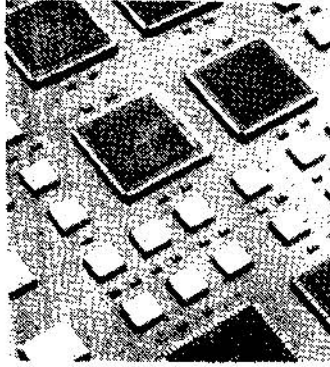


# LASER TEKNOLOJİSİNDE SON GELİŞMELER

Ramazan AYDIN (\*)

Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) sürekli dalgali (continous wave, cw) veya darbeleri (pulsed) ışık üreten bir aygittir. Buna süper flaş lambası da denilebilir. Ancak, dört temel özelliği ile laserin ürettiği ışık cemeti, flaş lambasından elde edilen ışıktan üstündür.<sup>11</sup> Laser ışık demeti parlaktır (intense), diğer bir deyişle, ışık şiddeti (birim yüzeye düşen güç) yüksektir. Bir Kaç mW gücündeki bir laserin (örneğin, He-Ne laseri) bir milimetre çapındaki beneğe düşen ışık yoğunluğu güneş ışığının şiddetini aşmaktadır.<sup>12</sup> Laser ışık demeti çok ince olup, dağılmadan çizgi gibi yayılabilmek özelliğine sahiptir (Yönlülük; directionality). Aya gönderilen birkaç Watt'lık ilk laser ışık demeti (1962 yılında) 460.000 km kadar uzaklıktaki ay yüzeyinde yaklaşık 4 km çapında bir bölgeye dağılıdığ gözlenmiştir.<sup>13</sup> Laser ışığı eşfazlıdır (coherent). Laserin ürettiği ışık dalgaları arasında sabit faz ilişkisi bulunmaktadır. Oysa normal bir ışık kaynağından gelen ışık dalgaları farklı zamanlarda ve yönlerde yayımlanırlar. Normal ışık bir av tüfeğinden çıkan saçmaların zaman ve yön bakımından -astgele dağılımına benzetilirse, laserden elde edilen ışığı bir makinalı tüfekten aynı yönde ve eşit zaman aralıklarında fırlatılan mermilere benzetmek mümkündür.<sup>14</sup> Laser ışığı tek renklidir, teknik deyimle monokromatiktir. Beyaz ışık görünür elektromanyetik spektrum bölgesindeki (0,4 um - 0,7 um dalga boyları arasında) tüm renkleri, tek renk herhangi bir ışık (örneğin, cıva lambasından temin edilen ışık) oldukça geniş dalgaboyu şeridini kapsar. Oysa laser ışığı atom fiziksel üretim tekniğinden kaynaklanan niteliğinden dolayı bir tek dalgaboyda yayımlanır. Kısaca özetlenen bu temel özellikleri (parlaklık yönlülük, eşfazlılık ve tekrenklilik) nedeniyle laserin uygulama alanları günümüzde bu aykırı geliştiren bilim ac artılarının



tahmin ve düşüncelerini aştığı gibi, lasere geleceğin "ışın silahı" olarak bakan kurgu-bilim yazarlarının kuruntularını da geride bırakmış bulunmaktadır. Bir tuz taneciği kadar küçük olabilen yarı iletken laserlerden x- ışını laseri (Xaser), gama-ışın laseri (Graser), serbest elektron ve kimyasal laserler gibi devasa laserlerin yapımı gerçekleştirilmiş veya son aşamaya gelmiştir. 1980'li yıllarda bu teknolojiye yaşanan olağanüstü gelişme, optik ve elektronik dallarının yakından etkileşmesini ön plana çıkarmıştır. Dye laserler

8 fs (fs - femtosaniye -  $10^{-16}$  saniye) pulslar üretebilmekte diyod laserler ile 2 GHz'e varan hızda modülasyon yapılabilmekte ve elektrik sinyalleri elektro-optik olay ile pikosaniyenin altında bir duyarlıkla ayırdebilmektedir.

