

## DERLEME REVIEW

## Diyabetik Retinopati ve Diyabetik Maküla Ödeminde Konvansiyonel ve Pattern Lazer Uygulamaları

## Conventional and Pattern Laser Applications in Diabetic Retinopathy and Diabetic Macular Edema

Hidayet ERDÖL \*

\* Profesör Doktor, KTÜ Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Trabzon

Geliş Tarihi/Received: 23.10.2017 Kabul Tarihi/Accepted: 27.11.2017

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Caner KARA / Hidayet ERDÖL / Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı 61080 / Trabzon Tel./Phone: +90 532 766 6152 E-posta/E-mail: erdolhidayet@yahoo.com ORCID No: 0000-0003-3176-230X

## ÖZ

Diyabet, diyabetik retinopati (DRP) ve Diyabetik maküler ödem (DMÖ) olmak üzere iki önemli komplikasyona yol açarak görme kaybı oluşturmaktadır. Diyabet günümüzde bütün yaş grupları dikkate alındığında görme kaybına en fazla yol açan hastalık olmakla birlikte, özellikle sıkı bir kan glikoz regülasyonu başta olmak üzere çeşitli tedavilerle bu komplikasyon önlenabilir veya geciktirilebilir. Tedavide lazer, antiVEGF ve kortikosteroidler kullanılmaktadır. Lazer tedavisi fokal/grid veya panretinal fotokoagülasyon şeklinde uygulanmaktadır. Günümüzde farklı özellikte lazerler kullanıma sunulmuş olup, her birinin farklı avantaj ve dezavantajları söz konusudur. Bu makalede DRP ve DMÖ tedavisinde kullanılan lazerlerin özellikleri tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Diyabetik retinopati, diyabetik maküler ödem, lazer, tedavi.

## ABSTRACT

Diabetes mellitus leads to two major complications, diabetic retinopathy (DRP) and diabetic macular edema (DME), resulting in loss of vision. Diabetes mellitus is the most common cause of loss of vision when all age groups are taken into account. However, this complication can be prevented or delayed with various treatments, especially strict blood glucose regulation. Laser, antiVEGF and corticosteroids are used in the treatment of DME. Laser therapy is applied as focal / grid or panretinal photocoagulation. Nowadays, different lasers are presented to use in the treatment in DRP and DME. Each has different advantages and disadvantages. This article discusses the characteristics of lasers used in the treatment of DRP and DME.

**Keywords:** Diabetic retinopathy, diabetic macular edema, laser, treatment.

## GİRİŞ

Diyabet, dünya genelinde 2011 yılı rakamlarına göre yaklaşık 350 milyon insanı etkilemiş olup, 2030 yılına kadar bu rakamın iki katına çıkacağı öngörülmektedir. Bütün yaş grupları dikkate alındığında günümüzde en fazla görme kaybına yol açan hastalıktır. ABD’ de 40 yaş üzerindeki insanların yaklaşık %28,5 kadarının diyabet hastası olduğu ve %4,4 kadarının ileri derecede diyabetik retinopati (DRP) olduğu bildirilmiştir.<sup>[1]</sup> Diyabet hastalarında görme kaybı genellikle DRP ve diyabetik maküler ödem (DMÖ) bağlı gelişmektedir. Retinopati, iskemiyle karakterize olup, ödem, hemorajiler ve sert eksüdalara bağlı olarak görme kaybına yol açmaktadır. Proliferatif diyabetik retinopati ciddi görme kaybına yol açmakla birlikte orta derecede görme kaybının esas nedeni DMÖ’ dir. İç kan-retina bariyerinde bozulma sonucu retina damarları geçirgen hale gelmekte, sıvı ve lipidlerin maküla bölgesine sızmasına bağlı olarak DMÖ ortaya çıkmakta ve sonuçta görme kaybı meydana gelmektedir.<sup>[2]</sup>

DMÖ sonucu oluşan görme kaybını önlemek veya azaltmak için lazer tedavisi, intravitreal triamsinolon (İVTA) ve son yıllarda yaygın şekilde antiVEGF ajanlar ve uzun salınımlı intravitreal steroidler uygulanmaktadır.

DMÖ’ne bağlı görme kaybı için standart tedavi fokal ve/veya grid lazer fotokoagülasyondur. Ancak, bu tedavi genellikle görmeyi korumakta patolojinin iyileşmesine katkısı olmamaktadır. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) yayınladığı raporda, DMÖ’ne bağlı görme kaybında erken lazer tedavisi geciktirilen tedaviye kıyasla %50 hastada 15 harften daha az kayıp olduğunu belirtmiştir.<sup>[3]</sup>

## DİYABETİK RETİNOPATİ

DRP’de lazer tedavisindeki amaç görme kaybını engellemek ve/veya azaltmaktır.

Retinopatinin türüne göre iki tip lazer uygulaması yapılabilir.

1- Makülopati: Narin ve dikkatli tedavi gerektirir. Uygulama yapılan vakaların %60-70 kadarında ciddi görme kaybı engellenebilmektedir.

2- Proliferatif retinopati: Yoğun bir lazer tedavisi uygulanır. Erken tedavi vakaların %90 kadarında ciddi görme kaybını önler ve kişilerin günlük aktivitelerini rahatça yapabilecek görme seviyelerinin korunmasını sağlar.

Yüksek riskli nonproliferatif DRP veya proliferatif DRP olgularında panretinal fotokoagülasyon (PRP) yapılırken genellikle damar arkı dışına kadar 500 µm çap, 0,1-0,2 sn ve bir spot boşluk bırakacak şekilde 1500-2000 atış yapılmaktadır. Bu işlem sırasında hastanın konforu ve olası komplikasyonlardan kaçınmak için işlemin 2-3 seansta yapılması uygundur. Lazer tedavisi tek tek yapılabileceği gibi aynı anda birden çok atım yapabilen multispot lazerler kullanılarak da yapılabilmektedir.<sup>[4]</sup>

DRP tedavisinde lazerin zamanlaması da oldukça önemlidir. Hafif ve orta nonproliferatif DRP'li hastaları yakın izlemek gerekirken yaygın iskemisi olan veya proliferatif DRP bulgularıyla gelen hastalarda geç kalmadan lazer tedavisi başlanmalıdır.

