

Dünyanın Sınırlarını Türkiyede
Zorladığımız Teknoloji:

Askeri Lazer Uygulamaları

Lazerlerin askeri amaçlı iki temel kullanım şekli var. Ancak uzaydan bir lazer ışını gönderip füzeleri havada patlatmak bunlardan biri değil. Çünkü bu pratik olarak mümkün değil. Bu konuya daha sonra tekrar döneceğiz. Lazer kullanarak düşman askerlerini kör etmek de temel bir kullanım alanı değil. Bu pratik olarak mümkün olmakla beraber “ahlaka uygun” bir davranış değil. Tıpkı kimyasal ve biyolojik silahların kullanımının savaş ahlakına aykırı kabul edilmesi gibi, kalıcı olarak kör etmek amacıyla lazer kullanımı, savaşırken dahi ahlaki prensipleri gözetemeyen ve aralarında Türkiye'nin de bulunduğu Birleşmiş Milletler üyesi ülkelerce dışlanmıştır.

Şehir efsanelerine böyle kısaca değindikten sonra gelelim lazerlerin askeri alanda gerçek kullanım şekillerine. Lazerler, çok hassas bir şekilde mesafe ölçmek ve askere veya güdümlü mühimmata hedefin yerini göstermek amaçlarıyla kullanılmaktadır. Şimdi bu işlevlerin neden çok önemli olduğunu ve lazerin bu işlevleri nasıl benzersiz bir şekilde yerine getirebildiğini anlayalım.

Stinger füzeleri için Aselsan tarafından tasarlanan ve üretilen KMS sistemi Türk Silahlı Kuvvetleri tarafından kullanılıyor.



Lazer İle Mesafe Ölçmek

Bayramda teyzenizi ziyarete giderken arabanın “kilometresini” sıfırlayarak iki ev arasındaki mesafeyi bulabilirsiniz. Bu çoğumuz için oldukça yeterli bir hassasiyetle yapılmış bir ölçümdür. Daha uzun mesafelerde, örneğin, uçakla yaptığınız bir yolculuk sırasında Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) aracılığıyla geçilecek tüm noktalar birleştirilerek mesafeler baştan çok daha hassas bir şekilde ölçülebilir. Ancak bunu yapabilmek için tüm koordinatları baştan biliyor olmanız gerekir.

Şimdi şöyle bir senaryo içinde olduğunuzu düşünelim. Savaş alanındasınız. Bir şekilde kendi koordinatlarınızı belirlemeye vaktiniz olduğunu varsayalım. Doğunuzdaki hakim tepelerin üzerinde sizi tehdit eden bir tank var. Yine çok iyimser bir varsayım bu tankın yakıtı bitmiş ve bu nedenle hep olduğu yerde duruyor. Bu tehditten kurtulabilmek için havan veya top gibi bir silah kullanacaksınız. Bu silahların etkili çalışabilmesi, silah ile hedef arasındaki mesafenin ne denli kesin olarak bilindiğine bağlıdır. Çünkü bu silahlardan çıkan mermiler havada bir eğri çizerek, yani bir eğik atış rotası izleyerek hedeflerini bulurlar. Bu nedenle mesafeye bağlı olarak namlu açısının doğru ayarlanması hayati önem taşır. Öyle ki 5 kilometre uzaklıktaki bir tankla aranızdaki mesafede sadece %1’lik bir hata, 50 metrelik sapma demektir. Atılan merminin hedefi 50 metre şaşması, hedefteki tanka sizin yerinizi göstermekten başka bir işe yaramaz.