Laser, savunma endüstrisinde bir araç olarak devamlı artan bir önem kazanmasının yanında, "silah" olarak da gelişmiş ülkelerin savunma kuvvetlerinde yer almaktadır. Ayrıca büyük füzyon laserleri füzyon araştırmalarında, izotop ve füzyon enerjisi üretmede önemli rol oynamaktadır. "Bilgi çağı"nın en can alıcı araçlarından biri olarak okuma, yazma, bilgi toplama, bilgi depolama ve bilgi işlemede laser teknolojisinin yeri ve önemi her geçen gün biraz daha artmaktadır.

## II. Son Gelişmelerden Bazı Örnekler

C.H. Townes ve arkadaşları (Bell Telephone Laboratuvarlar, ABD) 1954 yılında mikrodalga üreten "maser"in yapımını gerçekleştirdikten sonra bu cihazı optik spektrum bölgesinde çalıştırmak için araştırmalar yoğunlaştırılmış ve laserin pratikte gerçekleştirilmesinde önemli olan temel prensipleri içeren ilk çalışma C.H.Townes ve A.L.Schawlow tarafından 1958 yılında yayınlanmıştır.[1] Bu çalışmanın ışığında genç fizikçi T.Maiman (Hughes Araştırma Laboratuvarları, California, ABD) 1360 yılında ilk laseri çalıştırmayı başarmıştır. Ruby (yakut) kristalinin aktif laser maddesi olarak kullanıldığı bu laserden sonra

(\*) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü.



*BASİT KİMYASAL BAĞLARIN tepkimelerde bağlanıp kopmalarını izlemek için yüksek güçlü lazerler kullanılıyor.*

çok farklı yapı ve özellikte katı, gaz, sıvı ve yarıiletken maddelerin atomik ve moleküler yapılarından yararlanılarak muhtelif uyarma mekanizmaları (optik pompalama, elektronik, elektriksel ve kimyasal v.b.) yardımıyla 193 nm dalgaboyundan (morüstü, UV) 184 um dalgaboyuna kadar (kırmızıüstü, İR) ışık veren lazerler geliştirilmiştir. Kristal lazerler arasında bilimde ve teknolojide en çok kullanılanı yttrium-aluminyum gamet (YAG) kristaline katkılanmış neodimium'un laser maddesi olarak kullanıldığı Nd: YAG laseridir. Bu laser ruby laserde olduğu gibi flaş lambası veya yarıiletken laseri ile tetiklenmekte ve yaklaşık 1.0m dalgaboyunda (yakın İR) laser ışığı üretmektedir.

Günümüzde teknolojisinde en geniş uygulama alanı bulan laser türü yarıiletken laseridir. Işık salınım diyodlarına (light-e-mitting diods, LEDs) benzer bir mekanizma ile çalışan bu mini laserler LED'den farklı olarak miliwatt'ian bir kaç watt'a kadar kırmızı ve yakın kırmızıüstü bölgede etkilenmiş emisyon (stimulated emission) verirler.

Gaz laserlerden argon iyon laseri bir kurşun kalem kalınlığında 50 watt'a kadar sürekli dalgalı ışık verir. Işık gösterilerinde kullanılmasından başka bilim araştırma ve tıpta önemli uygulama alanları bulunan bu laser 488 nm ve 514.5 nm ağırlıklı olmak üzere çeşitli dalgaboylarında kesikli çizgilerde laser ışığı üretir. Bu laserin dalgaboyunun sadece kademeli olarak değiştirilebilir olması sınırlamalar getirmektedir. Bunun yerine argon iyon veya krypton iyon laseri ile optik olarak pompalanarak uyarılan dye (boya) laserin dalgaboyu kademersiz olarak değiştirilebilmektedir (tunable). Dye moleküllerin bant şeklindeki geniş enerji düzeyleri dalgaboyu kesiksiz olarak değiştirilebilen laser ışığı üretmeye uygundur, örneğin, rhodamine 6G dye maddesi 560-640 nm (yeşil-sarı-kırmızı) arasında sürekli dalga üretebilmektedir. Bu gün dye laser ile 300 nm'den (UV) 1200 nm'ye (İR) kadar her dalgaboyda laser ışığı

