

## LASERLERİN DERMATOLOJİDEKİ UYGULAMALARI Applications of lasers in dermatology

Mustafa Alçı<sup>1</sup>, Yavuz Değerli<sup>2</sup>

**Özet:** Ruby lazerin 1960'lı yılların başında bulunmasından kısa bir süre sonra, lazerler tedavi ve cerrahi amaçlı olarak tıp alanında kullanılmaya başlanmıştır. Dermatolojide lazerlerin kullanılması argon ve karbondioksit lazerlerin geliştirilmesiyle mümkün olmuştur. Yapılan araştırmalar neticesinde, her geçen gün değişik lazerlerin elde edilmesi ve bunların doku ile olan etkileşimlerinin daha iyi anlaşılmasıyla uygulamalardaki başarı oranı da artmaktadır. Günümüzde vasküler lezyonların, dövmelemin ve pigmentli lezyonların tedavisinde lazerler başarılı bir şekilde ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, lazerlerin bu güne kadar yapılan dermatolojik uygulamaları incelenerek özetlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Lazer, Dermatoloji ve lezyon

Bir lazer (light amplification by stimulated emission of radiation) kaynağı uyumlu, yani aynı dalga boyunda, aynı fazda ve aynı yönde hareket eden monokromatik (tek renkli) bir ışın demeti üretmektedir. Lasere ismini veren ışın ortami elektriksel olarak uyarıldığında, bu ortamdaki uyarılan bir parçacık kendiliğinden ışın yoluyla bir foton neşrederek düşük enerjili taban (ground) seviyesine inmektedir. Bu foton ortamdaki başka uyarılmış bir parçacıkla çarpışırsa bu parçacık benzer bir foton neşretmeye zorlanacaktır. Bu çarpışmalardan üretilen fotonlar aynalar vasıtasıyla ortama geri yansıtılmaktadır. Bu şekilde kuvvetlendirilen ışık enerjisi yine yansıma katsayısı farklı bir ayna vasıtasıyla dış dünyaya aktarılmaktadır [1].

Lazer ışığının dalga boyu kullanılan lazer ortamı tarafından belirlenmektedir. Değişik dalga

**Summary:** After the invention of ruby laser in the early 1960's, lasers have been begun to be used in medical treatment and surgery. Using of lasers in dermatology has become possible with the development of argon and carbondioxide lasers. As a result of recent researches development of various lasers and well understanding of laser-tissue interaction has increased the rate of success in dermatological applications significantly. At present lasers are used successfully and widely in treatment of vascular lesions, tattoos and pigmented lesions. In this study dermatological applications of lasers that have realized up to now have been investigated and summarized.

**Key Words:** Lazer, Dermatology and lesion

boylarındaki lazerlerin farklı vücut dokularıyla etkileşimi de farklıdır. Bu etkileşim, lazer çeşidinin tıbbi kullanım alanını belirlemektedir. Bir lazer sistemi tek bir dalga boyunda ışın yapabildiğinden, her bir lazerin kullanım alanı da farklıdır [2].

Tıbbi araştırmalarda kullanılan ilk lazer çeşidi darbeli (pulsed) ruby lazerdir. Ancak, çıkış gücünün düşük olması gibi çeşitli dezavantajlarından dolayı yerini daha sonraları sürekli dalga (continous wave-CW) lazerlere bırakmıştır. Lazer-doku etkileşimi daha iyi anlaşıldıkça tıp alanında lazerlerin kullanımı da gittikçe yaygınlaşmaktadır [3].

Bu çalışmada lazerlerin dermatolojideki uygulamaları, özellikle bu güne kadar tedavisi başarıyla gerçekleştirilen vasküler lezyonlar, dövmelemin ve pigmentli lezyonlar ayrı ayrı ele alınmaktadır. Ayrıca bu gruplardaki lezyonların tedavisi için kullanılan lazer sistemlerinden bahsedilmektedir.

Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi 38039 KAYSERİ  
Elektronik Bölümü. Doç.Dr.<sup>1</sup>, Araş.Gör.Dr.<sup>2</sup>.

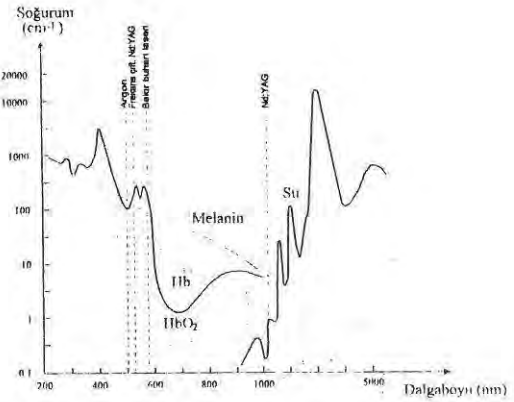
Geliş tarihi:14 Ağustos 1995

## LASER IŞIĞI-DOKU ETKİLEŞİMİ

Laser ışığının kendine has birçok özelliği vardır. Işık dalgaları uzaysal (spatially) ve zaman olarak faz uyumludur. Bu şekildeki ışık dalgalarının tümünün paralel olması bu dalgaların uzak mesafelere gönderilebilmesini ve çok küçük benek (spot) boyutlarında odaklanabilmesini sağlamaktadır. Bu özellik cerrahide laser kullanımı için çok önemlidir. Laser ışığı dalgaları monokromatik olduğundan hemen hemen enerjisinin tümü tek bir dalga boyunda 1 nm'ye yoğunlaştırılabilir. Laserin bu özelliği deri içerisindeki oksihemoglobin, melanin, dövme mürekkebi ve su gibi belirli kromoforların hedeflenmesinde oldukça önemlidir. Bu kromoforların herbirinin bir karakteristik spektrumu mevcuttur. Mesela, kan damarlarındaki ana kromofor olan oksihemoglobin 400, 541 ve 577 nm'de soğurum maksimumlarına sahiptir. İdeal olarak, belirli bir vasküler doku etkisi sağlamak için laser ışığı bu dalga boylarından birisini yaymalıdır.

Laser ışığı deri tarafından yansıtılabilir, iletilebilir, deri bileşenleri tarafından saçılmaya uğratılabilir veya derideki kromoforlar tarafından soğurulabilir. Dokuda etkileşim için ışık soğurumu gereklidir. Eğer soğurum yoksa herhangi bir etki elde etmek mümkün değildir. Soğurum, bir kromofor için uygun bir dalgaboyunda ışıma ile belirlenmektedir. Şekil 1'de derinin bazı bileşenlerinin dalga boyuna bağlı olarak soğurum oranları gösterilmiştir. Yaklaşık olarak cilde gelen laser ışığının %4-7'si epiderm tarafından yansıtılmaktadır. Laser ışığının çok küçük bir kısmı deride iletilmektedir. En derin etki mesafesi bile ancak 2 mm kadardır. Işık saçılması epidermde minimaldir. Bunun yanında, deride esas saçılmaya sebep olan kollajen liflerden dolayı derma tabakasındaki saçılma çok daha fazladır. Bu saçılmanın büyüklüğü gelen ışığın dalga boyu ile ters orantılıdır. Genelde ışığın nüfuz derinliği dalga boyu ile artmakta olup 300-400 nm gibi kısa dalga boylarında ışığın deriye nüfuz derinliği kuvvetli saçılma yüzünden 0.1 nm'den daha az bir değerle sınırlanmaktadır. Bin-2200 nm'lik daha uzun dalgaboylarında saçılma minimal olup ışığın deri içerisinde 2 mm'ye kadar nüfuzu mümkün

olmaktadır. Bu derin dermal lezyonların tedavisinde ideal bir dalga boyu sahası olmaktadır.