Yüksek riskli proliferatif hastalarda PRP altın standart olmuştur. Bununla birlikte hangi mekanizma ile NV'da regresyona yol açtığı tam olarak bilinmiyor. Hipoksi sonucu salınan vazoproliferatif maddelerin NV' a neden olduğu düşünülmektedir. Lazerin koroidden diffüzyonu kolaylaştırarak retinal oksijenlenmeyi arttırdığı ve retinadan salınan vazoproliferatif maddeleri inhibe ederek neovaskülarizasyonların (NV) gerilemesine veya gelişmesinin engellenmesine neden olduğu ileri sürülmektedir. Ayrıca, RPE tarafından üretilen metalloproteinaz doku inhibitörleri ve matriks metalloproteinazın lazer uyarısı ile değişimi NV' u inhibe edebilmektedir.<sup>[5-7]</sup>

İlk kez (1976) Diyabetik retinopati Çalışma grubu (DRS) ve ETDRS yüksek görme kaybı riskine sahip proliferatif DRP'li hastalarda 4 yıllık izlemede PRP'nin görme kaybı riskini %50 den fazla azalttığını rapor etmiştir.<sup>[8,9]</sup>

## DMÖ

Diyabetin herhangi bir evresinde görülebilen ve görmeyi tehdit eden önemli bir komplikasyondur. Kapiller veya anevrizmalardan sızan sıvıya bağlı olarak gelişmektedir. Anevrizmaya bağlı kaçaklar fokal lazer ile tedavi edilirken, kapiller sistemden oluşan kaçaklar grid lazer ile tedavi edilebilmektedir.<sup>[3]</sup>

DMÖ'de tedavi amacıyla uygulanan lazerin etki mekanizmasının tam olarak bilinmemekle beraber aşırı oksijen tüketen fotoreseptörlerin harabiyeti ve lazer skarlarından oksijenin retinaya rahat ulaşması retinal hipoksiyi engelleyerek etki ettiği düşünülmektedir.<sup>[10-13]</sup> Bir başka teoriye göre de lazer retinal kapiller alanı azaltmakta ve böylece kaçak miktarı azalmaktadır.<sup>[14]</sup> Bununla birlikte bir kısım yazarlar da fotokoagülasyonun dış kan-retina bariyerini düzelttiğini ileri sürmektedirler.<sup>[11]</sup>

Klasik lazer retina pigment epiteli (RPE) ve fotoreseptör (FR) tabakasında koagülasyon nekrozu oluşturur ve kalıcı hasar yapar. Bu durum inflamasyona neden olan medyatörlerde downregülasyon, inhibitörlerde upregülasyona neden olurlar.<sup>[15]</sup> Bununla birlikte RPE hücrelerinin ışıkla uyarılması da potent antiinflamatuvar faktörler ve Pigment epitel derive faktörde upregülasyona ve sitokin aktivasyonunda değişimlere neden olur.<sup>[16]</sup>

Görmeyi tehdit eden DMÖ' nde standart tedavi fokal/grid

lazer fotokoagülasyondur. Özellikle merkezi tutmayan DMÖ' nde ETDRS fokal grid lazerin etkinliğini göstermiştir. Sonuçta, lazer tedavisi kaçak miktarını azaltıp ve vizyon kaybını engellediği için önemli bir seçenektir.<sup>[3]</sup> Protokol T çalışması göstermiştir ki DMÖ'li hastaların %50 kadarının antiVEGF tedavisine rağmen 24 hafta sonra ilave lazer tedavisine gerek duymaktadır.<sup>[17]</sup>

## LAZER

Lazer olmayan fotokoagülasyon hakkındaki ilk bilgi M.Ö. 400 yılında Socrates'in tanımladığı solar retinit veya güneş tutulmasına bağlı retina yanığıdır. Bildiğimiz anlamda ilk lazer xenon-arc koagulator olarak 1956 yılında uygulanmıştır. Bu lazer retinanın vasküler hastalıkları yanında göz tümörlerinde de kullanılmıştır.<sup>[18]</sup> 1968 yılında ruby lazer ile yayın yapılmış ve lazer sonrası hastaların %89 kadarında yeni damar boyutlarında azalma ve %60 kadarında tam regresyon olduğu gösterilmiştir.<sup>[19]</sup>

İlk oftalmik lazer Maimann tarafından 1960 yılında geliştirilmiş olup, 1968 yılında L'Esperance argon lazeri oftalmik kullanıma sunmuştur.<sup>[20]</sup> Lazer fotokoagülasyon amacıyla argon yeşili (514 nm), Kripton kırmızısı (647 nm), diyot lazer (810 nm), ayarlanabilir lazer (560-640 nm) ve son yıllarda 577 nm dalga boyunda sarı lazerler kullanılmaktadır.<sup>[21]</sup> Yüksek dalga boyları derin penetrasyondan dolayı hastada rahatsızlık oluşturmaktadır. O nedenle günümüzde daha çok 514 nm lazer fotokoagülasyon için kullanılmaktadır. Dalga boyundan bağımsız olarak yapılan bir çalışmada fotokoagülasyon tedavisi yüksek risk proliferatif DRP' li gözlerin %51-77 kadarında 6 ayda neovaskülarizasyonda (NV) regresyona neden olduğu belirtilmiştir.<sup>[22,23]</sup> Koagülasyon için dokuda 10-20 derecelik ısı artışı yeterli olmakla birlikte, 60-70 derecelik ısı artışı esas etkili olan seviyedir.<sup>[24]</sup>

Lazerlerde dalga boyu arttıkça doku penetrasyonu artar ve saçılımının az olması nedeniyle saydamlığı bozulan ortamlardan daha iyi geçer. Lazerin dokudaki etkisi doku pigment içeriğine bağlıdır. Retinada xantophyll, melanin ve hemoglobin olmak üzere başlıca üç pigment grubu vardır. Melanin daha çok kızılötesine yakın ışığı absorbe ederken, xantophyll mavi ışığı daha çok absorbe eder. Hemoglobin kırmızı ışığı az absorbe ederken mavi, yeşil ve sarı ışığı daha iyi absorbe eder. Bir başka özellik olarak lazer uygulama süresi arttıkça lezyon boyutunun da logaritmik olarak arttığı bilinmektedir.<sup>[25]</sup>

İlk dönemlerde yaygın olarak kullanılan mavi-yeşil argon lazer çeşitli dezavantajlarından dolayı günümüzde daha nadir olarak kullanılmaktadır. Yeşil lazer (514 nm argon ve 532 nm solid) günümüzde daha yaygın kullanılmaktadır. Bu lazer xantophyll pigmenti tarafından çok az absorbe edilirken melanin ve hemoglobin tarafından daha çok absorbe edilmektedir. Son yıllarda uygulamaya giren sarı lazer ise yeşil lazere özellik olarak benzemekle beraber ilave avantajlara sahiptir. Uzun dalga boyunda olması saçılımını azaltır ve hemoglobin tarafından iki kat daha fazla absorbe edilir. Diyot lazerler ise 780-840 nm arası dalga boyuna sahip olup özellikle opak ortamlardan daha iyi geçerler. Bununla birlikte absorpsiyonu mavi lazere nazaran daha azdır (%95'e karşılık %20). Bundan dolayı dokuda aynı etkiyi elde edebilmek için daha uzun süre veya daha fazla güç uygulaması gerektirmektedir.<sup>[26,27]</sup>