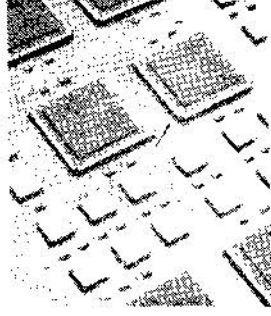
elde edilebilmektedir. Ayrıca yüksek çözme güçlü spektroskopik araştırmalarda çok önemli olan femtosaniye pulsaların üretimi mümkün olmuştur. 1987 yılında AT & T Bell Laboratuvarlarında ring dy laserinden 6 fs süreli pulsalar elde edilmiştir. Bu puls genişliği bu güne kadar erişilen en kısa laser puls genişliğidir. 6 fs süreli 600 nm dalgaboyundaki bir optik sinyalin bir periyodunda (Periyot = dalga-boyu/ışık hızı) sadece 3 adet optik dönü (cycle) bulunmaktadır. Dye laser'in dalgaboyu ayrıca dalgaboyunun milyonda biri kadar (örneğin, 600 nm'de çalışan bir laserde  $\lambda = 6 \times 10^{-10}$  nm) stabil hale getirilebilmektedir. Son birkaç yıl içinde geliştirilen dye laserlerde laser kavite stabilitesi trilyonda bir ( $\lambda = 6 \times 10^{10}$  nm) kadar artırılmış bulunmaktadır. Bu teknoloji öncelikle spektroskopide atom ve molekülleri ultra yüksek duyarlılıkta

araştırma olanağı sağlamaktadır. 1989 yılında ABD'de piyasaya sunulan dalgaboyu değiştirilebilen bir tür katı hal laseri, kullanım kolaylığı ve daha ekonomik olması bakımından dye laser'in yerine geçebilecek niteliktedir. Titanum atomları katkılanmış safirin (sapphire) aktif laser maddesi olarak kullanıldığı bu yeni laser 700 nm-1100 nm arasındaki tüm bölgeyi kademersiz olarak tarayabilmektedir.

Endüstride kullanılan güçlü laserlerin başında CO<sub>2</sub> laseri gelmektedir. Karbon dioksit molekülünün aktif madde, azot gazının uyarma malzemesi olarak kullanıldığı bu laser kırmızıüstü spektrum bölgesinde ( $\lambda < 10,6$  um) sürekli veya darbeli ışık demeti üretmektedir. 1988 yılında başlatılan EUREKA\* laser programında yer alan "Eurolaser" projesi kapsamında, 14 Avrupa ülkesinin katılımı ile, 25 kW gücünde CO<sub>2</sub> laseri ve endüstriyel uygulamalar için gerekli bileşenlerin yapımı sürmektedir.[2]

Son yıllarda endüstride olduğu kadar bilim ve tıptaki uygulamaları ile önem kazanan laser çeşidi excimer veya exciplex laseridir. "EXCIMER" ya da "EXCIPLEX" sözcüğü "EXCIted diMER" veya "EXCIted comPLEX" terimlerinin kısaltılmış şeklidir. Burada dimer birbirinin aynı iki atomdan, kompleks ise iki veya daha fazla farklı atomlardan oluşan molekül anlamındadır. Asal gaz dimerler, örneğin Kr<sub>2</sub><sup>\*</sup>, Ar<sub>2</sub><sup>\*</sup>, Xe<sub>2</sub><sup>\*</sup> (yıldızlar moleküllerin elektronik uyarılmış durumlarını ifade etmektedir) ve asal gaz kompleksleri, örneğin ArF<sup>\*</sup>, KrF<sup>\*</sup>, XeCl<sup>\*</sup>, XeP ve KrCL<sup>\*</sup>. sadece elektronik uyarılmış enerji düzeylerinde molekül halinde bulunmakta, temel enerji durumunda ise atomlarına ayrılmaktadırlar. Genellikle elektron çarpışması ile uyarılan bu laserin en önemli özelliği UV bölgede 157 nm ile 351 nm arasında muhtelif dalgaboylarında güçlü ışık üretebilmesidir. UV spektrum bölgesinde en güçlü laser ışık kaynağı kullanılmış excimer laseridir.