Şekil 1. Hemoglobin (Hb), oksihemoglobin (HbO<sub>2</sub>), melanin ve suyun dalga boyu- soğurum spektrumu

Bir lezyonda klinik bir değişim elde etmek için belli bir miktar enerji deri tarafından soğurulmalıdır. Bu birim yüzeye aktarılan enerji olarak ölçülmekte olup enerji yoğunluğu olarak adlandırılmaktadır. Enerji yoğunluğu artarken klinik etki miktarı da artmaktadır. Enerji yoğunluğu laser çıkış gücünün (watt) darbe süresiyle çarpımının etkin benek boyutuna bölümüne eşit olup  $J/cm^2$  olarak ölçülmektedir. Seçici fototermoliz elde etmek üzere klinik etki amacıyla kullanılan darbeleri laserlerin çoğunun enerji yoğunlukları yaklaşık olarak  $3-10 J/cm^2$  dir. Tedavi amaçlı argon gibi daha az seçici laserler için tedavi amaçlı gerekli enerji yoğunluğu  $15 J/cm^2$  den daha fazladır.

Bir objeye aktarılan enerji oranı ışıma veya güç yoğunluğu olarak adlandırılmaktadır. Bu, aktarılan enerjinin şiddetini tanımlamaktadır. Güç yoğunluğu; laser çıkış gücünün etkin benek boyutuna ( $cm^2$ ) bölümüne eşittir. Çok yüksek ışıma ile bir objenin ısıtılması düşük ışıma ile ısıtmaya nazaran daha hızlıdır. Yavaş ısıtma dokunun pıhtılaşmasına, hızlı ısıtma ise dokunun buharlaşmasına sebep olmaktadır.  $cm^2$  başına megawatt ve gigawattlık oldukça yüksek ışıma

seviyeleri Q-anahtarlamalı (Q-switching) laserlerle elde edilebilmektedir. Bu durumda ısıtma oldukça hızlı olup hedef melanozom veya dövme bölgesi yok edilebilmektedir.

Son yıllarda deride laser-doku etkileşiminin daha iyi anlaşılması dermatolojik laser terapide birçok teknolojik gelişmeyi beraberinde getirmiştir. Bu gelişmelerden bazıları özellikle vasküler lezyonlar, melanotik lezyonlar ve dövmelemlerin tedavisinde oldukça önemli ilerlemeler sağlamaktadır. Ancak gelişen laser teknolojisine bağlı olarak mevcut herbir laser sisteminin avantajlarından dolayı seçimde bir zorluk da meydana gelmektedir.

### **VASKÜLER LEZYONLARIN LASERLE TEDAVİSİ**

Birçok vasküler lezyon laser tedavisine cevap vermektedir. Ancak port wine stain (PWS) bozuklukları ve değişik telanjiektazi tedavi edilen lezyonların çoğunluğunu teşkil etmektedir. Angiofibromata ve kapiller hemanjiomata gibi vasküler bileşene sahip lezyonlar da tedavi edilebilmektedir.

Vasküler deri lezyonların seçici laser tedavisi, belli dalga boylarındaki laser ışığının hemoglobin tarafından diğer deri kromoforlarına, bilhassa melanine nispeten daha iyi soğurulması prensibine dayanmaktadır. Genelde bu amaç için 577-585 nm sahasındaki dalga boyları optimal olarak görülmektedir. Hemoglobin tarafından soğurulan laser ışığı termal enerji üretmektedir. Bu da derinin derinliklerine nüfuz etmekte ve damar duvarlarını etkilemektedir. Termal difüzyon, gerekli perivasküler dokuyla sınırlı kalmamakta ve epidermisdeki melanin tarafından ışık soğurumundan kaynaklanan termal difüzyon istenmeyen dermal veya epidermal hasarlara sebep olabilmektedir. Klinik olarak bu, pigment bozulmasına, doku değişmelerine ve hipertrofik yara izlerine yol açmaktadır. Laser-deri etkileşimi dalga boyuna ilaveten enerji yoğunluğu, işlem süresi ve laser demetinin çapı gibi diğer laser değişkenlerine ve vasküler yapı ve epidermal melanin bileşeni gibi lezyon değişkenlerine bağlıdır [4].

