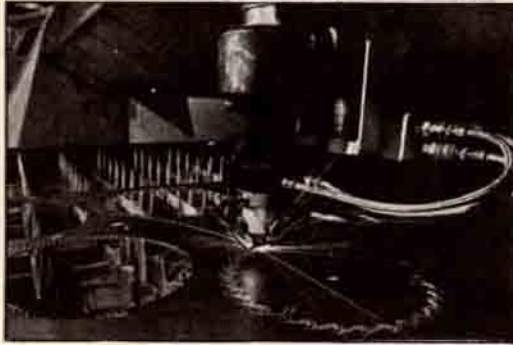


Çağımızın Sihirli Işığı : LASER

Allen A. BORAİKO

Her sabah, mercan kırmızısı bir şafakla ilk laser ışınları Mars'ın üzerine düşmeye başlar. Kırmızı kum ve kayaların oluşturduğu çöllerden 40 mil yukarıda karbon dioksit atmosferinin içinde bir kıvılcım parlar. Kırmızı ötesi güneş ışınlarının başlattığı bu ışımaya binlerce nükleer reaktörün verdiği enerjiye eşdeğer biçimde gittikçe güçleşerek devam eder. Böylece güneş batınca ya kadar, Mars gezegeni göz kamastırıcı laser banyosunu almayı sürdürür.



TEKNOLOJİDE LASER :

Mavi laserle bir yonga (chip)'nin yapılışı. Bu arada, alçak enerjili kırmızı laserle işlem izlenmektedir (açık renk çizgilerin içindeki bölüm). Fotoğrafta mavi laserin çok dar bir açı ile yansımaları da görülüyor.

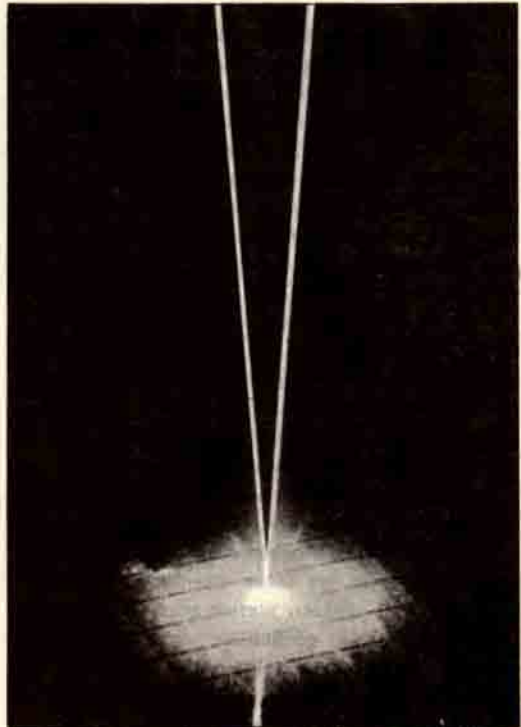
Karbon dioksit laserleriyle en sert metaller çok hızlı ve düzgün biçimde kesilirler. Örneğin yukarıdaki resimdeki çelik testere bıçakları ikişer dakikada kesilirler.

Çağımızın sihirli ışığı laser, teknolojik mucizelerin kapısını zorlayarak, insanlığa yeni umutlar müjdeliyor.

Astronomlar bu durumun ancak 1980 yılında farkına varabildiler. Bu kırmızı gezegen belki de güneş sisteminin oluşumundan bu yana bu görkemli sahneyi yaşamaktadır.

1898'de H.G. Wells'in "Dünyalararası Savaş" adlı romanında Marslılar Dünya'yı işgal etmekte ve laser benzeri bir ölüm ışını kullanmaktaydılar. Bu ışın binaları yıkmakta, ağaçları yakmakta ve demiri kağıt gibi delmekteydi.

1917 yılında Albert Einstein, belirli koşullarda atom ve moleküllerin ışık veya diğer çeşit radyasyonu soğurabildiklerini, daha sonra borç aldıkları bu enerjiyi çoğaltarak geriye verebileceklerini ortaya attı. 1950'lerde Amerikalı ve Sovyet fizikçiler borç alınan bu enerjinin nasıl güçlendiğini açıklayan kuramlar önerdiler. Theodore H. Maiman, 1960'da yapay yakut çubuk kullanarak, Dünya üzerindeki ilk kırmızı laser ışığını elde etmeyi başardı.