Bilhassa malzeme işlemede kullanılmak üzere güçlü excimer yapımı çabaları son sekiz yıl içinde hızlanmıştır. Bu alanda ulaşılan en yüksek güç 750 watt olup, XeCl molekülü kullanılarak Lambda Physik, Göttingen, F.Almanya, firması tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu laser'in ürettiği pulsların enerjisi 1,5 joule ve tekrarlanma frekansı 500 Hz'dir. Yüksek güçlü excimer laser yapımı çalışmaları Birleşik Amerika ve Japonya'da sürdürülen araştırmaların yanında EUREKA programının odak noktalarından birini oluşturmaktadır. Eurolaser programında yer alan excimer projelerinin bir tanesi gücü 1 kW'ın üzerinde excimer yapımını ve endüstride uygulamayı amaçlamaktadır. Diğer excimer projesi 10 kW laserlerin geliştirilmesini öngörmektedir.



**“En ucuz enerji kaynaklarından olan kimyasal enerjinin uyarma enerjisi olarak kullanıldığı kimyasal laserler askeri savunma silahı olarak kullanılabilir.”**

En ucuz enerji kaynaklarından olan kimyasal enerjinin uyarma enerjisi olarak kullanıldığı kimyasal laserler askeri savunma silahı olarak kullanılabilir. ABD silahlı kuvvetlerinin denediği "the Mid-Infrared Advanced Chemical Laser (MIRACL)" bir kaç saniyelik aralıklarla 3,6 um - 4,0 um (iR) dalgaboyları arasında iki milyon watt'ın üzerinde güç elde edilebildiği literatürde yer almaktadır. Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarlarında (ABD) füzyon reaktöründe kullanılmak amacıyla 100 trilyon watt gücüne ulaşan nanosaniye pulslar üretilebilmektedir.[3]

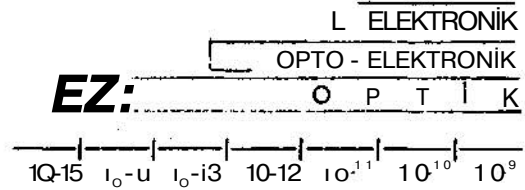
### III. Bazı Uygulamalar

Laserin en yaygın uygulaması kuşkusuz bilgi işlem ve iletişim alanlarında görülmektedir. Küçük bir yarıiletken laserden elde edilen kırmızıüstü ışık demeti vasıtasıyla kompakt disk cihazlarında müzik çalınmaktadır. Bu ışık demeti mikron büyüklüğünde odaklanabilmekte ve 12-cm diske 75 dakika süreli sayısal (digital) müzik depolayabilmektedir. Aynı teknoloji 12-cm diske kaydedilmiş 600 milyon byte (sekiz bit birim) bilgisayar datayı görüntüleyebilmektedir. Diğer yandan yarıiletken laserler pek çok bilgisayar yazıcının kalbi durumundadır. Laser yazıcılar fotokopi cihazlarına benzemelerine karşın, yazının fotokopisini çıkarmazlar tersine depolanmış olan bilgiyi yarıiletken laser yardımıyla kaydederler. Laser teknolojisinin bir ürünü olan bu cihazlar hızlı ve kaliteli olmalarından dolayı günlük yaşamımızda önemli yer tutarlar.

Fiber optik telefon bağlantılarında yine yarıiletken laserler kullanılmaktadır. Bir laser demeti binlerce telefon konuşmasını aynı anda nakledebilmektedir. Fiber optik telefon hatları şehirler, ülkeler ve kıtalar arasında haberleşmeyi sağlamaktadır. 1988 yılında kullanıma açılan transatlantik telefon kablosu (TAT-8) bu teknolojinin son ürünlerinden bir tanesidir.

Çok hızlı elektronik ve opto-elektronik cihazların yapılması ve elektronik endüstrisinde kullanılmasında ultra kısa optik pulsların rolü ve önemi hiç şüphesiz tartışılmaz. Optik metodların, benzer ölçüm teknikleri aşan ultra-kısa zaman ayırma gücü bulunmaktadır. Halen kullanılmakta olan yüksek hız teknolojilerinin zaman ölçeklerini karşılaştırdı-

ğımızda Şekil -1'de görülen durum ortaya çıkar.[4] Buradan da görüldüğü gibi optik sistemlerin hızı diğer yüksek hız teknolojilerinin hızını aşmaktadır. Yüksek hızlı elektronik aygıtların araştırılması ve geliştirilmesi pikosaniye süreli optik pulslar sayesinde mümkün olabilmektedir. Opto-elektronik, optik ile elektronik alanlarını birbirine bağlamakta ve optiğin yüksek hız özelliğini elektronik ile bütünleştirmektedir. Optik puls üretiminde birkaç femtosaniyeye ve bununla beraber muhtelif araştırma laboratuvarlarında opto-elektronik ölçmelerde pikosaniyenin altında çözme gücüne ulaşılmıştır.