## MULTİPATTERN LAZERLER

## Sarı Lazer

Sarı lazerin mikropulse özelliğinin yansıra 577 nm dalga boyunda olması özellikle DMÖ'nde kullanımını ön plana çıkarmıştır. Bu dalga boyu oksihb absorpsiyonu için pik noktadır. Oksihb absorpsiyonu ne kadar çoksa mikroanevrizmaların kapanma etkinliği o kadar fazladır. Ayrıca, 577nm xanthophyll pigmenti tarafından çok az absorbe edildiği için tedavide foveaya kadar güvenle yaklaşılabilmektedir.<sup>[28]</sup> Argon lazere göre önemli bir avantajı da daha uzun dalga boyunda olması nedeniyle opak ortamlardan (katarakt gibi) daha kolay geçmesidir. DMÖ'nde tek başına veya antiVEGF kombinasyonu ile kullanılabilir. Genellikle 350 mikrondan daha az kalın retinada sadece lazer uygulaması yeterli iken 350 mikrondan fazla olan maküler ödemde önce antiVEGF sonra lazer tedavisinin daha uygun olduğu belirtilmektedir.<sup>[29]</sup>

## PASCAL (Pattern SCanning Lazer)

2005 yılında ilk yarı otomatik patern tarayıcı lazer (OptiMedica; Topcon Medical Laser Systems, Santa Clara, CA, USA) fotokoagülasyon tedavisi amacıyla piyasaya sunulmuştur.<sup>[4]</sup> PASCAL hızlı bir şekilde değişik paternlerde (56 spot 0,6 sn) 532 nm dalga boyunda lazer üretir. Klasik panretinal fotokoagülasyona (PRP) göre avantajları daha az ağrıya neden olması, ısı difüzyonundan oluşan termal patlama yokluğu, komşu dokularda istenemeyen hasar oluşturmaması, birkaç seanstan hastayı kurtarması ve uygulayıcıya zaman kazandırmasıdır. Ayrıca, lazer atım süresi (10-20 ms ye karşılık 100-200 ms) daha kısadır. Blumenkraz ve ark. PASCAL kullanarak 6x6 veya 7x7 paterninde total tedavi zamanının birkaç kat azaldığı 25 dakikadan 3-5 dakikaya düştüğünü rapor etmişlerdir. Lazer enerjisinin koroide termal yayılımının daha az olduğu bu nedenle ağrının da daha az olduğu ifade edilmiştir. Sürenin de düşük olması lazer yanıklarının genişlemesine de daha az neden olacağı rapor edilmiştir. Bunun sonucu olarak retinal kollateral hasarın daha az olduğu ve retinal sensitivitenin korunmasının da daha fazla olacağı sonucuna varılmıştır.<sup>[4]</sup>

## NAVILAS (NAVigated LASer)

Otomatik harita takipli lazer ve lazer tedavi ünitesi (OD-OS GmbH, Teltow, Germany) 2009 yılında Neubauer ve ark. tarafından geliştirilmiştir.<sup>[30]</sup> Cihaz, <60 - 110 µm'lik yüksek hassasiyet ve tekrarlanabilirliğe sahip olup, bilgisayarlı görüntü yakalama ve izleme tekniği ile retina üzerinde belirlenen navigasyonu kullanır.<sup>[31]</sup> Retinadan elde edilen flöresean anjiyografi ile kombine edilir ve cerrahın belirlediği alanlara tedavi planı yapmasına olanak sağlar. Klasik lazere göre bu yöntemde, daha seçici lazer uygulaması, daha kısa sürede ve daha az ağrıyla lazer yapılması mümkündür.<sup>[32]</sup> Bundan başka, DMÖ' de modifiye ETDRS fokal lazer tekniğine nazaran tekrar tedavi olasılığını azalttığı rapor edilmiştir. Ayrıca, antiVEGF enjeksiyon sayısını azaltabileceği ifade edilmektedir.<sup>[33,34]</sup>

Fokal/grid lazer yapılırken gerçek fundus görüntüsü FFA ile üst üste bindirilerek doğru ve hızlı uygulama mümkün olmaktadır. Tedavi öncesi fundus fotoğrafı üzerinde tedavi alanı belirlenir ve göz hareketlerinden etkilenmeden lazer rehber ışığı işaretli alana düşürülür ve seçili tedavi paterni göz hareketlerine uydurularak tedavi yapılır. Bu şekilde doktor ve hasta için konfor sağlanmış olur ve lazer sadece belirlenen alana yapılarak tedavi zamanını kısaltır.<sup>[30,35,36]</sup>

## Eşikaltı Lazer (Subthreshold Lazer) (STL)

Oldukça düşük enerji kullanarak, minimal organik hasar ile retinada her hangi bir yanık oluşturmazken lazer yöntemidir. Yapılan bir çalışmada DMÖ' i azaltmada standart argon lazer FK kadar etkili olduğu ve tekrar edilebilirliği gösterilmiştir.<sup>[37]</sup> Lazer sonrası skotom ve skar oluşturmazken, renk ve kontrast sensitivitede düzelme olduğu gösterilmiştir.<sup>[38]</sup> Ancak, yapılan lazerin doku etkisi görülemediği için farklı çalışmaları karşılaştırarak standart tedavi rejimi oluşturmak zordur.

Eşik altı lazer sürekli dalgalı lazere alternatif olarak geliştirilmiştir. Atımlar arasındaki zaman aralığı, dokunun soğumasını sağlayarak termal yanık oluşturmaz ve kollateral hasarını önler. İlâveten, tedavi etkinliğinin sürekli lazere yakın olduğu gösterilmiştir. Otofloresans çekimlerinde lazer spotlarının belli olmadığı ve mikropulsetrede sensitivitede anlamlı şekilde düzelmeye neden olduğu ifade edilmektedir.<sup>[39,40]</sup> Eşik altı mikropulse diyet lazer atışları retinal hasar oluşturmaz için biyomikroskop, FFA, FAF ve OCT de görülemezler. STL hem 810 nm ve hem de 577 nm lazerlerle uygulanabilir. Daha derin katları etkiler ve nöral retinaya hasar vermez. Böylece skar oluşumu azalır ve parasantral skotom oluşmaz.<sup>[41]</sup>

Mikropulse lazer yaparken önce tercihen nazal retinada bir atış (%5 duty cycle, 600mW, 100 mikron spot, 200 ms süre) yapılır. Hafif soluk bir yanık görülene kadar bazen 1000mW' a kadar güç artırılır. Sonra yarıya indirilerek STL işlemine başlanır. İşlem yapılırken lazer spotları arasında boşluk bırakılmaz. Mikropulse lazerde kalınlaşmış retina üzerinde boşluk kalmaması gerektiğinden işlemi hızlandırmak ve her defasında pedala basmamak için 200ms aralıkla tedavi uygulaması idealdir.