Bir akciğer kanseri ameliyatından önce, küçük laser lifinin kontrolü.

Bugün laser spektrumu, kırmızı ötesi ve mor-ötesi görünmez bölgeden başlamak üzere, gökkuşağının tüm renklerini kapsamaktadır. Wells'in ölüm ışığında olduğu gibi, bazı laserlerin ışığı topluluğuna bası büyüklüğündeki bir noktaya odaklandığında enerjisi yoğunlaştırılabilir. Bu enerji o noktada, nükleer patlama etkisinden milyon kez daha hızlı ve şiddetli bir etki oluşturarak demiri buharlaştırabilir. Bazı laserler ise yumurtayı bile kaynatacak kadar enerji veremezler.

Bilim zıdamları laserleri son derece değişik ve akla gelmeyen dalelerde kullanılır duruma getirmeye çalışıyorlar. Gazetsler, fotoğrafları ve haritaları baskı levhalarına geçirmek için laser kullanırcılar. FBI, laser vesitesiyle kırk yıl önce bir-kızıl ve başka yöntemlerle belirlenemeyen parmak izlerini ortaya çıkartıyor. Laser ile arabe parçaları kaynak yapılabiliyor, fıstık kabukları soyulabiliyor ve bebek biberonlarına delikler açılıyor.

Tıp alanında ise laser cerrahların ameliyathanede tercih ettikleri aletler arasına girmiş durumda. Üç boyutlu görüntüler oluşturmakta, yine laser ile elde edilen hologremler karşımıza çıkmaktadır. Laser ile volkanik gazlar izlenebilmekte, fırtınalar haber alınmakta ve Mars'in üzerin-

LASER NEDİR ?

Dr. Satılmış ATAĞ*

Laserin temeli atom veya moleküllerin enerji düzeyleri arasındaki elektromanyetik geçişlere dayanır. Bir atomun iki enerji düzeyi E_1 , E_2 olsun ve E_1 düzeyinin enerjisinin E_2 'ye göre daha büyük olduğunu varsayalım. Atom ve moleküller daima daha düşük enerji düzeyinde bulunmak istediklerinden, başlangıçta E_1 enerjisine sahip olan atom, kendiliğinden veya başka bir yolla E_2 düzeyine iner. Bu arada, enerji ($E_2 - E_1$) kadar olan bir foton salar. Eğer atom kendiliğinden bu geçişi yaparsa, salınan fotonun yönü tamamen gelişigüze'dir. Eğer E_1 düzeyindeki atom ($E_1 - E_2$) enerjisindeki başka bir fotonla etkileşerek E_2 düzeyine inerse, burada salınan fotonun yönü ve fazı, geçişe etki eden fotonla aynıdır. Bu ikinci geçiş biçimine, uyarılmış salım (stimulated emission) denir. Laserin çalışma ilkesi uyarılmış salıma dayanır.

Şimdi çok sayıda aynı atomlardan oluşan bir sistem alalım. Başlangıçta atomlar en alt enerji düzeylerinde bulunduğundan, herhangi bir yolla atomların büyük çoğunluğunun E_1 düzeyine çıkarılması gereklidir. Buna pompalama işlemi denilmektedir.

E_1 ve E_2 enerji düzeyleri arasındaki geçişten bir laser ışığı elde edebilmek için, atomların E_2 düzeyinde kalma süresi, E_1 düzeyinde

* ODÜ F.2 Böl.

deki doğal laserin varlığı ispatlanmaktadır. Her biri yüzlerce telefon konuşmasını ileten laser demetleri, cam lifleri yardımıyla yeraltından uzaklara taşınabildiğinden haberleşmede hatırı sayılır bir rol almaktadır.