Z A M A N (saniye)

Optik pulsların yüksek hız elektronik cihaz, devre ve malzemelerin ölçüm ve kontrolünde kullanılması son on yıldır büyük bir hızla gelişmektedir. Optik ve optiğin bütünleşmesi, elektronik sistemlerde hızın ve kullanım esnekliğinin artmasını sağlamaktadır. Nano-ölçek ve ultrahızlı aygıtların (Nano-Scale and Ultrafast Devices) yapılması son yıllarda femtosaniye laserler sayesinde optik örneklem teknikleri ve süper bilgisayarların geliştirilmesi ile mümkün olabilmektedir.[5] örneğin, holografik litografi yöntemlerle 193 nm dalgaboyunda çalışan ArF laseri kullanılarak periyodu yüz nanometre olan kırınım ağı yapımı mümkün olmuştur.[6] Optik kırınım ağına 100 nm çizgi aralığı 10 000 çizgi/mm duyarlılığa karşılık gelmektedir. Görünür laser ışığı kullanılarak holografik interferometri yöntemlerle üretilen optik ağı yaklaşık 6000 çizgi/mm duyarlılığa ulaşabilmektedir.

Fizik, kimya ve biyolojide ultra hızlı olayların (ultrafast phenomena) araştırılması femtosaniye pulslar sayesinde mümkün olabilmektedir. Ultra yüksek güçlü femtosaniye pulslar küçük bir bölgeye odaklandığında elde edilen yüksek güç yoğunluğu çok foton etkileşmelerinin incelenmesinde fevkalade önem taşımaktadır.

Örneğin 1 terawatt puls gücü 0,1 mm çaplı bir beneğe odaklandığında  $10^{16}$  W/cm<sup>2</sup> güç yoğunluğuna ulaşılmıştır. Günümüzde  $10^{18}$  W/cm<sup>2</sup> güç yoğunluğuna ulaşılmıştır. Yakın gelecekte bu yoğunluğun  $10^{20}$  W/cm<sup>2</sup> değerine çıkarılması beklenmektedir. Güç yoğunluğunun bu düzey-

lerinde elde edilen elektrik alan şiddeti atomların içinde mevcut olan elektrik alanının şiddetinden yüksektir ve bu denli yüksek alanın etkisinde kalan atomların elektronları atomdan tamamen kopmakta ve atom iyon haline geçmektedir. Bu koşullar altında çok foton iyonizasyon dinamiğinin araştırılması en güncel araştırma konularından biri durumundadır.

Excimer fotonların kuantum enerjisi (dalga boyu UV bölgede) moleküllerin elektronik uyarma enerjileri hatta disosiyasyon enerjileri düzeyindedir. Bu nedenle metallerin morüstü ışığı yansıtma derecesi oldukça düşüktür ve tüm metaller morüstü ışığı kırmızıüstü ışıktan daha çok soğururlar. Excimer laserin diğer bir özelliği de kısa süreli yüksek puls gücüne sahip olmasıdır. Örneğin, 10-300 ns süreli bir excimer pulsunun gücü bir kaç megawattır. Özellikle enerji nakli ısı iletkenliği ile sağlanan maddelerde (metallerde) excimer ışığı ile sınırlı bir bölgede yüksek enerji yoğunluğuna ulaşılabilir. Bu özellikleri nedeniyle excimer laserleri spektroskop!, lineer olmayan optik, ölçme teknikleri, fotokimyası, çevre kirlenmesi araştırmaları, füzyon ve çeşitli tıp dallarında olduğu kadar şimdi de endüstride metal ve termal olmayan (plastik, seramik gibi) malzemenin işlenmesinde kullanılmaktadır. 1989 laser piyasasında en çok satılan laser çeşidi excimer laseri olmuştur.[7]

