

# Lazere Giriş ve Genel Bilgiler

## Introduction to Laser and General Information

Erol Koç, Didem Dinçer

Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Deri ve Zührevi Hastalıklar Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

### Özet

'Lazer' terimi İngilizce 'light amplification by stimulated emission of radiation' kelimelerinin baş harflerinden meydana gelmektedir. 1959 yılında Maiman tarafından geliştirilen, pratikteki ilk lazer Ruby kristal lazerdir. Akabinde diğer lazer sistemlerinin medikal ve diğer uygulamalarda kullanımı yılları içerisinde artmıştır. Lazer teknolojileri geliştikçe, dermatolojideki klinik uygulamaları da artmaya devam edecektir. Bu kapsamda; hastalarımızı lazerle tedavi ederken daha etkili ve güvenilir sonuçlar almak istiyorsak lazerlerin çalışma mekanizmasını ve hangi çeşit lazerlerin tedavide uygun olduğunu bilmemiz iyi olacaktır. Bu derlemede; biz lazerler hakkında genel bilgi, çalışma prensipleri, foto-biyolojik etkileri ve lazer tipleri gibi tedavide önemli olabilecek bilgileri paylaşacağız. (Türkderm 2012; 46 Özel Sayı 1: 2-6)

**Anahtar Kelimeler:** Lazer, giriş

### Summary

The term 'laser' is an acronym for 'light amplification by stimulated emission of radiation'. A ruby crystal laser was the first practical laser developed by Maiman in 1959. Then, other laser systems have taken decades to enhance for use in medical and other applications. As long as the laser technology gets improvement, the clinical applications in dermatology will also continue to increase.

Within this framework; if we want to gain more effective and reliable results while treating our patients with lasers, we had better learn how lasers work and what kinds of lasers are available for our patients. In this article, we will share some information about lasers which may be crucial for their use in our treatments, such as general information, working principles, photo-biological effects and types of lasers. (Türkderm 2012; 46 Suppl 1:2-6)

**Key Words:** Laser, introduction

### Lazere Giriş, Genel Bilgiler

Lazer, İngilizce 'Light Amplification by the Stimulated Emission Of Radiation' kelimelerinin baş harflerinin kısaltmasından oluşan bir terim olup, uyarılmış radyasyonun yoğunlaştırılması ile güçlendirilmiş ışık demetini ifade etmek için kullanılmaktadır<sup>1,2,3</sup>. Lazer ışık demetleri, medikal ve cerrahi özellikleri ile günümüzde birçok hastalığın tanı ve tedavisinde yer almaktadır. Ayrıca çeşitli hastalıklarda birçok yeni tekniğin geliştirilmesine de öncü olmuş ve olmaya devam etmektedir<sup>4</sup>.

Bu derlemede; her geçen gün önemi ve kullanım alanı artan lazerler hakkında genel bilgiler tedavide kullanılan temel kavramlar, çalışma prensibi, tedavi amaçlı kullanımında foto-

biyolojik etkileri, lazer-doku etkileşimi, dermatolojik tedavide kullanılan lazer tipleri üzerinde durulacaktır.

Lazer teknolojisinin kutanöz lezyonlarda ilk kullanımını 1959'lu yıllarda başlamış buna karşın lazer prensip ve kavramları Einstein tarafından kuantum teorisinin bir parçası olarak 1900'ü yıllarda ilk kez ortaya koyulmuştur. Bu teoride atomların ve moleküllerin ilişkisini elektromanyetik enerji, bir başka deyişle enerjinin spontan absorpsiyonu ve yayılımı ile açıklanmaya çalışılmıştır.<sup>5</sup> Dermatolojide ilk kullanılan lazer tipi, Maiman tarafından geliştirilen ve 694-nm dalga boyunda, kırmızı ışığı üreten Ruby lazerdir. 1963 yılından itibaren Dr. Leon Gold ise Ruby lazerin birçok kutanöz patolojide kullanımına olanak sağlamıştır. Daha sonra lazer sistemlerinde gelişmeler hız kazanmış ve farklı

**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Dr. Erol Koç, Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Deri ve Zührevi Hastalıklar Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye  
E-posta: ekoc@gata.edu.tr

Türkderm-Deri Hastalıkları ve Frengi Arşivi Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır.  
Türkderm-Archives of the Turkish Dermatology and Venereology, published by Galenos Publishing.

