

## BÖLÜM 9

### LAMELLER KERATOPLASTİDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Nesrin TUTAŞ GÜNAYDIN<sup>1</sup>

#### GİRİŞ

Kornea, gözün ön kısmınını oluşturan damarsız, saydam dokudur. Görme korneadan başlar ve görmenin gerçekleşebilmesi için ilk koşul korneanın saydam olmasıdır.

Kornea 6 tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalar, yüzeyden başlayıp derine doğru sırasıyla; çok katlı epitel tabakası, Bowman tabakası, stroma, Dua tabakası, Descemet mebranı (DM) ve endotel tabakasıdır (1).

Hasta kornea dokusunun, sağlam kornea dokusu ile değiştirilmesine keratoplasti adı verilmektedir. Cerrahi işlem tam kat uygulanırsa penetran keratoplasti (PK); kısmi kalınlıkta uygulanırsa lameller keratoplasti adını alır.

Lamellar keratoplasti, sadece hastalıklı tabakayı değiştiren, kısmi kalınlıkta uygulanan keratoplastidir. Günümüzde sıklıkla 2 ana kategoriye ayrılır; Epitel, bowman ve stromayı etkileyen hastalıklarda anterior lamellar keratoplasti (ALK), endotel disfonksiyonu durumunda ise posterior lameller keratoplasti (PLK) uygulanmaktadır.

#### ANTERİÖR LAMELLER KERATOPLASTİ (ALK)

ALK, ilk olarak 1914'te Anton Elschnig tarafından interstisyel stromal keratitli bir olguda uygulanmıştır (2).

ALK zaman içerisinde; yüzeysel ön lameller keratoplasti, otomatize lameller terapötik keratoplasti ve derin anterior lameller keratoplasti (DALK) olarak sınıflanmıştır. Son zamanlarda ileri evre keratokonus olgularında PK veya DALK cerrahilerini geciktirmek ve daha düzenli bir yüzey sağlayarak kontakt lens uyumunu arttırmak için Bowman membran transplantasyonu (BMT) ve/veya stroma içi donör stromal lentikül implantasyonu gibi seçenekler de gündeme gelmiştir

<sup>1</sup> Başasistan, Kartal Dr Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi, Göz Hastalıkları Bölümü, drnesrintutas@hotmail.com

(3,4). Ancak günümüzde en sık tercih edilen ve yapılan anterior lameller keratoplasti, DALK'tır.

## **DERİN ANTERİÖR LAMELLER KERATOPLASTİ (DALK)**

Son yirmi yıldır derin ön lameller keratoplasti (DALK), endoteli sağlıklı stromal patolojilerin tedavisi için penetran keratoplastiye (PK) alternatif bir yöntem olarak uygulanmaktadır (5). Granüler ve lattice distrofisi gibi stromal distrofiler, stromal skarlar, kornea ektazileri (keratokonus, postlasik ektazi gibi) en sık DALK endikasyonlarıdır.

Cerrahi teknikte amaç, arka stromanın Dua tabakası/DM'ndan ayrılmasını sağlamaktır. Bu ara yüzeye alıcı stromasının %80'ni trepanize edilerek, başarı ile ulaşıldığında; donör yatağı oldukça düzgündür ve görme keskinliğinde artış sağlanır (6). Alıcının Dua tabakası ve/veya DM'ına kadar ulaşmak ve alıcının stromasını ortaya çıkarmak için de pek çok yöntem tanımlanmıştır. İntrastromal hava enjeksiyonu, hidradelaminasyon, viskodiseksiyon, intrastromal sıvı enjeksiyonu tanımlanan yöntemlerdendir (7-11). 2002 yılında Anwar ve Teichmann "büyük hava kabarcığı tekniği"ni tanımlamaları DALK için dönüm noktası olmuştur (5). Bu yöntem, ara yüzde bulanıklık nedeniyle görme azalmasını en aza indiren yöntemdir. 2013 yılında ise Dua tarafından predescemet tabakanın (Dua tabakası) tanımlanmıştır (1). Bu tanımlamaya göre büyük hava kabarcığı (BB) yöntemi ile elde edilen hava kabarcıklarının özellikleri de detaylı olarak sınıflandırılmıştır (1). Bu sınıflamada tip 1, tip 2 veya ikisinin kombinasyonu olacak şekilde hava kabarcıkları elde edilebilir.

**Tip 1 hava kabarcığı:** Hava, arka stroma ile Dua tabakası arasında yer alır ve Dua tabakasının yerinde kalması nedeniyle daha güçlü ve en çok tercih edilen hava kabarcığıdır.

**Tip 2 hava kabarcığı:** Hava, Dua tabakası ve DM arasındadır. Ancak Dua tabakası yerinde kalmadığı için daha kolay yırtılabilir.