Laserin basit bir buluş olmadığı, teknoloji ve temel bilimler açısından çok daha umut verici temel görevleri olduğu ortaya çıkmıştır. Bu yeni görevleri sayesinde açıklığa kavuşması beklenen bazı konular şunlardır:

- DNA moleküllerinin davranışı ile kalıtımı sağlayan genetik bilgilerin çözülmesi.
- Hidrojen izotoplarının yapay kaynaşması (fusion) ile gelecekteki enerji sorununun çözülmesi.

kalma süresinden çok daha uzun olmalıdır. Böylece pompalama sonunda, E₂ düzeyinde bulunan atomların sayısı daima artacaktır.

NASIL ÇALIŞIR?

Bir laserin genel çalışma ilkesini anlamak için silindirik biçiminde bir kap alıp, bu kabın içinde laser için gereken ortamı hazırlayalım. Silindirin tabanlarına ise yarı gümüşlenmiş aynalar koyalım. Herhangi bir kaynakla pompalama işleminin yapılmış olduğunu ve ortamdaki atomların çoğunluğunun E₂ düzeyine çıktığını varsayalım. E₂ düzeyindeki atomlardan birinin, aynaların eksenleri doğrultusunda kendiliğinden bir foton salarak E₁ düzeyine geçiş yaptığını düşünelim. (E₂-E₁) enerjili bu foton, yolu üzerinde bulunan E₂ enerjisine sahip başka bir atomla etkileşecek ve kendisiyle aynı yönlü ikinci fotonun oluşmasına neden olacaktır. Bu iki foton, eksen boyunca yollarına devam ederken, silindirin tabanlarına çarpsalar bile, aynalardan yansiyarak tekrar ortam içine gireceklerdir. Yolları üstünde olan diğer atomlarla etkileşerek, uyarılmış salınım yolu ile kendi doğrultularında yeni fotonlar oluşturacaklardır. Aynalardan devamlı yansiyarak çığ gibi artacak olan bu fotonlar, en sonunda aynalardan birinden dışarıya çıkarak, laser demetini meydana getireceklerdir. Aynaların kaplama kalınlıkları öyle seçilir ki, oluşan fotonlar belirli bir sayıya ulaşmadan aynalardan dışarıya çıkmasın.

LASER ÇEŞİTLERİ

Laserler kullanılan maddeye göre katı, gaz, yarı-iletken ve sıvı laserler olmak üzere dört sınıfta toplanabilir:

KATI LASERLER : Katı laserlere en güzel örnek, ilk laser olan, içine Cr³⁺ katılmış ya-

kut kristalinden elde edilen laserdir ve kırmızı ışık verir. Başka bir örnek ise, içine neodimilyum katılmış YAG (Yitriyum-alüminyum-garnet) laseridir. Elmas taklidi olan bu maddenin saldığı ışık, kırmızı ile kızılötesi bölge arasındadır. Katı laserler, genellikle flaş tüpleri ile pompalanırlar. Birçok yerde dış aynalar yerine, kristalin iki yüzeyi parlatılarak laser ko- vuğu elde edilir.

GAZ LASERLER : Gaz laserler, atom, iyon ve molekül laserler olarak üç bölüme incelenebilir. Helyum-neon laserini atom laserlerine, argon laserini iyon laserlerine, CO₂ laserini ise molekül laserlerine örnek olarak gösterebiliriz. Argon laseri, mavi ve yeşil ışığı aynı anda çıkarabilmekte, sürekli ve atmalı olarak çalışabilmektedir. Molekül laserler ise, çoğunlukla kızılötesi ışın salarlar. Çok yüksek güçlerde ışın saldığı için, CO₂ laserinin laserler arasında önemli bir yeri vardır. Gaz laserlerinde pompalama işlemi, deşarj tüpleriyle yapılmaktadır.

YARI-İLETKEN LASERLER : Yarı-iletken laserlerin üstünlüğü, boyutlarının küçük oluşu, verdikleri ışının genlik ve atma genişliklerinin çok iyi denetlenebilir oluşudur.

Elektronik atma devreleri yardımı ile pompalanan bu tip laserlerle 1988 yılında Avrupa ve Amerika arasında, cam lifleri kullanılarak deniz dibinden iletişim düşünülmektedir.