özelliklere sahip yeni lazer sistemleri üretilmeye başlanmıştır; 1964 yılında karbon dioksit ve Nd:YAG lazer, 1966 yılında dye lazer, 1975 yılında excimer lazer, 1981 yılında copper vapor lazer, 1982 yılında gold vapor lazer, 2004 yılında nonablatif fraksiyonel lazerler, 2007 yılında ablatif fraksiyonel lazerler üretilmiştir. Dermatolojide lazerin tarihçesi Tablo 1'de özetlenmektedir.

## Lazerde Temel Kavramlar

Lazerin doku üzerindeki etkisini anlamak için ışık dalga boyu, enerji dansitesi, ışının çapı, uygulama süresi ve aralıkları, dokunun optik

**Tablo 1. Dermatolojide lazerin tarihçesi**

1917 Einstein; kuantum teorisi
1954 Gordon, Zeiger ve Townes; ilk MASER (Uyarılarak yayılan radyasyonun mikrodalga amplifikasyonu) kavramı
1958 Townes ve Schawlow; "Kızılötesi ve Optik MASERLER"
1960 Maiman; ilk Ruby lazer
1961 Javan, Bennett ve Herriott; HeNe lazeri
1962 Bennet; Argon lazer
1964 Patel; CO <sub>2</sub> lazer
1964 Townes, Basov ve Prokhorov; Nobel Fizik ödülü
1964 Goldman ve ark.; Ruby lazerin nevus ve melanomlar üzerindeki ilk sonuçları
1966 Sorokin ve Lankard; Dye lazer
1968 Goldman; Argon lazer ile ilk kez vasküler lezyonlar üzerinde çalışmalar
1970 Basov ve ark.; ilk Excimer (Xe2) lazer
1981 Schawlow; Fizik Nobel ödülü
1983 Anderson ve Parrish; selektif fototermoliz prensibi
1983 Strempele; pulse dye lazer (PDL) ile nevus flammeus tedavisi
1989 Kaufmann ve Hibst; Er: YAG lazer ile yeni ablatif uygulamalar
1989 Q anahtarlı lazer; tatuaj çıkartma uygulamaları
1991 Fitzpatrick ve ark.; klinik kullanımda pulse CO2 lazerlerin kullanımı
1996 Non-ablatif lazer tekniğinin akne skarlarında kullanımı
1997 Pulse alexandriate ve pulse diode lazerin lazer epilasyonda kullanımı
1999 FDA; topikal ALA ve mavi ışık tedavisinin aktinik keratoz tedavisinde onayı
2002 Radyofrekansın cilt yenilemede kullanımı
2004 Fraksiyonel termoliz kullanılmaya başlanması

**Tablo 2. Dermatolojide kullanılan lazer terimleri**

Terim	Anlamı	Birimi
Enerji	İş ve enerjinin temel birimi	Joule (J)
Güç	Birim zamanda verilen enerji	Joule/saniye (Watt) (W)
Enerji akımı (Fluens)	Birim yüzeye verilen enerji	J/cm <sup>2</sup>
Güç yoğunluğu (Irradians)	Birim yüzeye verilen güç	W/cm <sup>2</sup>
Atım süresi	Lazer ışınına maruz kalınan süre	saniye (s)
Spot büyüklüğü	Lazer ışınının çapı	Mm
Kromofor	Işığı absorbe eden maddeler	
Termal gevşeme zamanı	Isınan dokunun mevcut ısısının yarısını kaybetmesi için gereken süre	saniye (s)

özellikleri gibi bazı kavramlar önem taşır. Bu kavramlar aşağıda kısaca özetlenmeye çalışılmıştır<sup>3,5</sup>.

**Enerji Akımı (Fluens= $j/cm^2$ ):** Birim alana düşen enerji miktarıdır. Birçok lazer sistemi birim alan ölçütü olarak  $cm^2$  kullanır. Dolayısı ile enerji akımı güç veya enerji yoğunluğu olarak da adlandırılır<sup>3,6,7</sup>.

**Enerji Dansitesi (Irradians= $w/cm^2$ ):** Deride belli bir alana verilen güçtür<sup>3</sup>. Enerji dansitesi, dokuyu kesme, buharlaştırma ve/veya koagüle etme kapasitesini gösterir. Yüksek enerji dansitesine dokuyu keserken, düşük enerji dansitesine ise dokuyu koagüle ederken ihtiyaç duyulur<sup>5</sup>.