Etki mekanizması tam olarak bilinmemekle beraber RPE'ni hedef alarak sitokin seviyelerindeki değişikliği indüklediği ileri sürülmektedir.<sup>[42]</sup> Yapılan bir çalışmada DMÖ' de STL ile yapılan tedavi sonrası görme keskinliği %85 olguda sabit kalmış veya iyileşmiş ve maküler ödem %96 olguda azalmış ve %76 kadarında kaybolmuştur.<sup>[43]</sup>

RPE'nde %5 duty cycle ile yapılan uygulamada yeterli termal uyarı oluşmakta, buna karşılık, diğer hücrelerde ölümcül hasar meydana gelmemektedir. Friberg ve Karatza lazer sonrası hastaların %70 kadarında 6 aya kadar DMÖ' de klinik düzelme olduğunu ve görme keskinliğinin %80 gözde ya aynı kaldığını veya iyileştiğini ifade etmişlerdir.<sup>[44]</sup> Benzer şekilde, Luttrull ve ark.'nın yaptıkları çalışmada 12 ayda lazer sonrası %85 gözde görme keskinliğinde stabilite veya düzelme, ayrıca DMÖ'de %96 gözde azalma olduğunu rapor ettiler. Çalışmalarında tekniğe bağlı belirgin bir yan etki görülmediğini ifade etmişlerdir.<sup>[45]</sup>

## Endpoint Management (EPM) Sistemi

Topcon, lazer uygulamalarında Endpoint management diye tanımlanan sistem geliştirmiştir. Bu yöntemde titrasyon seviyesi ile lazer enerjisi kontrol edilir ve özellikle düşük enerjili tedavilerde önemlidir. EPM lazer gücünü retinada zorlukla görülebilecek seviyeye kadar ayarlama ile başlar sonrasında doktor tedavi bölgesine gönderilecek lazer enerjisinin yüzdesini ayarlar. %100 seviyesi nominal olarak belirlenir. %120-170 enerji seviyesi belirgin yanıklarla karakterize iken, %50-70 enerji seviyesi OCT ve FFA ile görülebilen RPE ve FR yanıkları oluşturur. %30-50 enerji seviyesi RPE hasarı oluşturur ve OCT ve FFA ile görülemez ancak elektron mikroskobu ile görülebilir. EPM hem 532 nm hem de 577 nm lazer dalga boylarında hem DMÖ ve hem de PRP tedavisinde uygulanabilir. Lazer süresi 20

ms civarındadır.<sup>[46]</sup>

### Fokal Lazer Rehberi

Direkt lazer uygulaması mikroanevrizmalarda fokal olarak yapılırken, kalınlaşma gösteren durumlarda grid şeklinde yapılmaktadır. Mikroanevrizma durumlarında uygulanırken altında orta derece beyazlaşma olacak şiddette atım yapılır. İşlem genelde tek oturumda tamamlanır. Ancak, maküla bölgesinde yapılan lazerler zamanla genişleyip parasantral skotom, görme alanında eşik değerde yükselme, skar, subretinal fibrozis oluşturabilmekte ve sonuçta NV gelişebilmektedir.<sup>[47-50]</sup>

DMÖ tedavisinde ilk randomize ve çok merkezli çalışma ETDRS tarafından rapor edilmiştir. Lazer maküla içerisinde iki disk genişliğindeki alana uygulanmıştır. Foveaya yakın lezyonlarda görme 5/10 seviyesinin altındaysa ve retinal ödem stabil kalmaya devam ediyorsa fovea merkezinden 300 mikron kadar mesafeye yaklaşılabileceği ifade edilmiştir.<sup>[3]</sup>

DMÖ'nde PASCAL subthreshold fokal-grid lazer uygulamasının klasik lazere göre daha ideal bir metod olduğu rapor edilmiştir.<sup>[51]</sup> PASCAL DMÖ'nde kullanılmış ve sonuçlar OCT ve otofloresans (AF) ile değerlendirilmiştir. Zorlukla görülebilen 10 ms PASCAL lazerin elipsoid zonda olumlu etki oluşturduğu aksiyal ve lateral yanık yayılımının minimal olduğu gösterilmiştir. AF incelemelerinde, PASCAL uygulamalarında lazer atımının etkin olduğunu doğrulayan otofloresans içermeyen noktalar gösterdiği rapor edilmiştir.<sup>[52]</sup>

### Hafif Maküler Grid (HMG) Lazer Fotokoagülasyon

DMÖ'nde bir başka teknik düşük şiddette ve geniş boşluklu atımlar yapılmasıdır. Bu teknikte bazı atımlar sağlam retinaya da yapılmaktadır. Maküla üzerine atılan hafif atımlar teorik olarak retinaya daha az termal hasar vermekte Bruch membranını daha az bozmaktadır. Yaygın uygulanması oksijenasyonu düzeltmekte ve daha sağlıklı RPE gelişimine neden olmaktadır. Böylece tüm makülada fizyolojik düzelme sağlayacağına inanılmaktadır. DRCR.net yayınladığı bir çalışmada, bir grup hastaya modifiye ETDRS lazer uygulamış diğer gruba ise HMG tekniğini uygulamıştır. HMG tekniğinin 12 ay sonunda retinal kalınlığı azaltmada modifiye ETDRS lazer tekniğine göre daha az etkili olduğunu belirtmişler, buna karşılık görme keskinliğinde her iki grupta benzer sonuçların alındığını ifade etmişlerdir.<sup>[53]</sup>

DMÖ tedavisinde lazer uygulaması son yıllarda yerini intravitreal kortikosteroidler ve antiVEGF' lere bırakmakla birlikte fiyat, hasta uyumu ve enjeksiyon sayısının azaltılması için hala gündemdedir. Ancak, klasik lazer uygulamaları yerine subthreshold lazer veya selektif retinal terapi günümüzde daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yaygın iskemi sonucu PRP endikasyonu konulan olgularda PRP'nin inflamasyonu ve santral retinal kan akımını arttırarak maküler ödemi kötüleştirdiği ifade edilerek, ciddi nonproliferatif ve erken evre proliferatif DRP' ye sahip hastalarda fokal lazer ile PRP lazer tedavisinin kombine edilmesi önerilmektedir.<sup>[54]</sup> Son yıllarda DRCR.net grubunun yayınladığı protokol B raporunda DMÖ'nde 2 ve 3 yıllık izlemede fokal/grid lazer uygulamasının intravitreal triamsinolondan daha etkili olduğu rapor edilmiştir.<sup>[55,56]</sup> DMÖ tedavisinde son dekatta antiVEGF'lerin yoğun bir şekilde kullanılmasına karşın fokal/grid lazer hala ek tedavi olarak önemini korumaktadır. Destruktif hasar oluşturmaya karşın visyon kaybını önlemede ve uzun dönemde vizyonu korumada önemlidir.<sup>[3,57]</sup>

## KONVANSİYONEL LAZER İLE MULTİPATTERN LAZER KARŞILAŞTIRILMASI

Lazer tedavisi yapılırken yan etkiler, konfor ve etkinlik hem doktor ve hem de hasta için önem taşımaktadır. Klasik lazer sistemlerinde 100-500 mikron çapında, süresi 100-200 ms arasında değişen tek spot atımı söz konusudur. Lazer tedavisini tamamlama süresi sistemin özelliğine ve doktorun tecrübesine bağlı olarak değişmektedir. Standart lazerde tek tek atım yapmak hastada huzursuzluğa yol açtığı gibi çok zaman alması da sıkıcıdır. Bu nedenle total PRP'nu birkaç seansta tamamlamak birçok doktorun tercihidir. Tedavinin birkaç seansta yapılmasının bir diğer amacı da lazere bağlı gelişebilecek inflamatuvar cevabı azaltmaktır.