### *Argon laser*

Argon laser, vasküler deri lezyonlarının tedavisinde yaygın olarak kullanılan ilk laserdir. Bu laser, enerjisinin %80'ini görünür ışık spektrumunun mavi-yeşil bölgesinde 488 ve 514 nm'de sürekli dalga emisyonu olarak üretmektedir. Bu dalga boyları hemoglobinin melanin ve dövme mürekkebi tarafından oldukça iyi soğurulmaktadır.

Geleneksel tedavi teknikleri, lezyona manuel olarak yöneltilen bir darbeleri veya daha çok 1-2 mm çaplı bir demetten oluşmaktaydı. Tıbbi argon laserlerin çoğu 5-10W'a kadar ışık yaymakta ve klinik etki için genelde 30-200 ns veya daha uzun işlem süreleri gerekmektedir. Bu işlem süreleri kan damarlarından ve epidermden komşu dermiste termal etkiye sebep olabilecek yeterli ısı difüzyonu sağlamaktadır.

Tedavi genelde ağırlı olup lezyonların kaybolması 4-6 ay, bazan daha uzun süre almaktadır. İdeal emisyon karakteristiklerinden daha az olmasına rağmen, birçok vasküler lezyonun tedavisinde argon laserin %60-80 oranında iyi veya mükemmel netice verdiği belirtilmiştir. PWS için en iyi neticeler özellikle yetişkinlerde görülen koyu mor lezyonlarda elde edilmiştir. Bunun yanında, daha genç yaş grubunda görülen açık pembe lezyonlar daha az iyileşme göstermektedir. Hipertrofik yara izi çok önemli bir problem olup argon laserle tedavi edilen hastaların %15'inde görülmektedir. Argon laser tedavisinin neticelerini iyileştirmek ve yara izlerini azaltmak için birçok metod kullanılmıştır. Bunlardan en yaygın kullanılanı minimal blanching tekniğidir. Bu teknikte yara izini gidermek için mümkün olan en düşük enerji kullanılmaktadır [5].

### *Frekans çiftlemeli Nd:YAG laser*

Frekans çiftlemeli Nd:YAG laser de vasküler lezyonların tedavisi için kullanılmaktadır. Nd:YAG laserin 1064 nm'lik emisyonu 532 nm'lik bir dalga boyu elde etmek üzere bir potasyum difosfat ikiye katlama kristalinden geçirilmektedir [6]. Bu dalga boyu teorik olarak vasküler lezyonların tedavisinde argon laser dalga boylarından daha uygundur (Şekil 1). Bu laserle,

daha düşük bir enerji aktarımı ile tedavi mümkündür. Tedavi daha az ağrı verici olup daha az doku reaksiyonu vardır. Dalga boyu 1064 nm olan ışık, minimal soğurumla deride derinlere nüfuz edebildiğinden bazı kalın vasküler lezyonların tedavisinde ve derindeki damarların pıhtılaştırılmasında kullanılmıştır. Ancak, tahribat nispeten derin olduğundan önemli miktarda yara izi görülmektedir.

#### *Bakır buharı (copper vapour) laseri*

Bu laserler 9-15kHz frekanslarında, 511 ve 578 nm dalga boylarında ve çok kısa darbe sürelerinde ışımaya yapmaktadır. Yüksek frekanslı ve darbeli emisyon pratik amaçlar için sürekli dalga olarak görülmekte ve tıbbi sistemler genelde 5W'a kadar güç üretebilmektedir. Bu laserle; telanjiektazilerin, PWS'lerin ve hemanjiyomun tedavisinde argon lasere nispetle daha çok başarı elde edilmiştir [4].