**Spot Büyüklüğü (Işın Çapı= $mm$ ):** Lazer spot büyüklüğü lazer ışık demetinin enine kesitine eşittir ve direkt olarak birim alana düşen enerji miktarını (akım) ve enerji dansitesi etkiler<sup>3,8</sup>. Enerji akımı ve enerji dansitesi, spot büyüklüğünün yarıçapının karesi ile ters orantılıdır. Spot büyüklüğü yarılanınca enerji yoğunluğu ve güç yoğunluğu 4 katı kadar artar. Spot büyüklüğü aynı zamanda klinik olarak deride lazer ışığının dağılımı açısından da önem taşır. Daha küçük spot büyüklüğü deride daha fazla ışık yayılımına izin verir. 7-10 mm arasındaki spot büyüklüğü, orta dermis veya daha derin hedeflere maksimum penetrasyonda gereklidir. 10-12 mm den sonra ise bu penetrasyon artışı durur<sup>8</sup>.

**Pals (Atım) Süresi ( $\mu s$  veya  $ms$ ):** Lazer ışığı sürekli dalgalar veya pulse dalgalar oluşturabilirler. Sürekli dalgalar veren lazerler sabit ışık demetleri yayarak selektif olmayan doku hasarına neden olabilirler. Lazer ışık demetlerine maruz kalma süresi doğacak lazer enerjinin oranını belirler. Pulse atım yapan lazer ise daha selektif doku hasarına izin verir<sup>8</sup>. Yeni lazer sistemlerinin gelişmesi ile çok daha kısa süreli atımlar ile selektiviteyi ve spesifiteyi artırmak mümkündür<sup>3,7</sup>.

**Termal Gevşeme Zamanı (TGZ):** Lazer ışığı hedef doku tarafından absorbe edildiği zaman, ısı kaybı hızlı bir şekilde tüm komşu dokulara iletilerek gerçekleştirilir. Bu durum termal gevşeme süresi olarak adlandırılmaktadır. TGZ hedef yapının büyüklüğü ile ilişkili olarak değişiklik göstermektedir<sup>9</sup>. Dermatolojide kullanılan lazer terimleri Tablo 2'de özetlenmektedir.

## Lazer Prensipleri

Lazer ışığı diğer ışıklardan birçok yönüyle farklıdır. Lazer ışığı diğer ışıkların aksine aynı dalga boyunda ve monokromatik (sadece tek bir renkten oluşan) özelliğindedir<sup>3,6,9,10</sup>. Lazer ışığının monokromatik özelliğe olması lazer teknolojisinin klinik uygulamalarda kullanılmasında büyük öneme sahiptir çünkü kutanöz kromoforlar selektif olarak değişik dalga boylarında emilime uğrarlar<sup>8</sup>. Kromoforlar deriye renk veren ve belli dalga boylarındaki ışığı emen atom grubudur ve derinin bilinen en önemli kromoforları hemoglobin, melanin, su ve karotendir<sup>3,9</sup>. Spesifik dalga boyları penetre oldukları dokuyu etkiler. Kromoforların derinliği ve spesifik

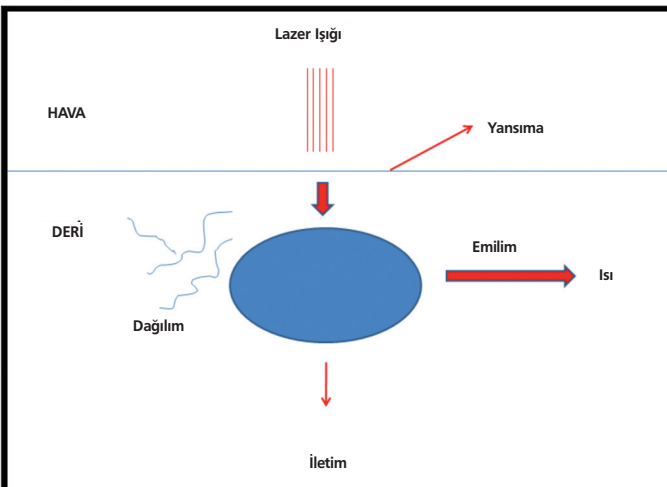
dalga boylarının kromoforlar tarafından absorpsiyonunun klinik uygulamalarda dikkate alınması gerekir<sup>8</sup>. Lazer ışığı aynı zamanda her yere dağılabilen ve konvansiyonel ışık kaynaklarının tersine birbirine paralel olarak yol alabilen ışık demetlerine (kolimasyon=tek yön) sahiptir. En önemli özelliği ise bu ışık demetlerinin birbirleriyle aynı fazda hareket etmesidir (kohorens=eş evreli). Ek olarak lazer ışığı yüksek enerjili ve yoğunudur, kohorent kaynak olmayan ışıklara göre oldukça küçük noktada odaklanabilme özelliğine sahiptir. Yansıyabilme, dokudan geçebilme ve dokuda emilebilme özellikleri de vardır<sup>3,6,8,10</sup>.