Son yıllarda PRP tedavisinin hızlı ve ağrısız bir şekilde yapılmasını sağlamak için pattern lazerler geliştirilmiştir. Pattern lazerlerden biri olan PASCAL'ın kullanım tercihini arttıran avantajları, foveal yanıklar için daha güvenli, uniform grid patern de daha elverişli olması, daha az ağrı ve görme alanı hasarlarına daha az neden olmasıdır.<sup>[16,58]</sup> Ayrıca, azalan tedavi süresi hasta-ne ve hasta maliyetini azaltmaktadır.<sup>[59]</sup>

Nagpal ve ark. yaptıkları bir çalışmada, konvansiyonel 532 nm lazer ile 532 nm PASCAL patern PRP tedavisini karşılaştırmışlar ve sonuçta daha az kollateral hasarı, buna karşılık retinopatide benzer regresyon olduğunu göstermişler. Daha az zaman alıp ve daha az ağırlı olduğunu da ifade etmişlerdir.<sup>[60]</sup>

Bir başka çalışmada, 20 ms PASCAL ile 100ms konvansiyonel PRP karşılaştırılmış ve konvansiyonel lazerin makülada 4 haftada daha fazla kalınlaşmaya neden olduğu ve 12 haftada maküler sinir lifi tabakasında daha fazla incelmeye yol açtığı rapor edilmiştir. PASCAL ile yapılan tedavide lazer yanıklarında minimal genişleme, retinopatide anlamlı regresyon olduğu ve görme üzerine olumsuz etkileri olmadığını belirtmişlerdir.<sup>[61]</sup>

PASCAL lazerin konvansiyonel lazerle karşılaştırılmasında etkinlik olarak benzer sonuçlar elde edildiği ayrıca daha çabuk ve daha rahat yapıldığı ifade edilmektedir. PASCAL uygulamasında gücün arttırılmasına karşın kümülatif enerjinin konvansiyonel lazere göre daha az olduğu belirtilmiştir.<sup>[39,62]</sup> Bununla birlikte etkilerinin benzer olduğunu belirten çalışmalar da mevcuttur. Ayrıca doktor açısından patern lazer daha konforlu olarak belirtilmiştir.<sup>[63]</sup> Bir başka çalışmada, Salman klasik PRP tedavisini PASCAL PRP tedavisi ile karşılaştırmış, sonuçta PASCAL tedavisini güvenli, hızlı ve etkili olarak bulmuştur. 30 uygulamada klasik lazerde lazer süresi 100ms, ortalama güç 215 mW ve ortalama spot sayısı 700 idi. Buna karşılık PASCAL'da süre 20 ms, ortalama güç 410 mW ve spot sayısı 1090 idi. Bu değerlerle, PASCAL ile yapılan lazer tedavisini daha başarılı olarak bulmuştur. PASCAL da başarı oranı 28/30 iken klasik lazerde 20/30 olmuştur.<sup>[64]</sup>

Chappelow ve ark. yüksek riskli PDR tedavisinde PASCAL tedavi etkinliğinin eşit sayıda lazer spotu kullanıldığında 6 ayda neovaskülarizasyonu kontrol etmede klasik argon lazere göre hem regresyon elde etmede ve hem de NV tekrarlama oranını önlemede daha az etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca stabilitenin de %20 ye karşılık %2 ile daha az olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek riskli PDR tedavisinde PASCAL ile klasik lazer ayardları kullanıldığında retinal NV gerilemesinde daha az

etkili olduğu, bu nedenle yüksek riskli PDR tedavisinde PASCAL patern lazer kullanılacaksa parametrelerin ayarlarının değiştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.<sup>[65]</sup>

Seymenoglu ve ark. yaptıkları karşılaştırmalı çalışmada PASCAL grubundaki hastaların daha çok enerji aldığını ve PASCAL'da ortalama 2885 spot kullanılmasına karşılık, klasik lazerde 1642 spot kullanılmıştır. PASCAL grubunda 12 aylık takipte NV' u azaltmada %14 başarısızlık görülürken klasik lazer grubunda %11 başarısızlık olmuştur. Ayrıca, vitreus hemorajisi, neovasküler glokom, retinal hemoraji ve koroidal dekolman PASCAL' da klasik lazere göre anlamlı şekilde fazla görülmüştür.<sup>[66]</sup>

Günümüzde PASCAL dışında birçok firma konvansiyonel lazerin yanı sıra pattern lazer üretimi de yapmaktadır.

## DIYABETİK RETİNOPATİ ve DMÖ TEDAVİSİNDE UYGULANAN LAZERLERİN YAN ETKİLERİ

### Ağrı

Ağrı, bazen peribulber, retrobulber anestezi yapılmayı gerektirebilir. Ağrıyı azaltmak için süreyi kısaltmak 3 ve 9 bölge- sindeki uzun posterior silier sinirlerden uzak durmak, tedaviyi birkaç seansa yaymak gerekir. Tedavi süresince korneayı nemli tutmak, lense fazla bastırmamak ve lense çevirirken epitel hasarı yapmayı engelleyecektir. Dalga boyu arttıkça ağrının da arttığı belirtilmiştir.<sup>[67]</sup>

### Maküler Ödem Gelişmesi veya Kötüleşmesi

Maküla ödemi olan hastalarda PRP maküler ödemi daha da kötüleştirmektedir. Bununla birlikte, Meyer, maküler ödemim haftalar aylar sonra düzeldiğini ve görme keskinliğinin başlangıç seviyelerine döndüğünü göstermiştir.<sup>[68]</sup> McDonald ise yaptığı çalışmada 175 gözü 15 ay takip etmiş ve gözlerin %43 kadarında MÖ'de artışı bulmuş ve bunların %27 kadarı kalıcı olduğunu ifade etmiştir.<sup>[69]</sup>

Lazere bağlı oluşabilecek maküler ödemi azaltmak için tedaviyi seanslara bölmek gerekiyor. DRCR.net tarafından yayınlanan bir raporda ciddi NPDRP ve erken PDRP hastalarda tek oturum ve bölerek yapılan lazer tedavi yöntemlerini karşılaştırmış ve görme keskinliğinin ve OCT değişimlerinin paralellik gösterdiğini, sonuçta, tek seansta veya 4 seansta lazer yapılmasının etki bakımından farklı olmadığı belirtilmiştir.<sup>[70]</sup> Ayrıca, DRCR.net maküler ödemi olan ve görmesi 20/320 olan hastalarda 0,5 mg Ranizibumab (RAN), 4 mg intravitreal triamsinolon (İVTA) ve sham uygulaması yapmış, ilaveten tüm hastalarda fokal/grid lazer ve PRP yapılmış. Sonuçta RAN ve İVTA alan hastalarda görme keskinliği ve MÖ' in daha fazla düzeldiğini göstermişlerdir.<sup>[71]</sup>