Tip 1 hava kabarcığı veya mikst hava kabarcığı elde edildiği zaman tip 1 hava kabarcığının üzerine bir miktar viskoelastik konularak MVR bıçakla arka stromal lamel pefore edilir ve ara yüzdeki hava dışarı çıkar. Endotel tabakası çıkarılmış donör kornea trepan çapı ile sıklıkla 0.25 mm büyük olarak punch trepanla kesilir. Donör kornea alıcı yatağa yerleştirilir. 10.0 monoflaman naylon sütür ile tek tek veya kontinü sütürasyon yapılır.

DALK'ın PK'a göre avantajları; endotel reddinin olmaması, endotel hücre kaybı oranının düşük olması, göz içi komplikasyonsuz ekstraoküler prosedür olma-

sı ve cerrahi sonrası topikal steroid tedavisinin daha kısa süre kullanılmasıdır. Ancak DALK cerrahisi penetran cerrahiye göre teknik olarak daha zahmetli ve zaman alıcıdır. Dik bir cerrahi öğrenme eğrisi ve Descemet membranının (DM) yanlışlıkla perforasyon riskinin yüksek olması cerrahinin uygulama alanını sınırlandırabilir. Ayrıca greft stroması ile alıcı kornea ara yüzeyinde, Descemet membranı-endotel kompleksinin yanı sıra alıcının posterior stromasının olması da ara yüz problemlerine ve görme keskinliğinde azalmaya neden olabilir. Cerrahi sonrası sütün problemleri, Descemet zarının perforasyon riskinden dolayı sütünlerin daha yüzey geçilmesi nedeni ile DALK hastalarında PK hastalarına göre daha sık bildirilmiştir (12).

## **POSTERİOR LAMELLER KERATOPLASTİ**

Kornea endotel hücreleri, korneanın tabakalarının dıştan içe sıralandığında en içte yerleşen ve korneanın saydam olmasında çok önemli rolleri olan hücrelerdir. Korneal saydamlığı, korneanın hidrasyonunu düzenleyerek sağlarlar. Çoğalma özelliği olmayan bu hücreler, azalan yoğunluğa tipik olarak migrasyon ve hücresel genişleme ile cevap verirler (13). Dolayısıyla endotel hücrelerinin hastalığında kornea dekompanse olmaya başlayıp, saydamlığını kaybeder.

Kornea dekompanyasyonunun erken vakalarında, korneanın hidrasyonunu azaltmak için %5 hipertonic salin damlaları veya pomad kullanımı gibi basit medikal tedavilerle görme geçici olarak korunabilse de orta ve ileri endotel disfonksiyonunda penetran ya da endotelyal keratoplasti (EK) endikasyonu doğar.

Endotelyal keratoplasti ilk olarak Melles ve ark. tarafından 1999 yılında tanımlanmış olup hızlı bir gelişim göstermiştir (14) Günümüzde EK, kornea endotelinin etkilendiği durumlarda artık klasik penetran cerrahiye alternatif bir yöntem olarak uygulanmaktadır. Endotelyal keratoplastinin PK'ye göre avantajları, daha az invaziv olması, küçük cerrahi kesiden yapılabilmesi, cerrahi sırasında greft sü-türasyonuna ihtiyaç duyulmaması, cerrahi sonrası görsel kazanımın daha hızlı olması, daha az yüksek astigmatizma sonuçları ve daha düşük greft rejeksiyonu olmasıdır (15). Ayrıca, cerrahi sonrası topikal kortikosteroid kullanımı da PK sonrasına göre daha kısa sürer.

Endotelyal keratoplasti endikasyonuna yol açan en yaygın endotelyal bozukluklar, özellikle ileri yaş grubunda görülen psödo-fakik büllöz keratopati ve Fuchs' endotelyal korneal distrofi (FEKD)'dir (16). İridokorneal endotelyal sendrom, posterior polimorf distrofi ve konjenital endotelyal distrofiler ise endotelyal keratoplastinin daha genç hastalarda görülen, daha nadir endikasyonlardır (17). EK teknikleri içerisinde günümüzde sıklıkla uygulanan teknik, Descemet Membran

Endotelial Keratoplasti (DMEK)'dir. Daha nadir ve gereken endikasyonlarda uygulanan Descemet Soymalı Endotelial Keratoplasti (DSEK) ve Descemet Soymalı Otomatize Endotelial Keratoplasti (DSAEK) ise diğer endotelial keratoplasti teknikleridir. Bunların yanısıra bu tekniklere alternatif yeni tedavi yaklaşımları (hemi-, çeyrek-DMEK, Pre-Descemet Endotelial Keratoplasti (PDEK), Descemet Membran Endotelial Transfer (DMET), Endotelial Keratoplastisiz Descemet Soyma Yöntemi (DWEK) ve Rho-Kinaz inhibitörleri (ROCK inhibitörleri)) da günümüzde tercih edilmeye başlanmıştır. Ayrıca DSAEK ya da DMEK cerrahisinde kullanılmak üzere, cerrahi sırasında ya da öncesinde göz bankalarınınca lameller donör kornea greftleri hazırlanabilir ve kullanılabilir.

