopic primary repair of proximal anterior cruciate ligament tears: outcomes of the first 56 consecutive patients and the role of additional internal bracing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2019;27(1):21–8. [Crossref](#)
- Murray MM, Flutie BM, Kalish LA, Ecklund K, Fleming BC, Proffen BL, Micheli LJ. The Bridge-Enhanced Anterior Cruciate Ligament Repair (BEAR) Procedure: An Early Feasibility Cohort Study. *Orthop J Sports Med* 2016;4(11):2325967116672176. [Crossref](#)
- Hoogeslag RAG, Brouwer RW, Huis in 't Veld R, Stephen JM, Amis AA. Dynamic augmentation restores anterior tibial translation in ACL suture repair: a biomechanical comparison of non-, static and dynamic augmentation techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26(10):2986–96. [Crossref](#)

23. van Eck CF, Limpisvasti O, ElAttrache NS. Is There a Role for Internal Bracing and Repair of the Anterior Cruciate Ligament? A Systematic Literature Review. *Am J Sports Med* 2018;46(9):2291–8. **Crossref**
24. Lubowitz JH. Anatomic ACL reconstruction produces greater graft length change during knee range-of-motion than transtibial technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22(5):1190–5. **Crossref**
25. Hoogeslag RAG, Brouwer RW, Huis in 't Veld R, Amis AA. Isometric placement of the augmentation braid is not attained reliably in contemporary ACL suture repair. *Knee* 2020;27(1):111–23. **Crossref**
26. Kohl S, Evangelopoulos DS, Ahmad SS, Kohlhof H, Herrmann G, Bonel H, Eggli S. A novel technique, dynamic intraligamentary stabilization creates optimal conditions for primary ACL healing: a preliminary biomechanical study. *Knee* 2014;21(2):477–80. **Crossref**
27. Kohl S, Evangelopoulos DS, Schär MO, Bieri K, Müller T, Ahmad SS. Dynamic intraligamentary stabilisation: initial experience with treatment of acute ACL ruptures. *Bone Joint J* 2016;98-B(6):793–8. **Crossref**
28. Haberli J, Henle P, Acklin YP, Zderic I, Gueorguiev B. Knee joint kinematics with dynamic augmentation of primary anterior cruciate ligament repair --a biomechanical study. *J Exp Orthop* 2016;3(1):29. **Crossref**
29. Henle P, Röder C, Perler G, Heitkemper S, Eggli S. Dynamic Intraligamentary Stabilization (DIS) for treatment of acute anterior cruciate ligament ruptures: case series experience of the first three years. *BMC Musculoskelet Disord* 2015;16:27. **Crossref**
30. Eggli S, Röder C, Perler G, Henle P. Five year results of the first ten ACL patients treated with dynamic intraligamentary stabilisation. *BMC Musculoskelet Disord* 2016;17(1):105. **Crossref**
31. Schliemann B, Lenschow S, Domnick C, Herbort M, Haeberli J, Schulze M, Wähnert D, Raschke MJ, Kösters C. Knee joint kinematics after dynamic intraligamentary stabilization: cadaveric study on a novel anterior cruciate ligament repair technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25(4):1184–90. **Crossref**
32. Haeberli J, Jaberg L, Bieri K, Eggli S, Henle P. Reinterventions after dynamic intraligamentary stabilization in primary anterior cruciate ligament repair. *Knee* 2018;25(2):271–8. **Crossref**
33. Kösters C, Herbort M, Schliemann B, Raschke MJ, Lenschow S. Dynamic intraligamentary stabilization of the anterior cruciate ligament. Operative technique and short-term clinical results. *Unfallchirurg* 2015;118(4):364–71. **Crossref**
34. Heusdens CH, Dossche L, Zazulia K, Michielsen J, Van Dyck P. Tips and Tricks to Optimize Surgical Outcomes After ACL Repair Using Dynamic Intraligamentary Stabilization. *Surg Technol Int* 2019;36. <http://surgicaltechnology.com/OpenAccess/1214-Heusdens-OS-FINAL-cr.pdf>
35. Krismer AM, Gousopoulos L, Kohl S, Ateschrang A, Kohlhof H, Ahmad SS. Factors influencing the success of anterior cruciate ligament repair with dynamic intraligamentary stabilisation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25(12):3923–8. **Crossref**
36. Ahmad SS, Schürholz K, Liechti EF, Hirschmann MT, Kohl S, Klenke FM. Seventy percent long-term survival of the repaired ACL after dynamic intraligamentary stabilization. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2020;28(2):594–8. **Crossref**
37. Henle P, Bieri KS, Brand M, Aghayev E, Bettfuehr J, Haeberli J, Kess M, Eggli S. Patient and surgical characteristics that affect revision risk in dynamic intraligamentary stabilization of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26(4):1182–9. **Crossref** Correction: **Crossref**
38. Ateschrang A, Schreiner AJ, Ahmad SS, Schröter S, Hirschmann MT, Körner D, Kohl S, Stöckle U, Ahrend MD. Improved results of ACL primary repair in one-part tears with intact synovial coverage. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2019;27(1):37–43. **Crossref**
39. Ateschrang A, Ahmad SS, Stöckle U, Schroeter S, Schenk W, Ahrend MD. Recovery of ACL function after dynamic intraligamentary stabilization is resultant to restoration of ACL integrity and scar tissue formation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26(2):589–95. **Crossref**
40. Kösters C, Glasbrenner J, Spickermann L, Kittl C, Domnick C, Herbort M, Raschke MJ, Schliemann B. Repair with Dynamic Intraligamentary Stabilization Versus Primary Reconstruction of Acute Anterior Cruciate Ligament Tears: 2-Year Results from a Prospective Randomized Study. *Am J Sports Med* 2020;48(5):1108–16. **Crossref**
41. Hoogeslag RAG, Brouwer RW, Boer BC, de Vries AJ, Huis in 't Veld R. Acute Anterior Cruciate Ligament Rupture: Repair or Reconstruction? Two-Year Results of a Randomized Controlled Clinical Trial. *Am J Sports Med* 2019;47(3):567–77. **Crossref**
42. Bieri KS, Scholz SM, Kohl S, Aghayev E, Staub LP. Dynamic intraligamentary stabilization versus conventional ACL reconstruction: A matched study on return to work. *Injury* 2017;48(6):1243–8. **Crossref**
43. Kohl S, Evangelopoulos DS, Kohlhof H, Hartel M, Bonel H, Henle P, von Rechenberg B, Eggli S. Anterior cruciate ligament rupture: self-healing through dynamic intraligamentary stabilization technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(3):599–605. **Crossref**
44. Meister M, Koch J, Amsler F, Arnold MP, Hirschmann MT. ACL suturing using dynamic intraligamentary stabilisation showing good clinical outcome but a high reoperation rate: a retrospective independent study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26(2):655–9. **Crossref**
45. Osti M, El Attal R, Doskar W, Höck P, Smekal V. High complication rate following dynamic intraligamentary stabilization for primary repair of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2019;27(1):29–36. **Crossref**
46. Delaloye JR, Murar J, Vieira TD, Franck F, Pioger C, Helfer L, Saithna A, Sonnery-Cottet B. Knee Extension Deficit in the Early Postoperative Period Predisposes to Cyclops Syndrome After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Risk Factor Analysis in 3633 Patients from the SANTI Study Group Database. *Am J Sports Med* 2020;48(3):565–72. **Crossref**