PRP'un önemli komplikasyonlarından biri de görme alanı kaybıdır. ETDRS rapor 9' da lazer yapılan hastalarda görme alanı kaybının yapılmayanlara göre belirgin olarak fazla olduğunu belirtilmiştir.<sup>[38]</sup> Yapılan bir başka çalışmada, PRP sonrası 2 haftada oluşan görme alanı kaybının 4.ayda da stabilitesini koruduğu ifade edilmiştir.<sup>[72]</sup>

Çeşitli yayınlarda PRP sonrası 12.ayda renkli görmede bozulma olduğunu belirtilmiştir.<sup>[38,73]</sup>

PRP sonrası önemli bir fonksiyon kaybı da gece görme zorludur. Lazer öncesi 35 hastanın %31 kadarında gece araba kul-

lanma zorluğu varken lazer sonrası bu oran %69 seviyelerine yükselmiştir. Benzer şekilde iç ortamlarda düşük ışıktaki zorluk çekme oranı %26 iken lazer sonrası %86 olmuştur.<sup>[74]</sup> Bir başka komplikasyon olarak yayınlanan küçük bir seride kontrast sensitivitede bozulmanın olduğu bildirilmiştir.<sup>[75]</sup>

### Koroidal Komplikasyonlar

Lazer sonrası koroid efüzyonu, dekolman, ön kamarada daralma olabilir ve açı kapanması glokomu ortaya çıkabilir. Bununla birlikte sekelsiz birkaç günde tedavi gerektirmeden de düzelme olabilmektedir. Bazen geçici miyopi ve akomodasyon bozukluğu da oluşabilmektedir.<sup>[76,77]</sup>

### Diğer Komplikasyonlar

Lazere bağlı gelişebilen diğer komplikasyonlar maküler hasar, lenste hasar, koriokapiller kanama, subretinal fibrozis, bruch membranında çatlaklar ki bu komplikasyon gelecekte koroidal NV'a neden olabilmektedir. Koroidal NV juxtafoveal olunca fonksiyon kaybı daha fazla olmakta buna karşılık ex-tafoveal olanlar daha iyi prognoza sahiptir. Geniş spot boyutu düşük enerji uygulaması bu komplikasyondan kısmen korunmayı sağlamaktadır.<sup>[78]</sup>

## SONUÇ

Sonuç olarak, lazer fovea merkezini tutmayan DMÖ ve PDR tedavisinde hala geçerli ve uygun bir tedavi seçeneğidir. Günümüzde santrali tutan ödemlerde farmakolojik tedaviler daha ön planda ve yaygın olarak kullanılmakla birlikte, santrali tutan DMÖ' de, lazer tedavisi farmakolojik tedavi ihtiyacını geciktirmek, enjeksiyon sayısını azaltmak ve klinik bulgularda stabiliteyi sağlamak için yardımcı tedavi olarak önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- 1- American Diabetes Association. ADA Fast Facts March 2013.
- 2- Bhagat N, Grigorian RA, Tutela A, Zarbin M A. Diabetic macular edema: pathogenesis and treatment. Surv Ophthalmol, 2009; 54(1): 1-32.
- 3- Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. Photocoagulation for diabetic macular edema. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study report number 1. Arch Ophthalmol.1985;103(12):1796-1806.
- 4- Blumenkranz MS, Yellachich D, Andersen DE, Wiltberger MW, Mordant D, Marcellino GR, et al. Semiautomated patterned scanning laser for retinal photocoagulation. Retina. 2006;26:370-6.
- 5- Flaxel C, Bradle J, Acott T, Samples JR. Retinal pigment epithelium produces matrix metalloproteinases after laser treatment. Retina 2007;27(5):629-634.
- 6- Ockrim Z, Yorston D. Managing diabetic retinopathy. BMJ 2010;341:c5400.
- 7- Budzynski E, Smith JH, Bryar P, et al. Effects of photocoagulation on intraretinal PO2 in Cat. Investigative Ophthalmology & Visual Science 2008;49(1):380-389.
- 8- The Diabetic Retinopathy Study Research Group. Preliminary report on effects of photocoagulation therapy. Am J Ophthalmol 1976;81(4):383-396.
- 9- Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. Early photocoagulation for diabetic retinopathy. ETDRS report number 9. Ophthalmology. 1991;98(5 Suppl):766-785.
- 10- Weiter JJ, Zuckerman R. The influence of the photoreceptor-RPE complex on the inner retina: an explanation for the beneficial effects of photocoagulation. Ophthalmology 1980;87(11): 1133-1139.
- 11- Bresnick GH. Diabetic maculopathy. A critical review highlighting diffuse macular edema. Ophthalmology, 1983; 90(11):1301-1317.
- 12- Gottfredsdottir MS, Stefansson E, Jonasson F, Gislason I. Retinal vasoconstriction after laser treatment for diabetic macular edema. Am J Ophthalmol, 1993; 115(1): 64-67.
- 13- Stefansson E. The therapeutic effects of retinal laser treatment and vitrectomy. A theory based on oxygen and vascular physiology. Acta Ophthalmol

Scand, 2001;79(5): 435-440.

14- Wilson DJ, Finkelstein D, Quigley HA, Green WR. Macular grid photocoagulation. An experimental study on the primate retina. *Arch Ophthalmol*, 1988;106(1):100-105.

15- Wilson AS, Hobbs BG, Shen WY, et al. Argon laser photocoagulation-induced modification of gene expression in the retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2003;44(4):1426-1434.

16- Binz N, Graham CE, Simpson K, et al. Long-term effect of therapeutic laser photocoagulation on gene expression in the eye. *FASEB J*. 2006;20(2):383-385.

17- Wells JA, Glassman AR, Ayala AR, Jampol LM, Bressler NM, Bressler SB, et al. Diabetic Retinopathy Clinical Research Network. Aflibercept, Bevacizumab, or Ranibizumab for Diabetic Macular Edema: Two-Year Results from a Comparative Effectiveness Randomized Clinical Trial. *Ophthalmology*. 2016;123(6):1351-9.

18- Ober MD, Hariprasad SM. Retinal Lasers: Past, Present, and Future. *Retinal Physician* 2009; 36-39.

19- Beetham WP, Aiello LM, Balodimos MC, Koncz L. Rubylaser photocoagulation of early diabetic neovascular retinopathy: Preliminary report of a long-term controlled study. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1969;67:39-67.