### **DSEK- DSAEK**

DSEK/DSAEK'te donör endoteli, Descemet membranı ve ince bir derin stroma tabakası içerir. Yaklaşık yaklaşık 150 mikron kalınlığında donör nakledilir. DSAEK'te donör kornea hazırlanması için yapay ön kamara oluşturulur ve bu platforma yerleştirilen korneadan otomatize mikrokeratom yardımı ile donör len-tikül oluşturulur. Oluşturulan lentikülde ince bir donör stromal dokunun varlığı, afak, vitrektomize, glokom implantlı, iris defektli ve derin ön kamaralı gözlerde greftin yerleştirilmesini kolaylaştırır (18). Ancak greftin postoperatif hipermetropik refraktif kusura ve yüksek sıralı aberrasyonlara neden olur (19).

DSEK/DSAEK cerrahisinde sonuç görme keskinliğinin daha iyi olması, greft kalınlığının azaltılması ile gösterilmiştir (20). Daha ince DSAEK greftlerinin, geleneksel DSAEK'e göre daha hızlı görsel iyileşme, daha iyi sonuç görme keskinliği, daha az hipermetropik kayma, daha az indüklenmiş yüksek sıralı aberrasyon ve daha az immünolojik rejeksiyon avantajları vardır (21,22) Günümüzde ameliyat sonrası görme keskinliği sonuçlarının DMEK cerrahisine benzer olduğu bildirilen ve 50 µ'dan daha ince greftlerin kullanıldığı Nano-thin DSAEK (NT-DSAEK) tekniği de tanımlanmıştır (23).

### **DMEK**

DMEK, sadece Descemet membran-endotel kompleksinin transplantasyonunu içerir. İlk 2006'da Melles tarafından tanımlanmıştır (24). DMEK'in DSAEK'e göre bazı avantajları vardır (25). DSAEK ile karşılaştırıldığında DMEK ile daha hızlı görsel iyileşme ve daha iyi görsel sonuçlara ulaşılır. Ayrıca DMEK'ten sonraki endotel reddi oranı, DSAEK'ten sonraki red oranına göre daha azdır. DMEK'in bu avantajlarına rağmen, DSAEK ile karşılaştırıldığında DMEK'te greftin ayrışma oranı DSAEK'e göre daha yüksektir. Ayrıca cerrahi olarak öğrenme eğrisi

de DSAEK'ten daha yüksektir. Zorlukların çoğu, greftin hazırlanması ve ön kamaraya yerleştirildikten sonra donör rulosunun doğru açılması ile ilgilidir (26). Bununla birlikte, Descemet-endotel greftinin pozisyonu, cerrahi başarıyı belirleyen en önemli faktördür. Doğru pozisyon, endotel kısmının ön kamaraya, descemet membran kısmının da stromaya bakacak şekilde açılması ve yerleştirilmesidir. Yanlışlıkla ters yerleştirilmesi yatrojenik primer greft yetmezliği ile sonuçlanır (27) Greftin doğru pozisyona yerleştirilmesini sağlamak için çeşitli teknikler tanımlanmıştır. Bunlar; elde tutulan bir yarık ışın, endoillüminatör destekli transkorneal aydınlatma ve intraoperatif optik koherens tomografi (OCT) dir (26-28) Ayrıca greftin Descemet membran tarafındaki mürekkep işaretleri (F, S) ve greft periferinin asimetrik üçgen veya semisirküler ile işaretlenmesi de greftin doğru pozisyonda yerleştirilmesini kolaylaştırabilir (29-34).

Endotelial keratoplasti için başarılı cerrahi teknikler gelişmiş olsa da, küresel çapta en önemli sorun donör kornea dokusunun azlığıdır. Dünya genelinde ihtiyaç duyulan her 70 kornea için sadece bir donör kornea dokusu mevcuttur (35). Bu nedenle kornea hastalıklarında geliştirilmiş cerrahi ve tıbbi tedaviler için önemli arayışlar devam etmektedir. Özellikle DMEK cerrahisinde bir donör kornea kullanarak, birden fazla hastayı tedavi etmek için alternatif cerrahi teknikler (hemi- ve çeyrek-DMEK, bölünmüş korneal transplantasyon gibi) geliştirilmiştir.