Hassas mesafe bilgisi bu kadar önemli olduğuna göre hedefle aranızdaki mesafeyi nasıl ölçeceksiniz? Ne yazık ki GPS gibi bir sistemi kullanamazsınız çünkü kendi koordinatlarınızı bilerseniz dahi, hedefin koordinatlarını bilmiyorsunuz. Tek başına GPS kullanarak veya “kilometre sıfırlayarak” hedefin uzaklığını ölçmenin tek yolu, hedefin yanına kadar gitmenizdir. Düşman tanklarının da buna izin verdikleri pek sık görülmez. En geleneksel yöntem, etrafta görülen önemli coğrafi noktaların eldeki harita ile eşleştirilmesi, kerterizler ve pusula aracılığı ile hedefin koordinatlarının belirlenmesi, böylece mesafenin bulunması ilkesine dayanır. Ancak bu, hem hata payı yüksek bir ölçümdür, hem de gece karanlığında, ateş altındayken veya hedef ya da kendimiz hareket ederken kolayca yapılabilen bir şey değildir.

Bir askerin işine en çok yarayacak şey, gece veya gündüz fark etmeden, elinde iyi bir harita olsun olmasın, kendisi veya hedef hareket ederken gördü-

ğü hedefin kendisine olan mesafesini anında ve büyük kesinlikle söyleyebilen bir cihazdır. Şimdilerde tamamen kendi tasarımı olan ve Türkiye’de ürettiğimiz lazer cihazlarıyla bunu başarabiliyoruz. 20 kilometre uzaklıktaki bir hedefin mesafesini 5 metre hata payıyla, yani 10 binde 2,5’den daha küçük bir hata payıyla, çabucak ölçebiliyoruz. Bunu o kadar hızlı bir şekilde yapabiliyoruz ki, bırakın tankı, süratle giden bir savaş uçağının mesafesini sürekli ölçerek rotasını çıkarıp, bunu füze sistemlerine aktararak mükemmel atışlar yapabiliyoruz.

Peki bir lazer mesafe ölçme cihazı bu işi nasıl başarıyor?

İşin temelinde lazer ışınının çok ama çok yüksek bir “yönlülüğe” sahip olması yatıyor. Her ne kadar bir “ışın” deyince biz ince uzun bir çubuk anlasak ve temel optik derslerinde paralel giden ışık çizgeleri çizmeyi kanıksamış olsak da aslında ışık, (ve diğer tüm elektromanyetik dalgalar) açılarak ve genişleyerek giden bir dalga gibi davranıyor. Işık, kaynaktan uzaklaştıkça genişliyor, genişledikçe birim alana düşen gücü azalıyor. Hemen bir örnek verelim: Sigara yasağıyla popüler olan “ışıkla ısıtan” kızılaltı ısıtıcılardan sanırım hepimiz haberdarız. Bu ısıtıcı lambalar ısıyı bize, kızılaltı dalga boylarındaki elektromanyetik dalgalar olarak gönderirler. 780 nanometre civarından başlayan bu dalgaların bir kısmını biz kırmızı ışık olarak görürüz. Kırmızıdan daha düşük frekanslı (yani “kızılaltı”) elektromanyetik dalgaları insan gözü görmez ama bunları yine de derimiz emer ve biz de bu dalgaların enerjisini alarak ısınırız. Eğer bu lambalara yakın durursanız yüzünüzün çok ama çok ısındığını hissedersiniz. Yani, bulunduğunuz yerde yüzünüzün alanına düşen elektromanyetik dalga gücü fazladır. Ancak kaynaktan uzaklaşırsanız gide-

Herhangi bir elektromanyetik dalga kaynağı ile bir lazer cihazının kıyaslanması.



(a) Herhangi bir elektromanyetik dalga kaynağı



(b) Bir lazer cihazı

Lazerde “uyanılmış salım” sayesinde elde edilen fotonların oluşturduğu elektromanyetik dalgalar çok az açıldıkları için çok uzak mesafelere büyük güç yegînlîği ulaştırabilirler. Lazer ışınları, “uzamsal eş evrelilik” adını verdiğimiz olay nedeniyle, doğada var olabilen en yüksek “yönlülüğe” sahiptirler.