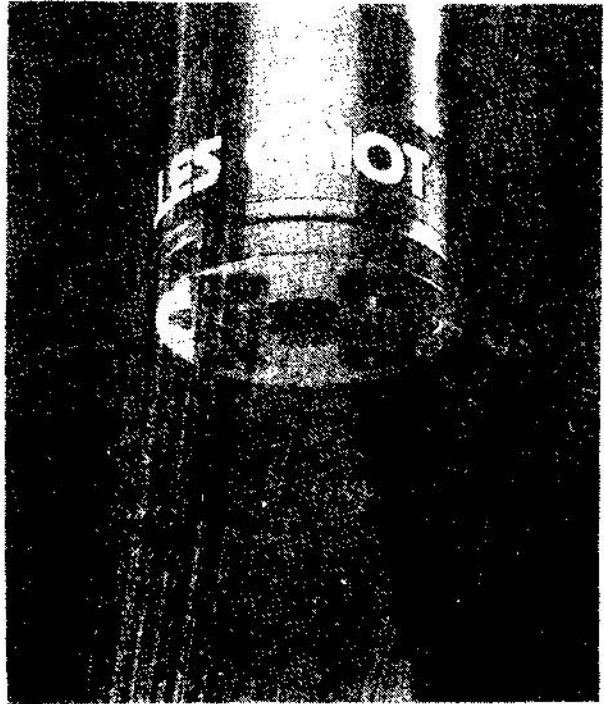
Hemen hemen her cins malzemenin kesilmesi, eritilmesi, delinmesi işlemlerinde ve entegre devrelerin imalatında bu güne kadar sadece CO<sub>2</sub> ve katı hal laserlerinin kullanıldığı bilinmektedir. Yukarıda kısaca özetlenen özellikleri nedeniyle excimer laserleri malzeme işlemede ön plana geçmiş bulunmaktadır. Bu alanda laserin olduğu kadar uygulama tekniklerinin de geliştirilmesi çalışmaları yoğun biçimde devam etmektedir. Eureka programında öngörülen güçlü excimer laserleri bilhassa seramik ve polimer işlemede, yarıiletken teknolojisinde ve yüksek sıcaklık süper iletkenlerin imalatında kullanılması planlanmıştır.

Excimerlerden ArF (193 nm) ve XeCl (308 nm) laserleri ile tıpta önemli uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Bunlardan 193 nm dalgaboyundaki excimer göz tedavisinde, 308 nm excimer de iç organların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. İnsan dokusunda nanosaniye süreli ultra kısa morüstü pulsların sadece uzaklaştırma (ablation) efekti etkin olmaktadır. Bu pulsların etkisiyle fotokimyasal olay sonucu moleküller arası bağlar kopmakta ve pulsá maruz kalan madde kinetik olarak yerinden koparılmaktadır.^] Bunun yanında 308 nm dalga boyunda termik olay sözkonusu olup, laser pulsunun etkisinde kalan doku ısı enerjisi soğurması ile aniden ısınmaktadır. Bunun yanında uzaklaştırma olayı da etkin olmaktadır. Arzulanan etkinliğin büyüklüğü laser puls enerjisine bağlıdır. Pulsu laser sistemlerde pulsun enerjisi, tekrarlanma frekansı ve genişliği değiştirilebilmektedir. Bu parametreleri değiştirmek suretiyle laser'in dokuya etkinliği (ısınma miktarı ve diğer yan etkileri) kolaylıkla kontrol edilebilmektedir.

Excimer laserin tıpta en çarpıcı uygulaması görme kusurlarının giderilmesinde gerçekleştirilmiştir. Gözleri miyop olduğu halde gözlük, kontak lens gibi optik araç kullanmak zorunda olmamak bu insanlar için fevkalade bir değişiklik olmalıdır. 193 nm excimer laseri ile korneadaki kusurun düzeltilmesi F. Almanya'da geliştirilen bir teknikle müm-

kün olmuş ve başarı ile uygulanmıştır.[9] Yaklaşık 4,5 mm çapındaki kornea'nın ortasından aşağı yukarı 40 mikron kalınlığındaki bir tabakanın uzaklaştırılması ile gerçekleştirilen bu teknikle korneadaki -7 diyoptriye varan göz kusurunun giderilmesi mümkün olmaktadır. Aynı teknikle korneadan halka biçimindeki bir tabakanın uzaklaştırılması suretiyle korneanın ışığı kırma gücünün yükseltilmesi ve hipermetrop görme kusurunun da tedavisinin mümkün olabileceği ifade edilmektedir.[10] Gözün iç basıncının yükselmesinden kaynaklanan kusurların da tedavisinde excimer laserinin kullanılabileceği düşünülmektedir.