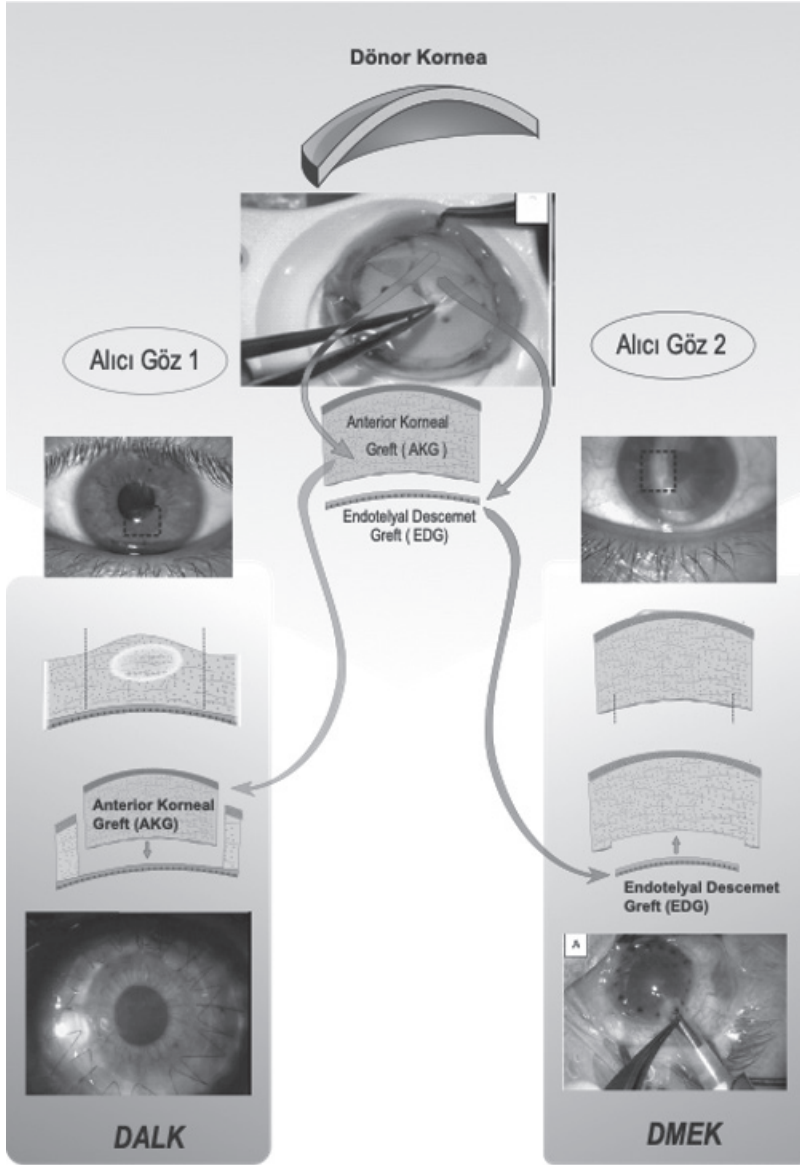
### **Hemi- ve çeyrek-DMEK**

Lam ve arkadaşları, hemi (yarım)-DMEK tekniğini ilk tanımlayanlardır (36) Standart DMEK cerrahisinde kornea saydamlığını sağlamak için ortalama 8.0 mm'lik greftler yeterli iken, bir hemi-DMEK grefti için 11-12 mm gibi daha büyük çaplı greftler kullanır. Bu büyük çaplı greftler ikiye bölünür. Bu teknik, doku verimliliği açısından avantajlıdır. Ancak greft hazırlığında ve greftin yerleştirilmesinde bazı zorlukları da beraberinde getirir.

Çeyrek-DMEK tekniği, hemi-DMEK'e benzer; ancak fark, donör korneadan descemet membranın ayrılmasından sonra eşit büyüklükte dört parçaya bölünmesidir. Özellikle Fuch's endotelial distrofi hastalarda dairesel bir descemetoreksis oluşturulduktan sonra yarım (hemi-DMEK) veya çeyrek DMEK greftlerinin kullanılması ile başarılı cerrahi sonuçlara ulaşılmıştır (37,38)

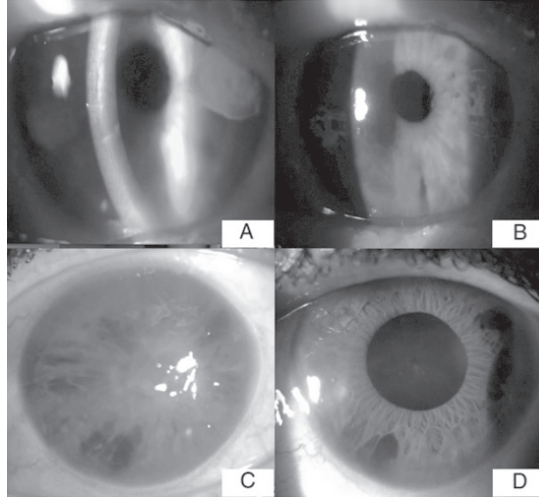
### **Bölünmüş (Split) korneal greft ile DMEK**

DALK ve DMEK cerrahilerinde, bir donör korneanın iki kısmı grefte ayrılarak (split kornea), iki alıcı tarafından kullanılması, bölünmüş kornea transplantasyonu olarak tanımlanmıştır (39-41) (Şekil-1). Split kornea nakli ile donör kornea ihtiyacı % 45-48 oranında azaltılabilir (39-44).