Dr. Kuthan Yelen, 1999 yılında ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 1999-2004 yılları arasında İngiltere Southampton Üniversitesi'nde lazerler üzerine lisansüstü ve doktora çalışmaları yaptı. SPI Lasers (İngiltere) firmasında uzman bilim adamı olarak fiber lazerler üzerine çalıştı. Ardından Aselsan A.Ş.'nin Lazer Sistemleri Tasarım Müdürlüğü birimine katılan Dr. Yelen, halen burada yeni lazer cihazlarının araştırılması ve tasarlanması çalışmalarını yürütmektedir.

rek daha düşük bir gücün yüzünüze ulaştığını kolayca hissedersiniz. Yani, kızılaltı ışınlar bir balon gibi açılmakta ve genişlemektedir, ancak sizin alanınız sabit kaldığı için üstünüze düşen güç azalmaktadır.

Sıradan elektromanyetik dalgalardan farklı olarak lazer ışınları "uzamsal eş evrelilik" adını verdiğimiz ve elinizdeki derginin diğer metinlerinde detaylı bir şekilde anlatılan olay nedeniyle, doğada var olabilen en yüksek "yönlülüğe" sahiptirler. Bir başka deyişle, lazer ışınları da bir miktar açılmakla beraber, paralel giden çubuklara en yakın şeyi oluştururlar. Böylesine bir ışın demetini elde etmenin tek yolu lazer cihazın içerisinde gerçekleştirilen "uyarılı salım"dan faydalanmaktır.

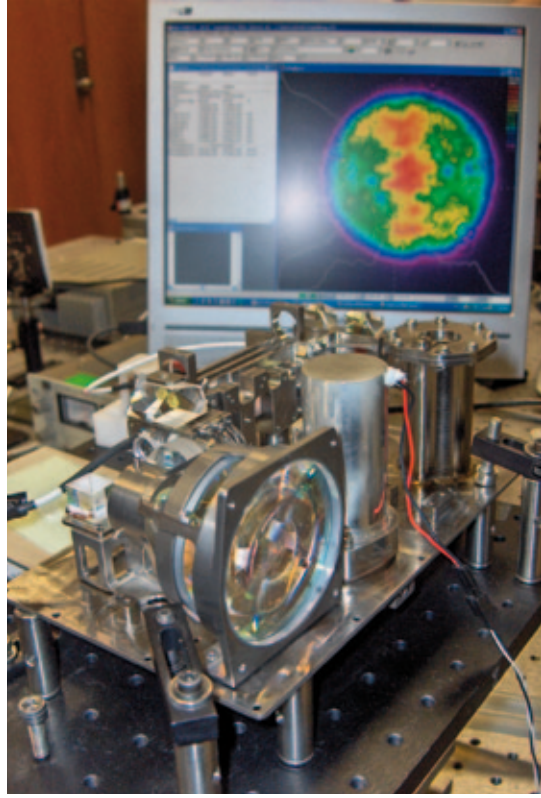
Doğanın verdiği bu temel özelliği akıllıca bir mühendislik yaklaşımıyla kullanarak ortaya çok güzel bir mesafe ölçme yöntemi çıkarıyoruz. "Uçuş zamanı" adı verilen bu yöntem şu şekilde çalışıyor. Lazerden kısa süreli ancak çok güçlü bir ışın çıkarıyoruz. Buna bir ışın darbesi diyoruz. Işın darbesi çıkar çıkmaz da saatimizi çalıştırmaya başlıyoruz. Lazer ışını pek açılmadan gittiği için çok uzak mesafelere kadar yüksek bir güç yoğunluğu taşıyabiliyor. Işın hedefe düştüğü zaman her yöne saçılmaya başlıyor. Bu saçılan ışınların bir kısmı tekrar bize ulaşıyor. Saçılan bir ışın bize döndüğü an saatimizi durdurup, ışının bizden çıkıp hedefe gitmesi ve sonra geri gelmesi için geçen süreyi okuyoruz. İşte bu kadar! Işığın hızını bildiğimize göre hedef ile aramızdaki mesafeyi derhal (mesafe = geçen süre x ışık hızı / 2) bulabiliyoruz.