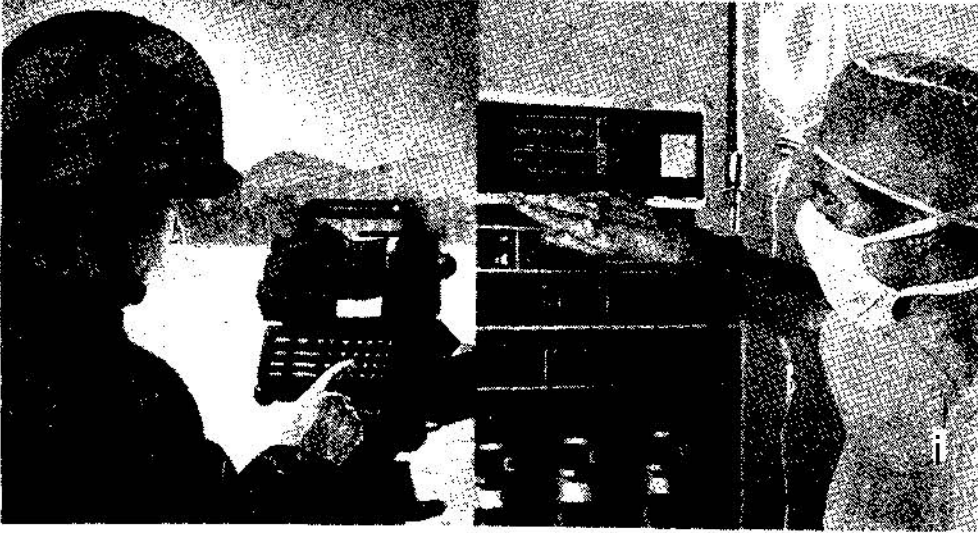
Excimer laserin tıpta "uygulamalarından biri de tıkanan damarların açılmasında uygulanmasıdır. Işık lifleri ile damar içinden tıkanmış bölgeye ulaşan 308 nm laser pulsları tıkanmaya neden olan cismi uzaklaştırmaktadır. Bu gün röntgen kontrolünde fiber kalınlığındaki damarlara uygulanabilen bu tedavi yöntemi ile excimer laseri sayesinde damar tıkanan çok sert cisimler dahi uzaklaştırılabilmektedir.



Son on yıl içirce yaşanan bu gelişmelerin ışığında ileriye baktığımızda, miliwatt düzeyinde düşük güçteki yarı iletken laserler ile megawatta varan çok yüksek güce sahip laserlerin yapımı ve uygulaması başta olmak üzere, laser teknolojisindeki ilerlemenin 1990'lı yıllarda da aynı hızla devam edeceği anlaşılmaktadır.

#### IV Türkiye'de Laser Teknolojisi

Burada sadece bazı örnekler üzerinde özetlenen çağdaş laser teknolojisinde son on yılda kaydedilen hızlı gelişmeler, bilim ve teknolojinin öncülüğünü yapan ileri sanayi ülkelerinin araştırma laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar düzeyinde ve bu gelişmeler katkıda bulunabilecek nitelikte bilimsel araştırma ve uygulamaların