#### *Karbondioksit laser*

Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) laser elektromagnetik spektrumun uzak kızılötesi bölgesinde 10600 nm'de sürekli bir dalga yaymaktadır. Bu dalga boyundaki ışık su tarafından soğurulmaktadır (Şekil 1). Su, deri de dahil olmak üzere insanın tüm dokularının temel bileşeni olduğundan CO<sub>2</sub> laser; kontrollü kesme, dokuların buharlaştırılması ve birçok epidermal ve dermal lezyonların pıhtılaştırılmasında kullanılmaktadır. Yine, CO<sub>2</sub> laser argon lasere cevap vermeyen PWS'lerin tedavisinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak bazen yara izi ve hiperpigmentasyon gibi istenmeyen etkiler görülmektedir [4].

#### *Flaşlamba pompalı darbeli ayarlanabilir dye laser*

Argon ve sürekli dalgalı dye laser gibi sürekli dalgalı laserlerin en önemli dezavantajı seçici fototermolizin olmamasıdır. Bu, daha fazla yara izinin kalmasına ve pigment değişimine sebep olmaktadır. Muhtemelen son zamanlarda, lezyonların tedavisinde en önemli gelişme flaşlamba pompalı darbeli ayarlanabilir dye laser (flashlamp-pumped pulsed tunable dye laser-PTDL) dir. Bu laserlerin 4kW kadar yüksek

emisyon tepe gücü olup 360-450ms'lik kısa darbeler sağlamaktadır. Bu darbe süreleri ile vasküler lezyonların pıhtılaştırılmasında pratikte yüksek derecede seçicilik sağlanmıştır. Başlangıçta 577 nm'de ışımaya yapan laserler kullanılmakla birlikte son zamanlarda 585 nm, özellikle daha derin vasküler lezyonların tedavisinde kullanılmaktadır. Bu dalga boyunda dermal kollajen tarafından daha az saçılma ve hemoglobin tarafından daha az soğurum vardır.

Seçici fototermoliz teoriye dayalı ilk laser flaşlamba pompalı PTDL'dir. Bu laserin en önemli özelliği, vasküler lezyonların tedavisini müteakiben normal dokuya zararın olmayışıdır. Birçok çalışmada laser yaklaşık tedavi amaçlı enerji akış sahasında kullanıldığından %1'den daha az atrofik yara izine rastlanılmış ve hipertrofik yara izine dair bir rapora rastlanmamıştır [5]. Ayrıca, bu laserin kullanımının en önemli avantajlarından birisi de anesteziye minimal ihtiyaç duyulmasıdır. En önemli dezavantajı ise, iyi bir netice için çok sayıda tedavinin gerekmesidir. Bir veya iki tedavi döneminde bütünüyle bir temizlenme görülmesi nadirdir. Temizlenmenin derecesi önemli ölçüde PWS'in anatomik yerine bağlıdır.

PTDL ile özellikle çocuklarda görülen açık renkli PWS'lerde mükemmel neticeler elde edilmiştir. Tedavinin mümkün olduğunca erken yaşlarda yapılmasının çok önemli olduğu ve tedavi sonrasında herhangi bir yara izine veya başka etkiye rastlanılmadığı belirtilmiştir [7]. Tedaviye cevaplar değişken olup, genelde tedavinin tekrarlanması gerekmektedir. Koyu renkli PWS'ler için daha az cevap verdiği gözlenmiştir.

#### **DÖVMELERİN TEDAVİSİ**

Dövmeler önceleri CO<sub>2</sub> laserle ve daha az yaygın olarak argon laserle tedavi edilmiştir. Ancak, her iki teknikte de değişik derecelerde yara izlerine (genelde hipertrofik) ve hiperpigmentasyona sebep olmuşlardır.