SIVI LASERLER : Bu türdeki en önemli laserler, boya laserleridir. Bu laserlerin en önemli özelliği, parıldama salım tayflarının genişliğinden dolayı, çıkış dalgı boylarının bir aralıkta ayarlanabilir olmasıdır. Parıldamalı boyların çokluğu nedeni ile, boya laserleriyle bütün görünür bölgeyi kapsayan, ayarlanabilir bir ışık kaynağı elde edilebilmektedir. ■

- Kanseri yenecek yolların bulunması ve tıkanmış damarların vücuda zarar vermeden açılması.
- Milyarlarca molekül içinden sadece birinin hareketleri hakkında bilgi edinip, ilaç yapımında maksimum yararın elde edilmesi.
- Deha küçük boyutlarda daha hızlı bilgisayarların yapımı.
- Nükleer silahlara karşı savunma tekniğinin geliştirilmesi.

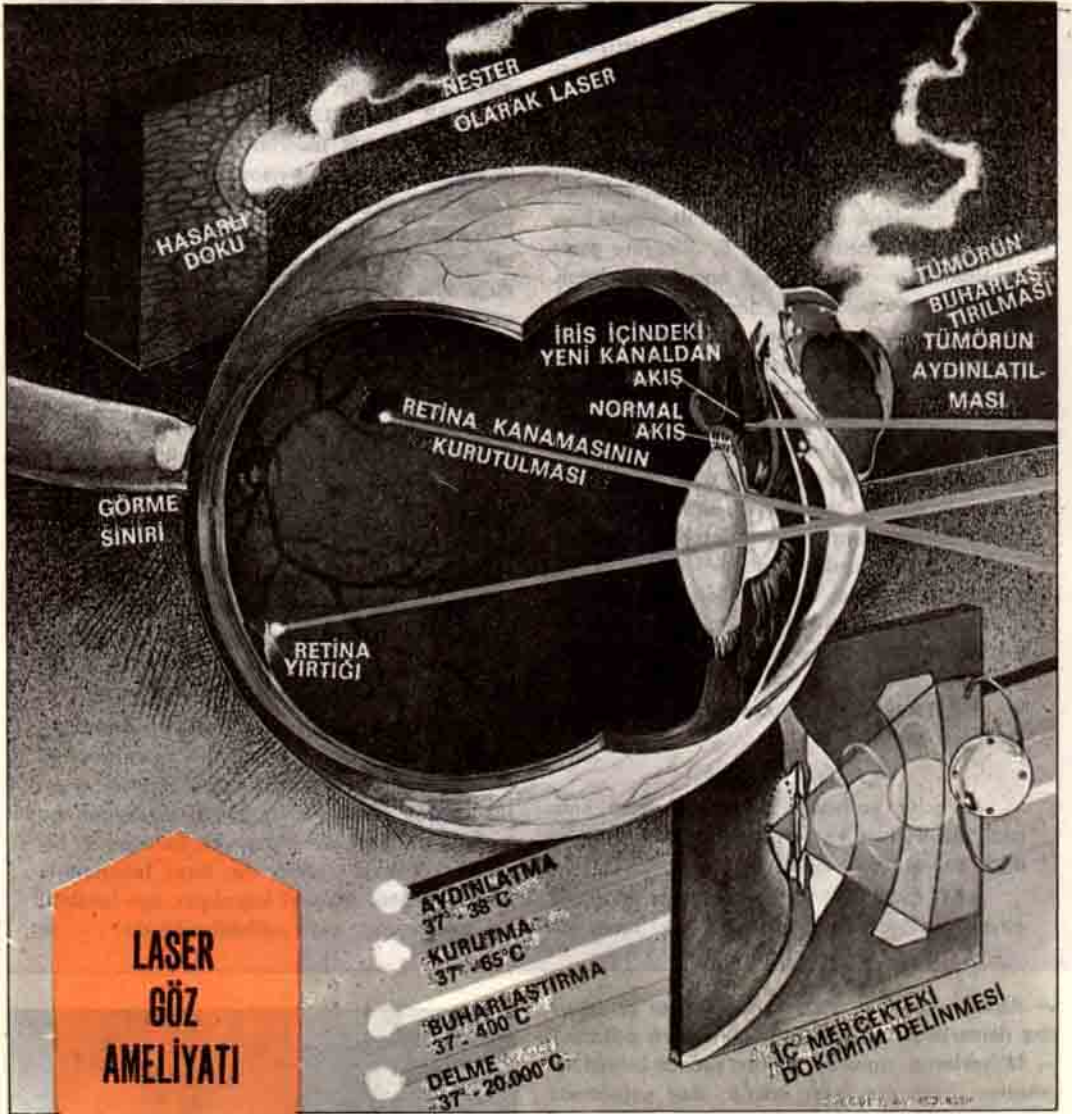
Argon laseri sayesinde deri gıysilerde, hatta insan derisi üzerindeki parmak izleri bile tespit edilip, kamera vasıtasıyla ekrandan izlenebilmektedir.