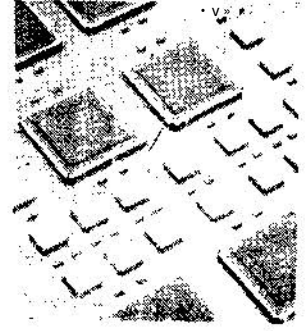


Bugün Laser dünyada yoğun olarak tıp ve silah endüstrisinde kullanılıyor

ülkemizde de yapıldığını söylemek mümkün değildir. Ancak üniversitelerimiz ve araştırma merkezlerimizde bazı bilimsel araştırma ve uygulamalarda laser teknolojisinden kısmen yararlanılmaktadır. ODTÜ, Bilkent Üniversitesi ve Hacettepe Üniversitesi Fizik Bölümlerinde laser yapımı ve bilimde uygulamaları konularında çalışmalar yürütülmektedir. Bunlardan ODTÜ Fizik Bölümünde argon iyon laseri ile pompalanan dye laser kullanılarak atomik spektroskopi ve holografik interferometri alanlarında araştırmalar yapılmaktadır. TAEK ve TÜBİTAK'a bağlı araştırma enstitülerinde düşük enerjili laser yapımı çalışmaları bulunmaktadır, örneğin Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezinde 5 watt gücünde cw CO<sub>2</sub> laser yapımı gerçekleştirilmiştir.

Aselsan'da laser yapımı ve uygulamaları konularında bazı çalışmalar yapılmaktadır. Arifiye Tank ve Palet Fabrikasının optik atölyelerinde yüksek duyarlı laser optik bileşenler üretilebilmektedir. Bazı sağlık kuruluşlarında özellikle göz hastalıkları tedavisinde laser kullanılmaktadır. Ayrıca PTT'nin fiber optik teknolojisinden yararlandığı bilinmektedir.

Ülkemizde laser teknolojisi alanında araştırma, geliştirme ve uygulama faaliyetlerine gelişme yolundaki benzer diğer ülkeler kadar önem verilmektedir. Benzer çağdaş teknoloji dallarında olduğu gibi, laser teknolojisinde de Devlet-Endüstri-Üniversite işbirliği henüz kurulamamıştır. Bilimsel ve teknik araştırma faaliyetleri üniversite ve eğitimden endüstriye yeterince kaydırılmamış olmasının bir sonucu olarak, laser teknolojisi de kalkınma hedefleri doğrultusunda bir program içinde yerini almamıştır. Bu alanda da araştırma-geliştirme faaliyetleri ile endüstri arasında kaçınılmaz olan organik bağın kurulması ve yerli teknoloji için temel olan ulusal bilim-teknoloji bütünlüğünün yerine oturması gerekmektedir. 21. yüzyıla hazırlanan ülkemiz endüstrisinin çağdaş laser teknolojisinin sivil ve



"21. yüzyıla hazırlanan ülkemiz endüstrisinin çağdaş laser teknolojisinin

sivil ve askeri alanlardaki uygulamalarından yeterince ve etkin biçimde yararlanabilmesi için araştırma ve geliştirmeye dayalı teknolojik uygulamalara zaman kaybetmeden girmesi kaçınılmazdır."

askeri alanlardaki uygulamalarından yeterince ve etkin biçimde yararlanabilmesi için araştırma ve geliştirmeye dayalı teknolojik uygulamalara zaman kaybetmeden girmesi kaçınılmazdır.

#### KAYNAKLAR:

- [1] C.H. Townes and A.L. Schawlow, Phys. Rev. 112, 1940 (1958)
- [2] R. Crafer and P. Hilton, Physics Wodd, July 1990,
- [3] J. Hecht, "InsideScience" in New Scientist, 17 June 1989.
- [4] C.V. Shank, "The Role of Ultrashort Optical Pulses in High-Speed Electronics" in "Proceedings of the First Picosecond Electronics and Opto-electronics Conference'/Rochester. 1985; Eds. D.M. Bloom and C.H. Lee, Springer-Verlag
- [5] F. Caposso, Physics Today, February 1990, Special Issue; H. I. Smith and H.G. Craighead, Physics Today, February 1990,
- [6] J.P. Kotthaus, Phys. Ser. T19, 120 (1987)
- [7] Lasers & Optonics 1, 39 (1990)
- [8] R. Srinivasan and V. Mayune-Banton, Appl. Phys. Lett. 41, 576 (1982)
- [9] T. Seiler, M. Kriegerewski, and N. Schneu, Refractive in Corneal Surgery 6 (baskıda)
- [10] Phys. Bl. 46, 156 (1990)

Lütfen adres değişikliklerinizi dergimize iletiniz...