Lazer enerjisi lazer kavitesi içinde üretilir. Lazer kavitesinin temel bileşenleri: 1) Güç kaynağı (flashlamp, doğru akım elektrik enerjisi) 2) Lazer ortamı (katı, sıvı veya aktif ortam) 3) Optik kavite veya tüp (rezonatör) 4) Dağıtım sistemleri (Tüp içinde kısmen yansıyan ışınları hedef dokuya taşıyan fleksible veya düz fiberoptik sistemler<sup>3,8,10</sup>. Lazer sistemleri bu bölümler sayesinde ışık kaynağından çıkan ışınları belli bir tüpte biriktirmek sureti ile güçlendirerek belli bir noktaya yönlendirebilirler<sup>3,7</sup>.

### Lazer-Doku Etkileşimi

Işık doku ile dört yoldan etkileşebilir. Dokudan geçebilir (transmisyon), dışarıya yansıyabilir (refleksiyon), doku içinde dağılılabılır veya dokudan emilebilir (absorpsiyon) (Şekil 1)<sup>3,8,10</sup>.

Bu etkileşimler içinde sadece lazer ışığının dokudan emilmesi dokuda istenen etkiyi yaratabilir<sup>2,3,7,8</sup>. Işığın dalga boyu, enerji miktarı ve atım süresi değiştirilerek melanin, hemoglobinin, su veya kollajen gibi hedef moleküller üzerine selektif olarak etki etmesi sağlanabilir. Eğer dokuda yeterli emilim yoksa lazere bağlı etki de olmayacaktır<sup>11</sup>. Transmisyon (dokudan geçme), ışık herhangi bir etki yaratmadan dokuyu geçer. Yansımada ise eğer yüksek yoğunluklu ışık oluşur ise dokuda istenmeyen hasar oluşabilir (Örn; yanlış ışın nedeniyle kornea hasarı). Lazer ışığının ise yaklaşık olarak %4-7'si yansıyıp uçar<sup>8</sup>. Doku lazer ışığını absorbe ettikçe, dokuda termal hasara yol açan ısı enerjisi üretilir. Selektif bir absorpsiyon lazer tedavisinde önemli rol oynar. Eğer enerji absorpsiyonunun oranı yavaş ise termal enerji üretilir, enerji absorpsiyonunun oranı hızlı ise, patlayıcı mekanik bozulmaya yol açan şok dalgalar üretilir. Termal enerji üretildiğinde hedef dokuda lazer ışığının maruziyeti süresi uzarsa, daha fazla üretilen ısı çevre dokulara nüfuz olacaktır. Bundan dolayı etkili ve güvenilir bir tedavi için uygun dalga boyu, akım ve atım süresi selektif etki (selektif foto-termoliz) için önem



Şekil 1. Lazer ışığının doku ile etkileşiminde izleyebileceği yollar

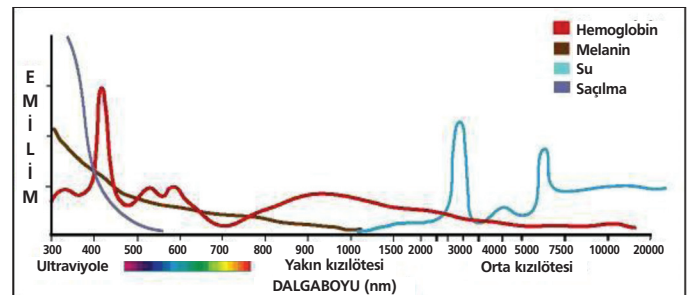
taşımaktadır. Absorbe edilen her bir dalga boyunun her bir hedef doku için ayrı karakteristiği vardır (Şekil 2)<sup>6</sup>.