Pigmentli yapıların seçici fototermolizi 694 nm dalga boyunda ve 10-80 ns darbe süresine sahip Q-anahatlamalı ruby laserle, alexandrite (755 nm,



100 ns darbe süresi), excimer (351 nm, 20 ns darbe süresi) , yeşil flaşlamba pompalı PTDL (510 nm, 300 ns darbe süresi) ve Nd:YAG laserle (1064 nm, 532 nm, 10 ns darbe süresi) sağlanmıştır. Bu yüksek tepe güçlü laserler dövme içerisinde bulunan boyalar veya karbon parçacıklarının yaklaşık 1ms'lik termal gevşeme süresinden daha kısa süreli ışıma sağlamaktadırlar .

Pigmentli yapıların seçici fototermolizi ilk olarak Q-anahtarlamalı ruby laserle elde edilmiştir. Bu laser 694 nm'de ışıma yapmakta olup dermal nüfuzu iyidir. Böylece derin dermal pigmentler yok edilebilir. Mavi ve siyah pigmentler en iyi cevap vermektedir, yeşilin cevap derecesi daha azdır. Sarı ve beyaz pigmentler ise genelde çok zayıf cevap vermektedirler. Kırmızı pigmentler için netice oldukça değişmektedir. Amatör dövme için elde edilen neticeler, kullanılan boyaların farklılığından dolayı profesyonel olanlarınkinden daha iyidir [4, 5].

Son zamanlarda, Q-anahtarlamalı Nd:YAG laser dövme tedavisinde kullanılmaktadır. Amatör ve profesyonel dövme için etkin bir biçimde elimine edildiği gösterilmiştir. 1064 nm'de bu laser daha uzun dalga boyuna sahiptir. Böylece, daha derin nüfuz ve epidermal melaninle daha az etkileşim göstermektedir. Yara izi bırakma riski daha azdır ve daha koyu cilde sahip prototiplerle kullanılabilme avantajına sahiptir. Frekans çiftlemeli Q-anahtarlamalı Nd:YAG laserin 532 nm'de kırmızı dövme tedavisinde daha etkili olduğu görülmüştür. Ancak diğer renkler için (sarı, turuncu, yeşil ve mavi) herhangi bir etki elde edilememiştir . Hastaların çoğunda tedavi sonrası geçici hiperpigmentasyon görülmüştür [8].

En son çalışmalarda dövme tedavisinde kullanılan bir diğer laser alexandrite laserdir. Bu laserle özellikle siyah ve mavi-siyah dövme pigmentleri güvenli ve etkin bir şekilde yok edilmiştir [9].

Şu anda hiçbir laser çeşidi tüm dövme renklerini

iyi şekilde yok edememekte ve bu konuda daha fazla çalışma gerekmektedir.

## PİGMENTLİ LEZYONLAR

Melanin elektromagnetik spektrumun görünür bölgesindeki ışığı soğurduğundan, melanin ihtiva eden pigmentli lezyonlar değişik laserlerle tedavi edilmektedir. Önceleri argon ve bakır buharı gibi sürekli dalga laserler kullanılmışsa da vasküler lezyonlarda olduğu gibi bazı sakıncalı etkileri görülmüştür.

Q-anahtarlamalı ve darbeli yeşil ışıklı laserler melanozomlar için seçici fototermoliz sağlayabilmektedir. Pigmentli lezyonların tedavisinde bu laserlerin kullanımı için çalışmalar devam etmektedir. Bazı epidermal lezyonların (solar lentigin, melasma gibi) Q-anahtarlamalı ruby laserle tedavisinde terapötik başarılar sağlanmıştır. Q-anahtarlamalı ruby laser dermal pigmentasyonların tedavisinde etkili ilk laserdir. Q-anahtarlamalı Nd:YAG laser ışığı da melanozomlar tarafından seçici soğurum özelliğine sahiptir. Bu laserle, iyi huylu epidermal hiperpigmentli lezyonlar 532 nm'de güvenli bir şekilde tedavi edilmiştir. Bazı hastalarda hiperpigmentasyon görülmüşse de birkaç ayda kendiliğinden kaybolmuştur. Herhangi bir doku değişimine veya yara izine rastlanmamıştır [6]. Bu dalga boyundaki laser ışığı dermal pigmentli bölgelere nüfuz etmediğinden dermal pigmentasyonun yok edilmesinde etkili değildir.