Sınırlarda Tasarım ve Üretim Yapmak

Ana fikir son derece basit olmakla beraber bu tür cihazların askeri şartlar altında her daim çalışabilir olmasını sağlamak, iyi bir ekibin yıllarca sıkı bir şekilde çalışmasını gerektiriyor. Bunun sebebini anlamak için biraz rakamlara bakmak gerekiyor: Lazer ışını her ne kadar az açılarak gidiyor olsa da, hedefte saçıldıktan sonra her yöne dağılmaya başlıyor. Bu da geri gelen ışık gücünün düşük olmasına ve tespit edilmesinde zorluk yaşanmasına sebep oluyor. Bir de atmosferde bulunan su buharı ve toz gibi maddeler ışını emiyor ve güç iyice düşüyor. Bu nedenle lazer ışını darbemizi çok güçlü üretmek istiyoruz. Gönderdiğimiz bir ışının gücünün 6-7 megawatt (milyon x watt) olması, tasarladığımız cihazlar için son derece sıradan bir şey. Bu güç değeri, elektrik üreten küçük ölçekli bir rüzgâr santraline denk bir değer

demek. Ancak, bu ışının çok kısa sürmesi gerekiyor çünkü mesafeyi, geçen süreyi ölçerek buluyoruz. Eğer ışın darbesinin kendisi uzun sürerse ölçümdeki belirsizlik artıyor. Öyle ki, ışının saniyede yaklaşık 300 bin kilometre yol aldığı göz önünde tutulursa, mesafedeki hatanın 5 metrenin altında olabilmesi için ışın darbesinin süresinin 15 nanosaniye (1 nanosaniye, saniyenin milyarda biri demektir) civarında olması gerekir. Bu tür darbeleri elde edebilmek için enerjiyi bir kristal üzerinde depoluyoruz ve sonra "Q-anahtarlama" adı verilen bir yöntem ile çok kısa bir süre "deponun kapaklarını" açarak enerjinin dışarı çıkmasını sağlıyoruz. Bu kapakları açıp kapayabilmek için kimi kristallerin elektrik ile değişen optik özelliklerinden faydalanıyoruz. Bundan faydalanabilmek için ise yine yalnızca birkaç nanosaniyede kristal üzerindeki elektriksel gerilimi binlerce volt değiştirmemiz gerekiyor. Elektrik ve elektronik konularına ilgi duyan okuyucular, kısa sürede büyük değişiklikler gösteren elektriksel gerilimlerin etrafa güçlü parazit elektromanyetik dalga yaymak demek olduğunu hemen hatırlayacaklardır. Bu tür parazit dalgalar cihazın içerisinde veya komşu cihazlarda bulunan diğer elektronik bileşenleri kelimenin tam anlamıyla "çıldırtabiliyor". Tasarımlarda böylesi problemleri de çözmek gerekiyor.