Lazer sistemleriyle elde edilen EMR dalgaları devamlı atımlı (continuous), yalancı devamlı atımlı (quasi-continuous) ve aralıklı atımlı (pulsed) olmak üzere üç şekilde dokuya iletilir. Devamlı atımlı lazerlerin atımı sürekli olmasına rağmen tepe gücü düşüktür. Karbon dioksit lazer ve argon lazer bu tip lazerlerdendir. Yalancı devamlı atımlı lazerlerin de yine tepe gücü düşüktür ve aralıklı yaptıkları atımların kümülatif etkisiyle devamlı atımlı lazerler gibi etki ederler. KTP lazer ve Copper vapor lazer yalancı devamlı atım özelliği olan lazerlerdir. Aralıklı atımlı lazerler yüksek tepe gücüne sahip lazerlerdir. Bu lazerler her atımda milisaniye (10-3 saniye) veya nanosaniye (10-9 saniye) süreyle atım yapmaktadırlar. Pulsed dye lazer, diode lazer, ruby lazer ve alexandrite lazer aralıklı atım özelliğine sahip lazerlerdendir. Aralıklı atım yapan bir diğer lazer ise Q-anahtarlı (switching) lazer sistemleridir. Bu lazerler nanosaniye süreyle atım yaparlar ve her atımda lazer ortamındaki tüm uyarılan fotonları göndererek her atımda yoğun bir güç elde edilir. Bu tip lazerler Q-anahtarlı ruby, Q-anahtarlı alexandrite, Q-anahtarlı Nd:YAG lazerdir. Aralıklı atımlı lazerlerin saniyede yaptıkları atım sayısı hertz (Hz) cinsinden belirtilir.

### Dermatolojide Sık Kullanılan Lazer Tipleri

Dermatolojide kullanılan lazerler dalga boylarına ve kullanım alanlarına göre sınıflandırılmaktadır. Lazerleri dalga boyuna göre 4 gruba ayırabiliriz. Bunlar ultraviyole lazerler, orta kızılötesi ve uzak kızılötesi lazerler ve görünür dalga boyunda olan lazerlerdir. Görünür dalga boyundaki lazerleri ise kendi içinde yeşil ve sarı renkli milisaniye atımlı lazerler, kırmızı ve yakın kızılötesi milisaniye atımlı lazerler, yeşil ve sarı renkli düşük enerjili devamlı atımlı lazerler ve Q-anahtarlı lazerler olmak üzere 4 alt gruba ayrılmaktadır. Yeşil ve sarı renkli milisaniye atımlı lazerlerin (KTP, PDL) temel kullanım alanları vasküler malformasyonlar, hemanjiyomlar, skarlar, fotoyaşlanma, proliferatif lezyonlar ve epidermal pigmentasyonun izlendiği lezyonlardır. Yeşil ve sarı renkli düşük enerjili devamlı atımlı lazerler yüzeysel telanjiektazilerde ve lezyonların fotokoagülasyonunda kullanılmaktadır. Q-anahtarlı lazerler tatuajların temizlenmesinde, dermal melanositlere yönelik tedavilerde ve ilaca bağlı hiperpigmentasyon gibi birçok pigmente lezyonun tedavisinde kullanılmaktadır. Kırmızı ve yakın kızılötesi milisaniye atımlı lazerler (ruby, alexandrite, Nd:YAG) ise hipertirikozun ve pigmente derin venöz lezyonların tedavisinde kullanılmaktadır.

Yakın kızılötesi lazer ışınları en derin penetrasyonun izlendiği dalgaboyuna sahiptir (700-1200 nm). Bu dalgaboyundaki ışınlar kan ve melanin tarafından düşük düzeyde absorbe edilir. Yakın kızılötesi lazerler alexandrite lazer (755 nm), diode lazer (810 nm) ve Nd:YAG lazerdir (1064 nm). Alexandrite ve Nd:YAG lazer sistemlerinin hem uzun atımlı (milisaniye) ve hem de Q-anahtarlı sürümleri bulunmaktadır. Diode lazer ise lazer ortamı olarak yarı iletken bir maddenin kullanıldığı ancak