Yine yeşil ışıklı PTDL'lerin 10 nm dalga boyunda ve 300 ns darbe süresinde bazı epidermal lezyonların temizlenmesinde etkili olduğu görülmüştür.

Bakır buharı laserleri 510 nm'de ve sürekli dalgalı laserler 488-585 nm'de yalnız veya robotize tarama sistemleriyle epidermal pigmentasyonların tedavisinde kullanılmaktadır. Bu laserlerin ışığı melanin tarafından iyi soğurulmaktadır [4].

## SONUÇ

Yeni laser teknolojileri vasküler lezyonların, dövmelemlerin ve pigmentli lezyonların tedavisinde önemli gelişmeler sağlamaktadır. Ancak, hangi tip lezyonun hangi çeşit lasere ve ne kadar cevap verdiği sorusunun cevabı halen tam olarak açık değildir. Bu sorunun cevabına yönelik çalışmalar devam etmektedir.

Son zamanlardaki diğer bir gelişme ise laser diyotların tıbbi uygulamalarda kullanılmaya

başlanmasıdır. Laser diyotlar, oldukça küçük katı elemanlar olup hareketli parçaları yoktur ve enerji ihtiyaçları da minimaldir. Oldukça uzun ışınma ömürleri vardır. Dalga boyu, frekans ve darbe süreleri belirli sınırlar dahilinde değişkendir. Genelde 800 nm'de ışınma yapmaktadırlar. Ancak, laser diyotların çoğunun çıkış gücü düşüktür (mW mertebesinde). Daha yüksek enerjiler gerektiğinde laser diyotlar bir dizi şeklinde düzenlenebilir. Bu şekilde 1000W'a kadar çıkış gücü sağlanmıştır. Görünür ve kızılötesi dalga boylarına yakın ışınma yapan laser diyotlar gelişme aşamasındadır [10].

## KAYNAKLAR

1. Alçı M, Özsoy S, Ceyhan O. *Laserlerin Tıp ve Cerrahi Uygulamalarındaki Gelişmeler*. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 1990;1:1-9.
2. Dixon JA. *Surgical Applications of Lasers*. Proceedings of the IEEE 1982;70-6: 579-588.
3. Carruth JAS. *Lasers in Medicine and Surgery*. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine 1986;37-3:37-40.
4. Sheedan-Dare RA, Cotterill JA. *Lasers in dermatology*. Br J Dermatol 1993;129:1-8.
5. Hruza GJ, Geronemus RG, Dover JS, Arndt KA. *Lasers in dermatology*. Arc Dermatol 1993;129:1026-1034.
6. Kilmer SL, Wheeland RN, Goldberg DJ, Anderson RR. *Treatment of Epidermal Pigmented Lesions With the Frequency-Doubled Q-Switched Nd:YAG Laser*. Arc Dermatol 1994;130:1515-1519.
7. Monk BE, Mahaffey PJ, Tarabe M. *Tunable Dye Laser in the Treatment of Port Wine Stain Birthmarks*. Br J Dermatol 1994; 44 (Suppl 1): 51.
8. Ferguson JE, Andrew SM, August PJ. *Assessment of a New Nd:YAG Laser for Treatment of Tattoos*. Br J Dermatol 1994; 44 (Suppl 1): 40.
9. Fitzpatrick RE, Goldman MP. *Tattoo Removal Using the Alexandrite Laser*. Arc Dermatol. 1994;130:1508-1514.
10. Byer R, *Diode Lasers. Pumped Solid-state Lasers*. Science 1988;239:742-747.