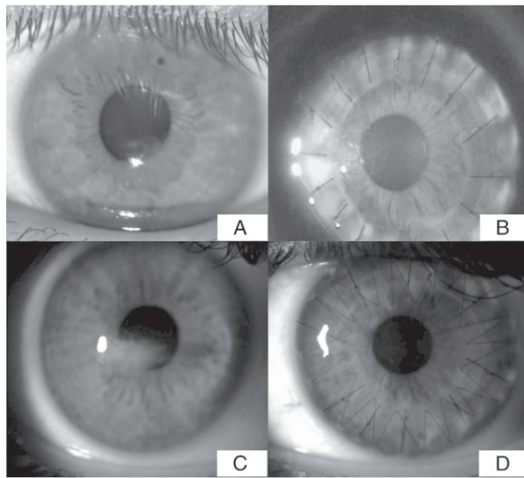


**Şekil 1.** İki alıcı için bölünmüş kornea nakli prensibi. Tek bir donör kornea 2 parçaya bölünür. Anterior korneal grefti (AKG), (örn. keratokonusta) sadece ön korneal kısmı etkileyen kornea hastalıklarında derin anterior lamel keratoplasti (DALK) kullanılarak nakledilir. Endotel Descemet grefti (EDG) ise korneanın endotel hastalıklarında Descemet membran endotel keratoplasti (DMEK) cerrahisi için kullanılır. (Heindl ve ark.tarafından 2011'den modifiye edilmiştir (43); Kandemir ve arkadaşları tarafından sağlanan ameliyat fotoğrafları kullanılmıştır (44).

Bölünmüş kornea transplantasyonunda ayrılan greftler, organ kültürü veya +4 ° C'de kısa süreli korneal saklama solüsyon ortamlarında cerrahi gerçekleştirene kadar bekleyebilir. Greftleri bekletilen ve bekletilmeden yapılan DMEK ve DALK cerrahisinin sonuçları açısından fark görülmemiştir (43,44) (Şekil-2, Şekil-3).



**Şekil 2.** Fuchs' endotelyal distrofisi (A-B) olan gözlerde DMEK öncesi (A) ve Endotel Descemet grefti (EDG) bekletilerek kullanılan DMEK'ten 1 yıl sonrası biyomikroskop görüntüsü (B) ve iridokorneal endotel sendromu (C-D) olan gözlerde DMEK öncesi (C) ve Endotel Descemet grefti (EDG) bekletilmeden kullanılan DMEK'ten 1 yıl sonraki biyomikroskop görüntüsü (D).



**Şekil 3.** Keratokonusu (A-B) olan gözlerde DALK öncesi (A ve C) ve Anterior korneal grefti (AKG) bekletilerek kullanılan DALK'tan 1 yıl sonrası biyomikroskop görüntüsü (B) ve bekletilmeden kullanılan DALK'tan 1 yıl sonraki biyomikroskop görüntüsü (D).

## **PRE-DESCEMET ENDOTELYAL KERATOPLASTİ (PDEK):**

İlk kez 2014 yılında Dua ve Agarwal tarafından tanımlanan yeni bir EK tekniğidir (45).

En önemli özelliği hastaya Descemet zarı ve endotel ile birlikte pre descemet tabakasının (Dua tabakası) da nakledilmesidir. PDEK grefti korneada tip I hava kabarcığı yaratılarak oluşturulur. Bu greftin en büyük avantajı genç yaştaki, daha fazla endotel hücre sayılı donör korneaların kullanımına olanak sağlamasıdır. Ayrıca Dua tabakası çok dirençli sağlam bir kornea tabakası olduğu için PDEK rulosu cerrahi sırasında, ön kamarada kolay açılır ve istenen yere taşınabilir. Bununla beraber, PDEK grefti DMEK greftine benzer şekilde keratosit içermediği için rejeksiyon riski düşüktür. PDEK cerrahisi, daha çok DMEK için zor olan vitrektomize, seton implantlı, fiks dilate gözlerde tercih edilir. Klinik vaka serilerinde DMEK sonuçlarına benzer iyi görsel sonuçlar raporlanmıştır (46).

## **DESCEMET MEMBRAN ENDOTEL TRANSFERİ (DMET)**

DMET, Hemi ve çeyrek-DMEK'in, endotel transplantasyonunun daha küçük greftlerle olabileceğini göstermesi ve yeniden endotelizasyonun gerçekleşmesi için greftin tam bağlanmasının gerekli olmadığını gösterilmesi ile gündeme gelmiştir (47). Greftin bir kenarı, kornea insizyonuna sütüre edilmiş ve "serbest yüzen" bir Descemet rulosu transplante edilmiştir (47). Bu cerrahi teknik özellikle Fuchs Endotelyal Distrofili gözlerde, PBK lı gözlere göre daha başarılıdır (48). Bu durum, FEKD'li gözlerde nispeten sağlıklı periferik korneal endotelin bulunmasına rağmen, büllöz keratopati gözlerde sağlıklı periferik korneal endotelin olmamasına bağlanabilir.