Müzik ile gürültü arasındaki fark ne ise, laser ışığı ile normal ışık arasındaki fark da öyledir. Seste olduğu gibi, ışık da dalgalar halinde yayılır; rengi ise frekans ve dalga boyuna bağlıdır. Bir elektrik ampulünden, yanan bir ateşten veya Güneş'ten gelen ışıklar uyumsuzdur (inco-

herent); yani çeşitli dalga boylarından oluşup her yöne yayılmaktadır. Güneş ışığı prizmadan geçirildiğinde, dalga boylarına göre sıralanarak, kendini oluşturan renklere ayrıldığını biliriz.

Laser ışığı uyumludur, tek renkten oluşup, tüm dalgalar aynı yönde hareket ederler. Laser



GÖZ AMELİYATLARINDA KULLANILAN DÖRT DEĞİŞİK ENERJİLİ LASER TÜRÜ :

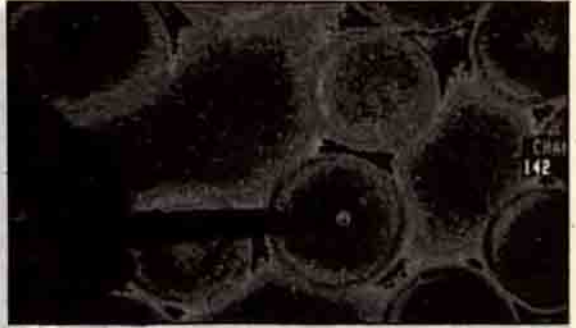
Bu dört değişik enerjili laser türü ameliyatlarda, aydınlatma, kurutma, buharlaştırma ve delme işlemlerinde kullanılmaktadır.

Açık enerjili kırmızı aydınlatma laserinin poz süresi yarım saate kadar çıktığı gibi, delici laserlerde bu süre saniyenin milyarda birine kadar inebilir.



Bir hastanın bacağındaki kan dolaşımının bozuk olduğu bölgeleri saptamak için laserle yapılan muayene (solda).

Alyuvar üzerinde laserle açılan yarım mikron (bir saç kılları = 80 mikron) genişliğindeki bir delik. Bu, bir laser demetinin odaklanabilme özelliği hakkında fikir verebilir.



ışığı dalgaları o kadar tekdüzedir ki, eğer bir laser demetini ses dalgaları gibi işitebilseydik son derece saf tek bir müzik tonu duyardık. Üstelik laserin paralel ışık dalgaları, tıpkı korodan çıkan sesler gibi, birbirlerini sürekli güçlendirecek bir uyum içinde hareket ederler. Böyle bir demet Ay'a kadar gönderilip tekrar Dünya'ya yansıtılabilir veya böyle bir demet ile saniyede bir trilyon derecelik sıcaklık elde edilebilir.