20- L'Esperance FA, Jr. An ophthalmic argon laser photocoagulation system: design, construction, and laboratory investigations. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1968; 66: 827-904.

21- Bressler SB. Does wavelength matter when photocoagulating eyes with macular degeneration or diabetic retinopathy? *Arch Ophthalmol* 1993;111(2):177-180.

22- Randomized comparison of krypton versus argon scatter photocoagulation for diabetic disc neovascularization. The Krypton Argon Regression Neovascularization Study report number 1. *Ophthalmology* 1993;100(11):1655-1664.

23- Bandello F, Brancato R, Trabucchi G, et al. Diode versus argon-green laser panretinal photocoagulation in proliferative diabetic retinopathy: A randomized study in 44 eyes with a long follow-up time. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1993;231(9):491-494.

24- Kulkarni GR. Laser-tissue interaction studies for medicine. *Bulletin of Material Sciences* 1988; 11: 239-44.

25- Dyer DS, Bressler SB, Bressler NM. The role of laser wavelength in the treatment of vitreoretinal diseases. *Curr Opin Ophthalmol* 1994; 5: 35-43.

26- Lock J H, Fong K C S. Retinal Laser Photocoagulation *Med J Malaysia* 2010;65(1): 88-95.

27- Balles MW, Puliafito CA, D'Amico DJ, Jacobson JJ, Birngruber R. Semiconductor diode laser photocoagulation in retinal vascular disease. *Ophthalmology* 1990; 97: 1553-61.

28- Mainster MA. Wavelength selection in macular photocoagulation. Tissue optics, thermal effects, and laser systems. *Ophthalmology*. 1986;93(7):952-958.

29- Diabetic Retinopathy Clinical Research Network, Wells JA, Glassman AR, Ayala AR, Jampol LM, Aiello LP, Antoszyk AN, et al. Aflibercept, bevacizumab, or ranibizumab for diabetic macular edema. *N Engl J Med*. 2015; 267(13):1193-203.

30- Neubauer AS, Langer J, Liegl R, Haritoglou C, Wolf A, Kozak I, et al., authors. Navigated macular laser decreases retreatment rate for diabetic macular edema: A comparison with conventional macular laser. *Clin Ophthalmol*. 2013;7:121-8.

31- Kernt M, Cheuteu R, Vounotrypidis E, Haritoglou C, Kampik A, Ulbig MW, et al., authors. Focal and panretinal photocoagulation with a navigated laser (NAVILAS®). *Acta Ophthalmol*. 2011;89:e662-4.

32- Chhablani J, Mathai A, Rani P, Gupta V, Arevalo JF, Kozak I, authors. Comparison of conventional pattern and novel navigated panretinal photocoagulation in proliferative diabetic retinopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014;55:3432-8.

33- Kernt M, Ulbig M, Haritoglou C. Combination of ranibizumab and navigated retinal photocoagulation vs ranibizumab mono-therapy for diabetic macular oedema: Twelve month results. 2013. Seattle, Washington: The Association for Research in Vision and Ophthalmology.

34- Barteselli G, Kozak I, El-Emam S, Chhablani J, Cortes MA, Freeman WR. 12-month results of the standardised combination therapy for diabetic macular oedema: Intravitreal bevacizumab and navigated retinal photocoagulation. *Br J Ophthalmol*. 2014;98:1036-41.

35- Kozak I, Kim JS, Oster SF, et al. Focal navigated laser photocoagulation in retinovascular disease: clinical results in initial case series. *Retina*.

2012;32(5):930-935.

36- Kozak I, Oster SF, Cortes MA, et al. Clinical Evaluation and Treatment Accuracy in Diabetic Macular Edema Using Navigated Laser Photocoagulator NAVILAS. *Ophthalmology*. 2011;118(6):1119-1124.

37- Jain A, Collen J, Kaines A, Hubschman JP, Schwartz S. Short-duration focal pattern grid macular photocoagulation for diabetic macular edema: four-month outcomes. *Retina*, 2010; 30(10): 1622-1626.

38- Sivaprasad S, Elagouz M, McHugh D, Shona O, Dorin G. Micropulsed diode laser therapy: Evolution and clinical applications. *Surv Ophthalmol*. 2010;55:516-30.

39- Vujosevic S, Bottega E, Casciano M, Pilotto E, Convento E, Midena E. Microperimetry and fundus autofluorescence in diabetic macular edema: subthreshold micropulse diode laser versus modified early treatment diabetic retinopathy study laser photocoagulation. *Retina*. 2010;30(6):908-916.

40- Lavinsky D, Cardillo JA, Melo LA, et al. Randomized clinical trial evaluating mETDRS versus normal or high-density micropulse photocoagulation for diabetic macular edema. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52(7):4314-4323.

41- Akduman L, Olk RJ. Subthreshold (invisible) modified grid diode laser photocoagulation in diffuse diabetic macular edema (DDME). *Ophthalmic Surgery and Lasers*. 1999; 30(9):706-714.

42- Gao X, Xing D. Molecular mechanisms of cell proliferation induced by low power laser irradiation. *Journal of Biomedical Science*, 2009; 16(1):article 4.

43- Luttrull JK, Dorin G. Subthreshold diode micropulse laser photocoagulation (SDM) as invisible retinal phototherapy for diabetic macular edema: A review. *Current Diabetes Reviews* 2012;8(4):274-284.

44- Friberg TR, Karatza EC. Treatment of macular disease using a micropulsed and continuous wave 810-nm diode laser. *Ophthalmology*, 1997;104(12):2030-2038.

45- Luttrull JK, Musch DC, Mainster MA. Subthreshold diode micropulse photocoagulation for the treatment of clinically significant diabetic macular oedema. *Br J Ophthalmol* 2005; 89(1):74-80.

46- Lavinsky D, Sramek C, Wang J, Huie P, Dalal R, Mandel Y, et al. Sub-visible retinal laser therapy: Titration algorithm and tissue response. *Retina*. 2014;34:87-97.

47- Lövestam-Adrian M, Agardh E. Photocoagulation of diabetic macular oedema: Complications and visual outcome. *Acta Ophthalmol Scand* 2000;78(6):667-671.

48- Guyer DR, D'Amico DJ, Smith CW. Subretinal fibrosis after laser photocoagulation for diabetic macular edema. *Am J Ophthalmol*, 1992;113(6): 652-656.

49- Han DP, Mieler WF, Burton TC. Submacular fibrosis after photocoagulation for diabetic macular edema. *Am J Ophthalmol*, 1992; 113(5): 513-521.

50- Schatz H, Madeira D, McDonald HR, Johnson RN. Progressive enlargement of laser scars following grid laser photocoagulation for diffuse diabetic macular edema. *Arch Ophthalmol*, 1991;109(11): 1549-1551.

51- Muqit MM, Gray JC, Marcellino GR, Henson DB, Young LB, Patton N, et al., In vivo laser-tissue interactions and healing responses from 20- vs 100-millisecond pulse Pascal photocoagulation burns. *Arch Ophthalmol*. 2010;128:448-55.