Şekil 2. Lazer emiliminde kromofor dalgaboyu ilişkisi

Tablo 3. Lazer tipleri ve kullanım alanları

Lazer Tipi	Dalga Boyu	Kullanım Alanı
<b>Görünür Işık Veren Sürekli Dalgalı Lazerler</b>		
Argon Lazer	418 mavi , 514 nm yeşil	Vasküler ve pigmente lezyonlar
Argon İyon pompalayan Lazer	577, 585 nm sarı	Vasküler lezyonlar
Cooper-Vapor Lazer	578 nm sarı, 511 nm yeşil	Vasküler ve pigmente lezyonlar
Kripton Lazer	568 nm sarı, 521 ve 530 nm yeşil	Vasküler ve pigmente lezyonlar
<b>Görünür Işık Veren Atımlı Vasküler Lazerler</b>		
Flashlamp-pumped dye lazer	585 nm- 595 nm sarı	Vasküler lezyonlar, skar, stria
Potasyum titanil fosfatlı lazer (KTP)	532 nm yeşil	Vasküler ve pigmente lezyonlar
Neodymium yttrium Aliminyum Garnet (Nd:YAG)	1064 nm infrared	Vasküler ve pigmente lezyonlar, epilasyon, tatuaj
<b>Kısa Atım Süreli Pigment Lazerler</b>		
Q Anahtarlı Ruby Lazer	694 nm yüksek yoğunlukta kırmızı	Pigmente lezyonlar, mavi-siyah-yeşil tatuaj
Frekans katlanmış Q-Switched Nd:YAG	532 nm yeşil	Vasküler ve pigmente lezyonlar, mavi-siyah-yeşil tatuaj
Q Anahtarlı Aleksandrite Lazer	755 nm infrared	Pigmente lezyonlar, mavi-siyah-yeşil tatuaj
Pulsed Dye Lazer (PDL)	510 nm yeşil	Lentigo, efelid, turuncu-yeşil tatuaj
Ksenon Klorid Excimer Lazer	308 nm sarı	Darbant UVB ye benzer etki
<b>Uzun dalga Boylu Uzun Atım Süreli lazerler</b>		
Uzun Atım Süreli Ruby Lazer	694 nm	Kutanöz lezyonlarda selektif hasar
Uzun Atım Süreli Aleksandrite Lazer	755 nm	Kutanöz lezyonlarda selektif hasar
Pulsed diode Lazer	810 nm	Kutanöz lezyonlarda selektif hasar
Pulsed Nd:YAG	1064 nm	Kutanöz lezyonlarda selektif hasar
<b>Ablasyon Kesi Lazerleri</b>		
Sürekli Dalgalı Karbondioksit (CO2) lazer	10600 nm midinfrared	Cerrahide kanamasız kesi
Pulsed Scanned Co2 Lazer	10600 nm infrared, 2940 nm infrared	Cerrahi işlem, siringoma, akne skarı
Erbium yttrium aliminyum garnet (Er-YAG)	2940 nm infrared	Fotoyaşlanma, akne skarı, küçük tümörler

Q-anahtar özelliği olmayan lazer sistemleridir. Diode lazer epilasyon amacıyla en sık kullanılan lazer sistemlerinden biridir.

Lazerler başta vasküler (yüzeysel vasküler lezyonlar, hemanjiyomlar, telenjektaziler, anjiokeratom, anjiyofibrom, piyojenik granülom, vb.) ve pigmente lezyonlar (efelid, solarlentigo, epidermal nevüsler, becker nevüs, nevüs spilus, epidermal- dermal melazma, ota nevüs, vb.) olmak üzere dövmelemlerin çıkarılmasında, istenmeyen kılların, skarların tedavisinde, deri yenilenmesinde ve kutanöz cerrahide kullanılmaktadırlar. Ayrıca stria, akne, psoriasis, verrü gibi dermatolojik problemlerin tedavisinde de kullanılırlar<sup>2,3,7,12,13</sup>. Tablo 3'te lazer tipleri ve kullanım alanları gösterilmektedir.

### Nd:YAG Lazer

Q anahtarlı Nd:YAG lazer 1064 nm dalga boyunda infrared ışık yayıp siyah renkli tatuajların çıkarılmasında, Ota nevüs gibi bazı benin pigmente lezyonların tedavisinde etkin olarak kullanılmaktadır<sup>4,6</sup>. Dermiste 2-3 mm derinliğe penetre olabilmelerinden ötürü derin dermal pigmentasyon tedavisinde de yeri vardır<sup>14</sup>. Uzun atımlı modu istenmeyen kılların tedavisinde (epilasyon) kullanılabilir<sup>6</sup>.

Enerji akımı çiftleşmiş frekans katlanmış Nd:YAG Q anahtarlı lazer ise 532 nm dalga boyunda yeşil ışık veren ve 5-10 ns'lik atımlar yapan lazer tipidir ve melanin tarafından daha iyi absorbe edilir epidermal pigmentasyon tedavisinde siyah-mavi dövmelemlerin çıkarılmasında kullanılabilir<sup>13,14</sup>. Ayrıca deri tipi I ve III'e sahip kişilerde yüzeysel kutanöz vasküler lezyonlarda da etkili olduğu bildirilmiştir<sup>15</sup>.