DMET, DMEK'in cerrahi öğrenme eğrisini önemli ölçüde azaltan ve DMEK'e göre daha basit ve daha hızlı bir cerrahidir. Ancak bu cerrahi, seçilmiş uygun hastalara olası olumsuz sonuçları anlatılarak yapılabilir.

## **ENDOTELYAL KERATOPLASTİSİZ DESCEMET SOYMA YÖNTEMİ (DWEK)**

Endotelyal keratoplastisiz Descemet soyma (DWEK) yöntemi, FEKD tedavisinde endotel nakli yapılmadan Descemet membranının cerrahi olarak çıkarılmasıdır (49). DWEK uygulanacak FEKD tanılı gözlerde, özellikle perifer korneanın endotel hücre sayısının yüksek olması ve hastanın görme azlığının santral korneadaki guttatarlar ile açıklanması cerrahi başarıyı arttırıcı kriterlerdir (49). Ayrıca hastanın görme keskinliğinden mutsuz olması ve günlük aktivitelerini etkilemesi



de DWEK cerrahisi için önemli bir endikasyondur. Biyomikroskopik muayenede descemet membran katlantılarının olması, korneal bül ve bulanıklık ile birlikte ciddi korneal stromal ödemin bulunması ise bu cerrahi tekniğin uygun olmadığı durumlardır (49). Çünkü DWEK'in uygulanabilirliği, periferik kornea endotelinin migrasyon yeteneği ile sınırlıdır. DWEK, FEKDli gözlerde donör doku ve uzun süreli topikal kortikosteroid gerektirmediği, rejeksiyonu arttırmadığı ve başarısız olursa endotelial keratoplastinin her zaman yapılabilir olması nedeniyle, dikkate değer bir cerrahidir.

DWEK cerrahisi sırasında pupil dilate edilir. Fundus refleksi alınır. Descemet membranı böylece daha rahat görünür. Desmetoreksis viskoelastik altında santral ve yuvarlak olacak şekilde 4-5 mm çapında uygulanır. Bu işlem standart fakoe-mülsifikasyon cerrahisi sonrasında göz içi lens uygulandıktan sonra da uygulanabilir (triple-DWEK) (50). Sonuç olarak DWEK, ileri korneal ödemi olmayan, başlangıç FEKD'li olgularda endotelial keratoplastiye olan ihtiyacı azaltabilir ve seçilmiş vakalarda, hastaya cerrahi sonrasında endotelial keratoplasti ihtiyacının olabileceği söylenerek uygulanabilir.

### **Rho-kinaz inhibitörleri:**

Kornea endoteli için rejeneratif tedavi yaklaşımlarından biri olan Rho kinazlar (ROCK), cAMP bağımlı protein kinaz ailesinden, serin-treonin kinazdır. Rho guanozin trifosfatının etkisini düşürerek düz kas dokularının kasılmasının düzenlenmesinde kritik rol oynar (51). Ayrıca korneal endotelial proliferasyonunu hızlandırır. ROCK inhibitörleri tek başına ya da DWEK cerrahisi ile birlikte kullanılabilir (52).

## **SONUÇ**

Lameller keratoplastide her yenilik, daha hızlı görsel iyileşme ve daha iyi görsel sonuçlar sağlayabilir. Bununla birlikte, dünya çapında hala önemli bir donör kornea sıkıntısı da lameller keratoplasti tekniklerinin daha sık uygulanması ile azalabilir.

## **KAYNAKLAR**

1. Dua HS, Faraj LA, Said DG, et al. Human corneal anatomy redefined: a novel pre-Descemet's layer (Dua's layer). *Ophthalmology*. 2013 Sep;120(9): 1778-85. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.01.018.
2. 2Donaghy C, Vislisel J, Greiner M. An Introduction to Corneal Transplantation; 2015. Available from: <http://www.EyeRounds.org/tutorials/Cornea-Transplant-Intro/>. [Last accessed on 2017 Jun 19].
3. van Dijk K, Parker JS, Baydoun L, et al. Bowman layer transplantation: 5-year results. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2018;256(6): 1151-8.