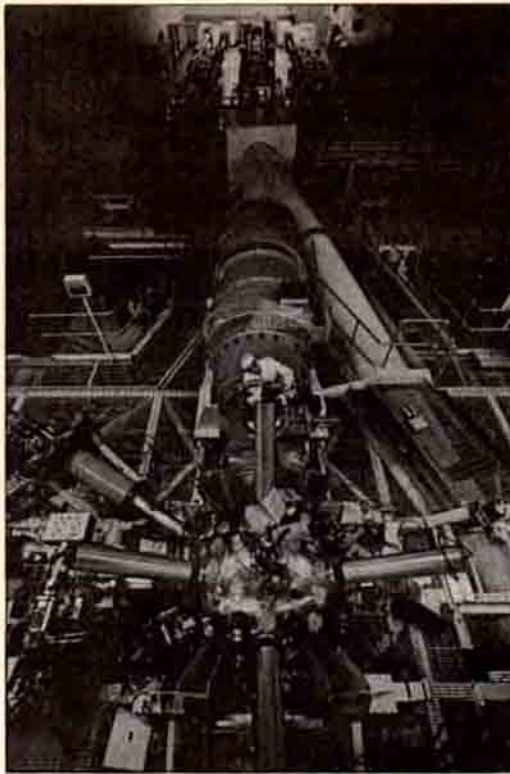
Kıtalarındaki kaymaları ölçmek için jeofizikçiler, belirli yörüngelerde dolanan uydulara laser ışığı gönderip tekrar Dünya'ya yansımaları sağlamaktadır. Bu arada geçen zaman, aradaki uzaklığın çok duyarlı bir ölçüsüdür. Bu tip taramalar sırasında ölçümlerdeki bağıl değişime, kıta kaymalarının izlenmesi ve yersarsıntılarının önceden tahmin edilmesinde en etkin yöntemdir.

Atmosferde veya okyanuslarda sürüklenen her madde, farklı dalga boylarındaki ışığı yansıtıp veya yutarak kendini belli eder. Kullanılan ışığın dalga boyu ne kadar saf olursa, aranılan maddenin teşhisi o kadar kesin olur. Laser ışığının saflığı sayesinde, havada sürüklenen zararlı gaz moleküllerini, nükleer santrallerin oluşturduğu kirlilikleri ve kaçak yapan doğal gazları kilometrelerce uzaktan algılamak mümkündür. Gelecekte, meteoroloji uydularından laser ile yapılacak atmosfer basıncı taramaları sonunda, 30 günlük hava raporunun doğru ve incelikle tahmini gerçekleştirilecektir.

Bir iğne ucundan bile çok daha ince laser demetlerinin elde edilebilmesi ve bunların gücünün duyarlı olarak ayarlanabilmesi, kansız ve dikkatsiz ameliyatların yapılabilmesini mümkün kıl-



Laser, giderek genişleyen iletişim gereksiniminin karşılanmasında da önemli rol oynayacak. Resimde üzerine laserle ses ve görüntü kaydedilen bir disk görülmüyor.



Enerjinin Hapsi - Kaynaşma: Kaliforniya'da Livermore Ulusal Laboratuvarı'ndaki kaynaşma laseri. Bu laser, atmalı çalıştığıında bir trilyon Watt'lık güç vermekte ve hidrojen izotoplarının yüksek basınçta buharlaştırılmasında kullanılmaktadır.

maktadır. Yırtılmış damar veya sinirler tekrar kaynaştırılmakta, üstelik diğer dokulara hiç zarar verilmemektedir. Yine zararsız bir biçimde, kötü huylu tümörler tamamen buharlaştırılmakta, kalp krizlerine neden olan damar tıkanıklıkları yok edilmektedir.

Geçen yıl Stanford Üniversitesi'nde bacak damarlarından biri tıkanmış olan bir hastaya laser cerrahisi uygulanmış ve ertesi gün hasta, birkaç aspirinle evine dönmüştür.

Birkaç yıl önce kadınlarda pelvis enfeksiyonlarında veya durmayan kanamalarda histerektomi (uterusun alınması) uygulanıyordu. Bugün laser tedavisi ile iç organlar korunarak, çocuk sahibi olma şansı devam etmektedir.

Bazı kanser tiplerinin erken teşhisi için, hücreler özel bir boya ile renklendirilip, laser tarayıcısı ile incelenir. Anormal hücreler daha çok boya yutarak daha parlak görülür. Kanserli hücre

Uzay Savaşları Senaryosu : Laserleri savunma alanında kullanmak için uzaya yerleştirilen uydulardan yararlanılması planlanmaktadır. Temsili resimde düşman uydusunu laserle yok eden bir savunma uydusu görülüyor.



sayısı diğer yöntemlerle saptanamıyacak kadar az bile olsa, laser tarayıcısı bunu algılayabilir.