Bu özel sayının diğer makalelerinde çok detaylı bir şekilde okuduğunuz üzere lazerleri oluşturmak için bazı temel elemanların uygun şekilde bir araya getirilmesi gerekiyor. Bu temel elemanlar arasında kazanç kaynağı olan kristaller, ışınları hatasız bir şekilde gerisin geri gönderebilen yansıtıcılar, elektriksel olarak kontrol edilebilen kristaller, ışını şekillendirmek ve yönünü değiştirmek için kullanılan cam temelli prizmalar ve mercekler gibi bileşenler bulunuyor. Tüm bu parçaların fiziksel olarak bir araya getirilerek birbirlerine göre hatasız şekilde konumlandırılmaları, makine mühendisleri için sıra dışı bir problem olarak ortaya çıkıyor. Bir metre uzunluğunda bir ışın yoluna sahip bir lazerin, doğru bir şekilde çalışabilmesi için bileşenlerin hizalanmalarındaki hassasiyetin birkaç yüz mikrometreden daha iyi olması gerekiyor. Aksi takdirde kovuk içerisinde defalarca gidip gelen ışın, giderek bu ışın yolundan sapıyor ve lazer kolayca çalışmaz hale geliyor. Bu tür ayarlamaları özel optik masaların bulunduğu laboratuvarlarda bile yapmak çok kolay değilken, düzeneği elde taşınabilir bir hacim içerisine sokmak epey bir alanı gerektiriyor. Üstelik askeri uygulamalarda görülen sıcaklık değişiklikleri ilave bir sürü problem



İlker Şahin, Ateşcanı Lazer Laboratuvarları

getiriyor. Örneğin herhangi bir askeri cihazın -32 ila +55 derece sıcaklık arasında hatasız çalışması istenir. Bu iki sıcaklık arasında 80 dereceden fazla bir fark vardır. Optik bileşenlerin ve bunları tutan metal aksamın sıcaklıkla genişleşip büzülmesi çok iyi hesaba katılmazsa lazerin çalışmaması işten bile değildir. Bütün bunlara ek olarak hemen hemen tüm bileşenlerin optik özellikleri sıcaklıkla değişir. Bu da her sıcaklık durumunda farklı bir ışının oluşabileceği anlamına gelir. Lazer kovuğunun çalışırken bir yandan kendisini de ısıttığı göz önüne alınınca, askeri çevre koşulları altında her daim çalışabilecek şekilde bir ısı kontrolü çözümü geliştirmek, dünyada benzeri sayılı olan bir mühendislik çalışmasını gerektiriyor. Üstüne üstlük tüm bu fotonik, elektronik, mekanik ve ısı sistemlerinin askeri uygulamalarda kullanılabilmesi için çok küçük bir hacim içerisinde, en düşük ağırlıkta ve çarpmalara, düşmelere, ani sıcaklık ve basınç değişikliklerine dayanacak sağlamlıkta bir araya getirilmesi gerekiyor.

Bir süredir Türkiye, teknolojinin sınırlarının zorlandığı bu tür problemleri çözerek kendi lazer kovuklarını, mekanik ve ısı sistemlerini tasarlayıp bunları kendi tasarımı elektronikler ve özgün yazılımlar ile bir araya getiriyor ve dünyanın en niteliklilerinden sayılan lazer cihazlarını üretebiliyor.

Hedefi Göstermek

Bir hedefin yerini diğer birimlere veya bir mühimmeta göstererek nokta atışı yapılmasını sağlamak, lazerlerin diğer bir askeri kullanım şeklini oluşturuyor. Eğer hedefin yeri diğer askerlere, gece görüş gözlükleri gibi yardımcı optik düzenekler kullanarak görebilecekleri şekilde gösteriliyorsa buna "lazer ile aydınlatma" diyoruz. Bu uygulama, günlük hayatta bizlerin ders anlatırken veya sunum yaparken bir "lazer pointer" kullanmamıza çok benziyor. Lazerin oluşturduğu benekten faydalanarak dinleyicilerin dikkatini bir noktaya çekebiliyoruz. Benzer şekilde, ama elbette çok daha uzak mesafelerden ve çok daha yüksek güçlerle ve çıplak gözle görülmeyecek biçimde ışın oluşturan bu tür cihazlarımızı kullanan askerlerimiz çok uzak mesafelerden hedefleri uçaklara, helikoptere veya diğer birliklere gösterebiliyorlar.