### Aleksandrite Lazer

Her ne kadar birçok sistem 755 nm dalga boyunda kırmızı ışık yaysa da, 701 ile 826 nm dalga boyu arasında ışık yayabilme özelliğine sahiptir<sup>6,14</sup>. Yapılan çalışmalarda ota nevüs, seboreik keratoz, tatuaj çıkarımı tedavilerinde etkili olduğu saptanmış fakat cafe au lait lekeleri, lentigo, Ito nevüs tedavisinde etkisi sınırlıdır.

### Ruby Lazer

694 nm dalga boyunda kırmızı ışık yayar. Deride 1 mm den az derinliğe penetre olur fakat melanin tarafından absorpsiyonu 755 nm veya 1064 nm dalga boyunda ışık veren lazerlerden daha iyidir<sup>14</sup>. Özellikle koyu mavi

ve siyah renkteki tatuajlar üzerine etkilidir<sup>6</sup>. Düşük doz Q anahtarlı Ruby lazerler dermal veya mikst tip melazma tedavisinde etkilidir.

### Argon Lazer

Vasküler lezyonların tedavisinde ilk kullanılan lazerdir<sup>3</sup>. 488 nm (mavi) ve 514 nm (yeşil) olmak üzere iki önemli dalga boyu üretir. Argon dalga boyu hemoglobinin, melanin ve diğer pigmentler tarafından absorbe edilir. Özellikle port wine stain lezyonlarında etkilidir<sup>4,6</sup>.

### CO<sub>2</sub> Lazer

Çeşitli kozmetik cerrahi yaklaşımlarda önemli bir yere sahip olup; CO<sub>2</sub>, nitrojen ve helyum gazı ihtiva eden bir lazerdir. 10.600 nm dalga boyunda ışığa sahip olup bu ışık su tarafında yüksek düzeyde absorbe edilir. Sürekli dalgalı CO<sub>2</sub> lazer, cerrahi operasyonlarda kanamasız keskiye olanak sağlar. Aktinik keratoz, sebace adenom, anjiyokeratom gibi dermatolojik problemlerde ablasyon yaparak etkilidir. Pulsed scanned CO<sub>2</sub> lazer ise kısa atım sürelili (<1ms) ve yüksek güçte (<5 J/cm<sup>2</sup>) olup sürekli dalgalı CO<sub>2</sub> lazere göre daha az hasar oluşturur ve siringoma ile akne skarlarının tedavisinde de yeri vardır. CO<sub>2</sub> lazer cilt yenileme ve ritidektomide de kullanılmaktadır<sup>4,6</sup>.

### Excimer Lazer

Argon florid (193 nm), kripton florid (8248 nm), ksenon klorid (308 nm) ve ksenon florid gibi nadir gazlardan ve halojenlerden oluşan bir lazerdir. Işığı pulse ve yüksek enerji çıkışıdır. 308 nm monokromatik lazer psoriasis, vitiligo, alopesi areata, atopik dermatit, evre I yama tarzı mikozis fungoides tedavisinde yeri vardır<sup>16</sup>.

### Pulse Dye Lazer

Flushlamp-pumped pulse dye lazer ilk olarak vasküler lezyonların tedavisi için geliştirilmiş selektif fototermoliz prensibine dayanan lazerdir. Her ne kadar ilk olarak 577 nm dalgaboyu sistemde kullanıldıysa da daha sonraları 585 nm dalga boyuna modifiye edilerek daha derin dokulara penetrasyonu sağlanmıştır. 585-595 nm dalga boyunda ışık verip uzun atımlıdır ve atım süresi 450 µs ile 40 ms arasında değişir. Vasküler lezyonların, hipertrofik ve keloidal skarların, stria, verrü tedavisinde yeri vardır. Ayrıca nonablatif dermal yeniden şekillendirme tedavisinde de kullanılmaktadır<sup>2</sup>.

### Diod Lazer

800-810 nm dalga boyunda, 5-1000 ms atım süresine sahiptir. Başlıca istenmeyen kılların yok edilmesi amaçlı kullanılmakla birlikte vasküler lezyonlar üzerinde özellikle ince telenjektazilerin tedavisinde de kullanılmaktadır<sup>10,12</sup>.