52- Muqit MM, Gray JC, Marcellino GR, Henson DB, Young LB, Patton N, et al. Barely visible 10-millisecond pascal laser photocoagulation for diabetic macular edema: Observations of clinical effect and burn localization. *Am J Ophthalmol*. 2010;149:979-986.e2

53- Fong DS, Strauber SF, Aiello LP, Beck RW, Callanan DG, Danis RP, et al. Comparison of the modified Early Treatment Diabetic Retinopathy Study and mild macular grid laser photocoagulation strategies for diabetic macular edema. *Arch Ophthalmol*, 2007;125(4): 469-480.

54- Ferris F. Early photocoagulation in patients with either type I or type II diabetes. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 1996;94:505-537.

55- Diabetic Retinopathy Clinical Research Network. A randomized trial comparing intravitreal triamcinolone acetonide and focal/grid photocoagulation for diabetic macular edema. *Ophthalmology*, 2008;115(9):1447-1459.e10.

56- Beck RW, Edwards AR, Aiello LP, et al. Three-year followup of a randomized trial comparing focal/grid photocoagulation and intravitreal triamcinolone for diabetic macular edema. *Archives of Ophthalmology*, 2009; 127(3):245-251.

57- Chew EY, Ferris III FL, Csaky KG, et al. The long-term effects of laser photocoagulation treatment in patients with diabetic retinopathy. *Ophthalmology* 2003;110(9):1683-1689.

58- Al-Hussainy S, Dodson PM, Gibson JM. Pain response and follow-up of patients undergoing panretinal laser photocoagulation with reduced exposure times. *Eye* 2008;22:96e9.

59- Sanghvi C, McLauchlan R, Delgado C, Young L, Charles SJ, Marcellino GR, Stanga PE. Initial experience with the PASCAL Photocoagulator- a pilot study of 75 procedures. *Br J Ophthalmol* 2008; 92:1061-1064.

60- Nagpal M, Marlecha S, Nagpal K. Comparison of Laser Photocoagulation for Diabetic Retinopathy using 532-nm Standard Laser versus multispot Pattern Scan Laser. *Retina* 2010; 30(3): 453-458.

61- Muqit MMK, Marcellino GR, Henson DB, Fenerty CH, Stanga PE. Randomized clinical trial to evaluate the effects of Pascal panretinal photocoagulation on macular nerve fiber layer: Manchester Pascal Study report 3.

62- Romo-Garcia E, Velez-Montoya R, Guerrero-Naranjo J, Jimenez-Sierra J, Fromow-Guerra J, Quiroz-Mercado H, Morales-Cantón V. Pattern Scan Laser Photocoagulation: Safety and Complications, Experience After 1301 Consecutive Cases. *Br J Ophthalmol* 2010; 94:720-724.

63- Muqit MM, Marcellino GR, Henson DB, Young LB, Patton N, et al. Single-session vs multiple-session pattern scanning laser panretinal photocoagulation in proliferative diabetic retinopathy: The Manchester Pascal Study. *Arch Ophthalmol* 2010;128(5): 525-533.

64- Salman AG. Pascal laser versus conventional laser for treatment of diabetic retinopathy. *Saudi J Ophthalmol* 2011 Apr;25(2):175-179.

65- Chappelov AV, Tan K, Waheed NK, Kaiser PK. Panretinal photocoagulation for proliferative diabetic retinopathy: pattern scan laser versus argon laser. *Am J Ophthalmol* 2012;153(1): 137-142.

66- Seymenoglu RG, Ulusoy MO, Başer EF. Safety and efficacy of panretinal photocoagulation in patients with high-risk proliferative diabetic retinopathy using pattern scan laser versus conventional YAG laser Kaohsiung Journal of Medical Sciences (2016); 32: 22e26

67- Deschler EK, Sun JK, Silva PS. Side-Effects and Complications of Laser Treatment in Diabetic Retinal Disease. *Seminars in Ophthalmology*, 2014; 29(5-6): 290-300.

68- Meyers SM. Macular edema after scatter laser photocoagulation for proliferative diabetic retinopathy. *AJOPHT* 1980; 90(2):210-216.

69- McDonald HR, Schatz H. Visual loss following panretinal photocoagulation for proliferative diabetic retinopathy. *Ophthalmology* 1985;92(3):388-393.

70- Network DRCR. Observational study of the development of diabetic macular edema following panretinal (scatter) photocoagulation given in 1 or 4 sittings. *Arch Ophthalmol* 2009;127(2):132.

71- Network DRCR. Randomized trial evaluating short-term effects of intravitreal ranibizumab or triamcinolone acetonide on macular edema following focal/grid laser for diabetic macular edema in eyes also receiving panretinal photocoagulation. *Retina* 2011;31(6):1009.

72- Henricsson M, Heijl A. The effect of panretinal laser photocoagulation on visual acuity, visual fields and on subjective visual impairment in preproliferative and early proliferative diabetic retinopathy. *Acta Ophthalmologica* 1994;72(5):570-575.

73- Birch J, Hamilton AM. Xenon arc and argon laser photocoagulation in the treatment of diabetic disc neovascularization: Part 2. Effect on colour vision. *Trans Ophthalmol Soc UK* 1981;101(1):93-99.

74- Russell PW, Sekuler R, Fetkenhour C. Visual function after pan-retinal photocoagulation: A survey. *Diabetes Care* 1985; 8(1):57-63.

75- Lövestam-Adrian M, Svendenius N, Agardh E. Contrast sensitivity and visual recovery time in diabetic patients treated with panretinal photocoagulation. *Acta Ophthalmol Scand* 2000;78(6):672-676.

76- Yuki T, Kimura Y, Nanbu S, et al. Ciliary body and choroidal detachment after laser photocoagulation for diabetic retinopathy: A high-frequency ultrasound study. *Ophthalmology* 1997;104(8):1259-1264.

77- Zamir E, Anteby I, Merin S. Choroidal effusion causing transient myopia after panretinal photocoagulation. *Arch Ophthalmol* 1996;114(10):1284-1285.

78- Lewis H, Schachat AP, Haimann MH, et al. Choroidal neovascularization after laser photocoagulation for diabetic macular edema. *Ophthalmology* 1990;97(4):503-10, discussion 510-511.



### Prof. Dr. Hidayet ERDÖL

1988 yılında İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesinden mezun oldu. 1995 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları ihtisasını tamamladı. Aynı bölümde 2011 yılında Profesör oldu. Göz hastalıkları alanında medikal ve cerrahi retina başlıca ilgi alanı olup, nörooftalmoloji ile de ilgilenmektedir. Yabancı dil İngilizcedir. Hobileri, Elektronik cihazlar tamir bakım, bilgisayar donanım ve yazılım, ve doğa fotoğrafları çekmektir. Halen KTÜ Tıp Fakültesinde görevini sürdürmektedir.