Eğer lazeri hedefin yerini bir mühimmeta göstermek için kullanıyorsak buna "lazer ile işaretleme" adını veriyoruz. Bu uygulamada, kabaca doğru bölgeye doğru atılmış olan bir bomba veya füze, hedeften saçılan lazer ışınlarını algılayıcıları sayesinde görerek, bu saçılmaların kaynağına doğru gitmek için manevralar yapıyor yani "güdümlü". Bu tür mühimmatlara da genel olarak "lazer güdümlü mühimmat" (LGB) adını veriyoruz. La-

zerin bu uygulamasının bir orduya sağlayacağı üstünlüğü yine bir senaryoyla beraberce düşünelim:

Düşman askerleri, cephanelerinin yerini bir grup bina arasında sürekli değiştirmektedir. Bu cephaneliklerden birini imha edebilmek için büyük bir bomba kullanmanız gerekmektedir. Bu bombayı atabilecek olan uçağınızı hedefe en fazla 10 kilometre yaklaştırabilmektesiniz. Daha fazla yaklaşırsanız uçağınızın güvenliği tehlikeye düşmektedir. Ayrıca bu büyük bombalardan her birinin ülkenize maliyeti birkaç yüz bin TL'dir. Tüm bunlara ek olarak imha etmeyi planladığınız binalar, sivil binaların arasındadır. Şimdi sorun şudur: 10 kilometre mesafeden, yüzlerce bina içerisinden birini kısa bir süre içerisinde nasıl hedefler ve bombanın kesin suretle bu binaya düşmesini sağlarsınız? Eğer bir hata yaparsanız bunun sonuçları sivil kayıplar, başarısız bir askeri operasyon ve ülkenize çok yüksek maliyet olacaktır. Lazer böyle bir senaryoda büyük bir üstünlük verir. Gizlice operasyon bölgesine sızmış bir özel kuvvetler timi, kilometrelerce uzaktan hedef binayı lazer ile işaretleyebilir. Ya da bombayı taşıyan uçak veya bir insansız hava aracı tehdit sınırının çok dışından güçlü görüş sistemleri ile hedefi görüp lazerlerini bu hedefe yöneltebilirler. Hedefin lazer ile işaretlenmesi ve güdümlü bombanın o bölgeye gönderilmesinden sonra yapılan tek şey bombanın kendi kendine manevra yaparak işaretlenen yere düşmesini beklemektir. Ayrıca, böyle bir sistem kullanıyorsanız hedefinizin yer değiştirmesi önemli değildir çünkü siz de hedef hareket ettikçe lazerinizi hedef üzerinde kalacak şekilde hareket ettirebilirsiniz. Bu da hızla hareket eden bir kamyonu kilometrelerce öteden hedefi hiç görmeden atılmış bir füzeyle, hedefi gören bir yerden lazer aracılığıyla yönlendirerek vurabileceğiniz anlamına gelir.

Bu gerçekçi örnekler, çok ama çok hassas bir hedef belirleme ve hedefe yönelme sisteminin ne denli değerli olduğunu göstermektedir. Olağanüstü yüksek isabet gücü veren lazer teknolojisi, sağlayacağı üstünlük nedeniyle kritik bir teknoloji olarak değerlendirilmektedir. Bu teknolojiye sahip az sayıda ülke, bu becerinin yayılmasını doğal olarak engellemeye çalışmaktadırlar.

Aselsan artık bu tür lazer sistemlerini sıfırdan tamamen kendisi tasarlama becerisine ulaşmış böylece uluslararası alanda ülkemizin elini önemli şekilde güçlendirmiştir.

Özel kuvvetlerimizi, tank ve topçu birliklerimizi, gemilerimizi, helikopter ve uçaklarımızı kendi tasarım ve üretimimiz olan lazer cihazları ile donatabilecek bir teknolojik olgunluğa ulaştık. Ufukta, yukarıda bahsettiğimiz geleneksel lazer uygulamalarının ötesine geçerek bambaşka lazer teknolojilerini ülkemizde yaratmak var. Bunlara aşağıda değineceğiz.