4. García de Oteyza G, Benedetti Sandner M, Velazco Casapía J, et al. Intrastromal allogeneic inclusions for the management of kerato conus: a review of current literature. *Cornea*. 2021;40(6): 794-9
5. Anwar M, Teichmann KD. Big-bubble technique to bare Descemet's membrane in anterior lamellar keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*. 2002;28(3): 398-403.
6. Anwar M. Deep anterior lamellar keratoplasty: Big bubble technique. in: vajpayee RB, Sharma N, Tabin GC, Taylor HR, (ed). *Corneal Transplantation*. 2nd ed. New Delhi, India: Jaypee Brothers Medical publishers Ltd; 2010. p.185-93.
7. Archila EA. Deep lamellar keratoplasty dissection of host tissue with intrastromal air enjection. *Cornea*. 1984-1985;3: 217-8.
8. Sugita j, Kondo j. Deep lamellar keratoplasty with complete removal of pathological stroma for vision improvement. *Br. j ophthalmol*. 1997;81:184-88.
9. Melles GRj, Remeijer L, Geerards A, et al. A quick surgical technique for deep anterior lamellar keratoplasty using viscodissection. *Cornea*. 2000;19: 427-32.
10. Melles GRj, Rietveld fRj, Beekhuis WH, et al. A technique to visualize corneal incision and lamellar dissection depth during surgery. *Cornea*. 1999;18: 80-6.
11. Amayem Af, Anwar M. fluid lamellar keratoplasty in keratoconus. *Ophthalmology*. 2000;107: 76-9.
12. Singh Np, Said DG, Dua HS. Lamellar keratoplasty techniques. *Indian j ophthalmol*. 2018;66(9): 1239-50.
13. Hoppenreijts VP, Pels E, Vrensen GF, et al. Corneal endothelium and growth factors. *Surv Ophthalmol*. 1996;41: 155-164.
14. Melles GR, Lander F, Rietveld FJ. et al. A new surgical technique for deep stromal anterior lamellar keratoplasty. *Br J Ophthalmol* 1999;83: 327-33.
15. Chen ES, Terry MA, Shamie N, et al. Descemet-stripping automated endothelial keratoplasty: six-month results in a prospective study of 100 eyes. *Cornea*. 2008; 27: 514-20.
16. Kim BZ, Meyer JJ, Brookes NH, et al. New Zealand trends in corneal transplantation over the 25 years 1991-2015. *Br J Ophthalmol*. 2017;101: 834-838.
17. Shields MB. Progressive essential iris atrophy, Chandler's syndrome, and the iris nevus (Cogan-Reese) syndrome: a spectrum of disease. *Surv Ophthalmol* 1979;24: 3-20.
18. Dickman MM, Kruijt pJ, Remeijer L, et al. A randomized multicenter clinical trial of ultrathin Descemet stripping automated endothelial keratoplasty (DSAEK) versus DSAEK. *Ophthalmology*. 2016;123: 2276-84.
19. Anshu A, Price MO, Tan DT, et al. Endothelial keratoplasty: A revolution in evolution. *Surv Ophthalmol*. 2012;57: 236.52.3.
20. Neff KD, Biber JM, Holland EJ. Comparison of central corneal graft thickness to visual acuity outcomes in endothelial keratoplasty. *Cornea*. 2011;30: 388-91
21. Lombardo M, Terry MA, Lombardo G. Analysis of posterior donor corneal parameters 1 year after Descemet stripping automated endothelial kerato-plasty (DSAEK) triple procedure. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2010;248: 421-7.
22. Rudolph M, Laaser K, Bachmann BO, et al. Corneal higher Order aberrations after Descemet's membrane endothelial keratoplasty. *Ophthalmology*. 2012;119: 528-35.
23. Kurji KH, Cheung AY, Eslani M, et al. Comparison of visual acuity outcomes between Nanot-hin Descemet stripping automated endothelial keratoplasty and Descemet membrane endothelial keratoplasty. *Cornea*. 2018;37: 1226-31.
24. Melles GR. Posterior lamellar keratoplasty: DLEK to DSEK to DMEK. *Cornea*. 2006 Sep;25(8): 879-81. doi: 10.1097/01.ico.0000243962.60392.4f.
25. Deng SX, Lee WB, Hammersmith KM, et al. Descemet membrane endothelial keratoplasty: safety and outcomes: a report by the *American Academy of Ophthalmology*. 2018;125: 295-310.
26. Cost B, Goshe JM, Srivastava S, et al. Intraoperative optical coherence tomography-assisted Descemet membrane endothelial keratoplasty in the DISCOVER study. *Am J Ophthalmol*.