Özellikle akciğer ve deri kanserinin tedavisinde, inek kanından hazırlanan laser ışığına duyarlı başka bir boya kullanılır. HPD (Hemato-porphyrin türeği) adı verilen bu madde vücuda verildiğinde, kanserli ve normal hücreler tarafından yutulur. HPD kötü huylu hücrelerde daha uzun süre kaldığından, diğer dokulara zarar vermeden bunları laser ile yok etmek mümkündür. Böylece X-ışınları ve kemoterapinin yan etkileri ortadan kalkmış olur.

Yanmakta olan bir madde alevinin özelliğini değiştirmeden incelemenin tek yolu laser kullanmaktır. General Motors Şirketi Laboratuvarlarında yakıt ve alevlerin incelenmesi sonucu, motorlarının verimi en üst düzeye çıkmış ve şirkete 1974'den bu yana dört milyar Dolar kazandırmıştır.



Laser ile Göz Ameliyatı: Laser göz cerrahisinde yepyeni bir çığır açmıştır. Fotoğrafta Los Angeles'taki bir çocuk hastanesinde cam lifi içinde taşınan boya laseri ile göz tümörünün tedavisi görülmüyor. Tedavi sırasında vücuda lasere duyarlı bir boya maddesi olan HPD verilmektedir. Bu madde kanserli hücrelerde daha uzun süre kaldığından, düşük enerjili bir laser ile tümör aydınlatılmakta, yüksek ısı veren başka bir laserle de tümör buharlaştırılmaktadır.

Bilim adamlarının en büyük ümidi, laser ile hidrojen izotoplarının birleştirerek, patlama tehlikesi olmayan ve radyoaktif artığı daha az bir kaynaşma enerjisi elde etmektir. Böyle bir reaksiyonu başlatmak için, dünyadaki tüm güç reak-

törlerinin toplam çıkış enerjisinin daha fazla enerjiye ve bir yıldızdaki kadar sıcaklık ve basınca ihtiyaç vardır. Laser kullanılarak elde edilen bu enerji, topluluğuna başı büyüklüğünde, içinde döteryum ve trityum bulunan bir damlada yoğunlaştırılmaktadır. Üstelik bu enerji, saniyenin milyarda biri kadarlık bir süre içinde oluşmaktadır. Bu kadar yüksek enerjiyi verebilecek laser laboratuvarları Amerika Birleşik Devletleri'nde, Rochester Üniversitesi'nde 12 trilyon watt gücünde neodimiyum-cam laseri OMEGA, Livermore'da NOVELTE ve başka bir laser-kaynaşma araştırma merkezi olan Ulusal Los Alamos Laboratuvarı'ndaki karbon dioksit laseri ANTARES'dir. Laser-kaynaşmasının, ancak 2000 yılından sonra ticari alana girmesi beklenmektedir.

Einstein tarafından ortaya atılan görecelik kuramına göre, herhangi bir noktadaki kütle hareketi, evrende kütle çekim dalgaları oluşturmaktadır. Uzayda ışık hızı ile yayılan bu dalgalar, rastladıkları her şeyi titreştirmektedir. Fakat bu dalgalardan etkilenen cisimlerdeki titreşimin genliği, bir atom çekirdeğinin genişliğinden daha küçük olabilir ve süresi de çok kısa olabilir. Bu nedenle, çok şiddetli patlamalardan doğan kütle çekim dalgalarının algılanması ümit edilmektedir. Eğer kütle çekim dalgalarının algılanması başarılabilirse, kendi galaksimizdeki yoğun bir yıldızın kendi içine anı çökmesinden oluşan süpernova olaylarının incelenmesi yeni bir boyut kazanacaktır. Laser kütle çekim dalga algılayıcısı ile bunun başarılması beklenmektedir.

National Geographic'den Çev. : Dr. Satılmış ATAĞ

ÖN KAPAKTAKİ RESİM :

Laserlerin çok yönlü özelliklerini canlandırmak amacı ile prizma benzeri optik aletler ve aynalarla gökkuşağı tayfları oluşturulur.

Dergimizin ön kapağında resimde böyle bir düzeneğe elde edilen, argon ve kripton laserlerinin gökkuşağı tayfı görülmüyor.

Keskin olman gerekiyorsa, uzatma. Sözlere de ışınlar gibidir, yoğunlaştıkça yakıcı olurlar.

Robert SOUTHEY