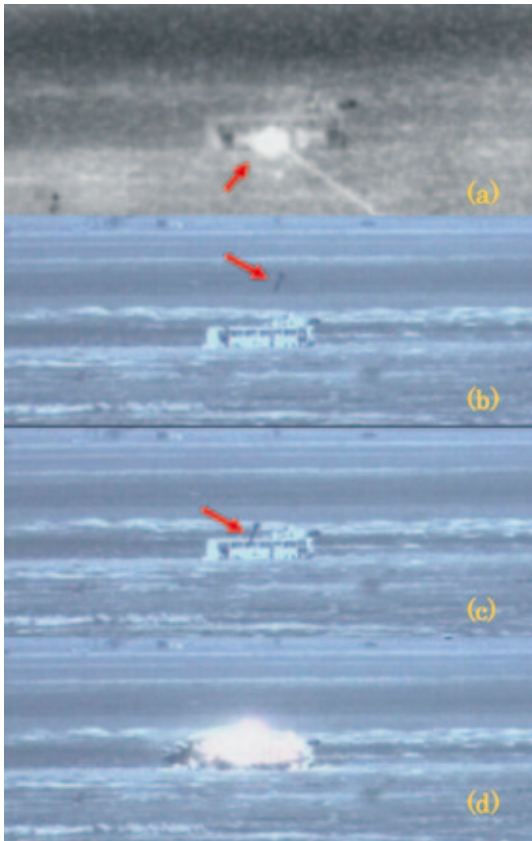
Temel Teknolojiler, Gelecek ve Ulusal Çabalar

Askeri uygulamalarda kullanılan temel lazer türü neodyum katkılı (Nd) yttrium alüminyum garnet (YAG) kristali kullanan katihal lazerleridir. Sıklıkla Q-anahtarlanarak kullanılan bu lazerler bir flaş lambası veya yarı-iletken lazerler aracılığı ile pompalanırlar. Aselsan'ın da araştırma ve geliştirme çalışmaları ile üretim becerileri bu teknolojiler etrafında odaklanmıştır.

Her ne kadar ağırlıklı olarak yukarıda adı geçen teknolojiler üzerinde çalışsa da, gelecekteki lazer sistemlerine ve uygulamalarına hazırlanabilmek için ufukumuzu ytterbiyum (Yb) ve erbiyum (Er) katkılı kristaller ve camlar gibi yeni kazanç ortamlarına, uzak kızılaltı dalgaboylarına (3 mikrometre ve daha uzun dalgaboylarına) ve 'yüksek ortalama güçlü' lazere doğru genişletiyoruz.

Geleceğin uygulamaları arasında özellikle bahsetmemiz gereken biri, yazının başında da söz ver-

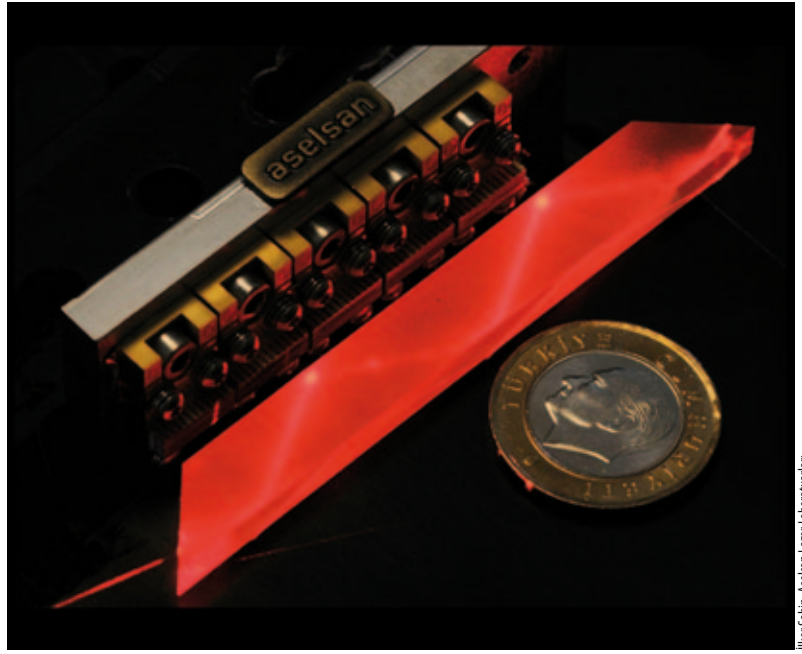
Hedefin 'Aselsan Engerek' cihazı ile işaretlenişi. Kızılaltı özel bir kamera ile lazer beneği hedef üzerinde görülüyor (a). Bu beneğe doğru manevralar yapan bomba (b) ve (c), hedefi tam 12 den vuruyor (d).