- 2015;160(3): 430-437.
27. Burkhart ZN, Feng MT, Price MO, et al. Handheld slit beam techniques to facilitate DMEK and DALK. *Cornea*. 2013;32(5): 722-724.
  28. Saad A, Guilbert E, Grise-Dulac A, et al. Intraoperative OCT-Assisted DMEK: 14 Consecutive Cases. *Cornea*. 2015;34(7): 802-807.
  29. Viola P, Soldati S, Altafini R, et al. Technique to F Mark Descemet membrane endothelial keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*. 2014;40(10): 1743-44.
  30. Veldman PB, Dye PK, Holiman JD, et al. The S-stamp in Descemet membrane endothelial keratoplasty safely eliminates upside down graft implantation. *Ophthalmology*. 2016;123(1): 161-164.
  31. Bachmann BO, Laaser K, Cursiefen C, et al. A method to confirm correct orientation of Descemet membrane during Descemet membrane endothelial keratoplasty. *Am J Ophthalmol*. 2010;149(6): 922-925.
  32. Matsuzawa A, Hayashi T, Oyakawa I, et al. Use of four asymmetric marks to orient the donor graft during Descemet's membrane endothelial keratoplasty. *BMJ Open Ophthalmol*. 2017;1(1): e000080.
  33. Bhogal M, Maurino V, Allan BD. Use of a single peripheral triangular mark to ensure correct graft orientation in Descemet membrane endothelial keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41(9): 2022-2024.
  34. Kandemir B, Tanyıldız B, Tutaş Günaydın N, et al. Comparison of the Success Rate of Two Different Marking Techniques (F-Mark and Asymmetric Triangular Mark) to Orient the Donor Graft During Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty. *Experimental and Clinical Transplantation* : Official Journal of the Middle East Society for Organ Transplantation. 2021;19(10): 1086-1093.
  35. Gain P, Jullienne R, He Z, et al. Global survey of corneal transplantation and eye banking. *JAMA Ophthalmol*. 2016; 134:167-173.
  36. Lam FC, Baydoun L, Dirisamer M, et al. Hemi-Descemet membrane endothelial keratoplasty transplantation: a potential method for increasing the pool of endothelial graft tissue. *JAMA Ophthalmol*. 2014;132: 1469-1473
  37. Gerber-Hollbach N, Parker J, Baydoun L, et al. Preliminary outcome of hemi-Descemet membrane endothelial keratoplasty for Fuchs endothelial dystrophy. *Br J Ophthalmol*. 2016;100: 1564-1568.
  38. Zygoura V, Baydoun L, Ham L, et al. Quarter-Descemet membrane endothelial keratoplasty (Quarter-DMEK) for Fuchs endothelial corneal dystrophy: 6 months clinical outcome. *Br J Ophthalmol* 2018;102: 1425-1430.
  39. Lie JT, Groeneveld-van Beek EA, Ham L, et al. More efficient use of donor corneal tissue with Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK): two lamellar keratoplasty procedures with one donor cornea. *Br J Ophthalmol*. 2010;94(9): 1265-1266.
  40. Heindl LM, Riss S, Bachmann BO, et al. Split Cornea Transplantation for 2 Recipients. *Ophthalmology*. 2011;118(2): 294-301.
  41. Vajpayee RB, Sharma N, Jhanji V, et al. One Donor Cornea for 3 Recipients. *Arch Ophthalmol*. 2007;125(4): 552-554.
  42. Heindl LM, Riss S, Laaser K, et al. Split cornea transplantation for 2 recipients -review of the first 100 consecutive patients. *Am J Ophthalmol*. 2011;152(4): 523-e2.
  43. Heindl LM, Riss S, Adler W, et al. Split Cornea Transplantation. *Ophthalmology*. 2013;120(5): 899-907.
  44. Kandemir B, Tutaş Günaydın N, Gökaş E, et al. Does Storage Time Affect the Outcomes of Split Corneal Transplantation to Reduce Corneal Donor Shortage? A Retrospective Study. *INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing*. 2021;58,00469580211045846.
  45. Agarwal A, Dua HS, Narang P, et al. Pre-Descemet's endothelial keratoplasty (PDEK). *Br J Ophthalmol*. 2014 Sep;98(9): 1181-1185. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-304639

46. Agarwal A, Narang P, Kumar DA, et al. Young donor-graft assisted endothelial keratoplasty (PDEK/DMEK) with epithelial debridement for chronic pseudophakic bullous keratopathy. *Can J Ophthalmol*. 2017 Oct;52(5):519-526. doi: 10.1016/j.jco.2017.03.004
47. Dirisamer M, Yeh RY, van Dijk K, et al. Recipient endothelium may relate to corneal clearance in descemet membrane endothelial transfer. *Am J Ophthalmol*. 2012;154: 290-296.
48. Anitha V, Swarup R, Ravindran M. Descemet Membrane Endothelial Transfer (DMET) in Pseudophakic Bullous Keratopathy After DSEK-A Case Report and Review of Literature. *Cornea*. 2021 Nov.
49. Huang MJ, Kane S, Dhaliwal DK. Descemetorhexis Without Endothelial Keratoplasty Versus DMEK for Treatment of Fuchs Endothelial Corneal Dystrophy. *Cornea*. 2018;37(12): 1479-1483.
50. Srivastava V, Singh A, Chowdhary R. Spontaneous Resolution of Corneal Oedema after Inadvertent Descemetorhexis during Cataract Surgery. *Med J Armed Forces India*. 2010;66(2): 177-179.
51. Okumura N, Kinoshita S, Koizumi N. The role of Rho kinase inhibitors in corneal endothelial dysfunction. *Curr Pharm Des*. 2017; 23: 660-666.
52. Moloney G, Petsoglou C, Ball M, et al. Descemetorhexis Without Grafting for Fuchs Endothelial Dystrophy-Supplementation With Topical Ripasudil. *Cornea*. 2017;36(6): 642-648.