### Er:YAG Lazer

2940 nm dalga boyunda, kısa atım sürelili (0,1-3 ms), yüksek güçte 8<2,5 J/cm<sup>2</sup>), 1-6 mm çapında ışınlar üreten ablasyon lazeridir<sup>7,12,13</sup>. Minimal termal hasara sebep olur. Ablasyonun daha kontrollü olması Er:YAG'ın en büyük avantajıdır. Epidermal uygulamalar için uygun bir lazerdir. Akne, yanık skarı, melazma, ciltteki hiperpigmentasyon ve kırışıklıkların tedavisi, küçük tümörler ve aktinik keratoz tedavisinde etkili olduğu gösterilmiştir<sup>17</sup>. Bu lazerlere konusu geldikçe makale içinde her bölümde ayrı ayrı değinilecektir.

Sonuç olarak; lazerlerin kozmetik ve kozmetik olmayan dermatolojik rahatsızlıklarda kullanımı teknoloji gelişmesi ile birlikte gün geçtikçe artmaktadır. Lazerlerle yapılan birçok tedavide etkili ve güvenilir sonuçlar kaydedilmiştir. Lazerlerle yapılacak tedavi girişimlerinde lazerlerin etki mekanizmalarının ve hangi rahatsızlıkta hangi lazer tipinin seçilmesi gerektiğinin bilinmesi daha etkili ve daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

### Kaynaklar

1. Alster TS, Lupton JR: Lasers in dermatology. An overview of types and indications. *Am J Clin Dermatol* 2001;2:291-303.
2. Tanzi EL, Lupton JR, Alster TS: Lasers in dermatology: four decades of progress. *J Am Acad Dermatol* 2003;49:1-31.
3. Ergenekon G, Aybey B: Lazer Fiziği ve Lazerlerin Dermatoloji'de Kullanımı. *Türkiye Klinikleri J Int Med Sci* 2005;1:1-13.
4. Wheeland RG, McBurney E, Geronemus RG: The role of dermatologists in the evolution of laser surgery. *Dermatol Surg* 2000;26:815-22.
5. Wheeland RG: Basic Laser Physics and Safety. Goldenberg DJ. *Laser Dermatology*. Netherland: Springer Berlin Heidelberg New York 2005;p 1-10.
6. Shokrollahi K, Raymond E, Murison MSC: Lasers: principles and Surgical Applications. *The Journal of Surgery* 2004;2:28-34.
7. Ergenekon G, Aybey B: Son gelişmeler ışığı altında dermatolojide lazer. *TURKDERM* 2001;35:152-64.
8. Carroll L, Humphreys TR: LASER-tissue interactions. *Clin Dermatol* 2006;24:2-7.
9. Stratigos AJ, Dover JS: Overview of lasers and their properties. *Dermatol Ther* 2000;13:2-16.
10. Oram Y: Dermatolojik lazerler. Tüzün Y, Güner MA, Serdaroğlu S, Oğuz O, Aksungur VL: *Dermatoloji*. 3.Baskı. 2.Cilt. İstanbul Nobel Tıp Kitabevleri Ltd Şti. 2008.p 2303-9.
11. Anderson RR, Parrish JA: Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science* 1983;220:524-7.
12. Öztürkcan S, Bilaç C: Dermatolojide Lazer ve Işık Sistemi. *Türkiye Klinikleri J Cosm Dermatol-Special Topics* 2009;2:1-8.
13. Özcanlı Ç, Başak PY: Lazer ve Dermatolojide Kullanımı. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2002;22:620-9.
14. Acland KM, Barlow RJ: Lasers for the dermatologist. *Br J Dermatol* 2000;143:244-55.
15. Clark C, Cameron H, Moseley H, Ferguson J, Ibbotson SH: Treatment of superficial cutaneous vascular lesions: experience with the KTP 532 nm laser. *Lasers Med Sci* 2004;19:1-5.
16. Mavilia L, Mori M, Rossi R, et al: 308 nm monochromatic excimer light in dermatology: personal experience and review of the literature. *G Ital Dermatol Venereol* 2008;143:329-37.
17. Lee WR, Shen SC, Al-Suwayeh SA, Li YC, Fang JY: Erbium:YAG laser resurfacing increases skin permeability and the risk of excessive absorption of antibiotics and sunscreens: The influence of skin recovery on drug absorption. *Toxicol Lett*. 2012 Mar 29. [Epub ahead of print]