diğim gibi, yüksek güçlü lazerler kullanarak uzak mesafelerden bir şeyleri yakmak veya patlatmak amacı güden sistemler. Bu tür ışın silahlarına dair “kurgular”, lazerin keşfinden çok daha eskilere, ta 1926 yılında yayınlanan Alexei Tolstoy’un *Garin’in Ölüm Işını* adlı kitabına kadar uzanıyor. Ancak bu hayallerin kurgudan çıkıp biraz daha “bilim” başlığı altında değerlendirilmeye başlaması, 1983 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nin o zamanki başkanı olan eski Hollywood yıldızı Ronald Reagan’ın girişimiyle oluyor. Bu “ilginç” girişimin ilginç de bir hikâyesi var: Maser ve lazerin öncüsü Charles Townes’un anılarını öykülediği kitaptan öğrendiğimize göre Ronald Reagan bir gün Genel Kurmay’ı ziyaret etmeye karar veriyor. Generaller de bu ziyaret esnasında Başkan’ı bilgilendirmek amacıyla, mükemmel bir savunma sisteminden beklentiler nelerdir, ütöpik bir savunma sistemi nasıl olur şeklinde felsefi bir sunum hazırlıyorlar. Soğuk savaşın yaşandığı o dönemde Başkan, belki de Hollywood geçmişinin etkisiyle, nükleer füzelerin daha Sovyetler Birliği topraklarını terk etmeden uzaydan vurulmasını hayal eden bu ütopyaya hayran kalıp, bunu kendisine bir sabit fikir haline getiriyor ve halk arasında “Yıldız Savaşları Projesi” adıyla bilinen “Stratejik Savunma Teşebbüsü”nü başlatıyor.

Bu tür projelerin şu temel problemleri var: Birincisi uzaya bir oda büyüklüğünde bir lazer ile bunu besleyecek tonlarca ağırlıkta enerji kaynağı çıkarmak zaten başlı başına devasa bir mühendislik problemi. İkincisi çok uzaklardaki bir hedefe lazeri odaklayabilmek için atmosferin sürekli değişen optik özelliklerinin anlık olarak takip edilmesi ve hedefe kadar olan yol boyunca lazer ışınının maruz kalacağı bozulmalar önceden hesaba katılarak lazerin yine anlık olarak adaptif bir biçimde şekillendirilmesi ve bunun çok ama çok süratli yapılması gerekiyor. Elbette bir de sestenden hızlı hareket eden birden fazla füzenin aynı anda takip edilmesi ve lazerin bunlara arka arkaya yönlenebilmesi gerekiyor. Eğer bir de bu füzeler yeterince yansıtıcı bir yüzey ile kaplıysalar lazer ışını bunlara hiç bir şey yapamıyor. Hâl böyle olunca, Yıldız Savaşları Projesi bir süre sonra rafa kalkmasa da hedefleri çok daha küçültülerek sürdürülüyor.

Geçen otuz yılın ve harcanan yüz milyonlarca doların ardından, hedefleri çok daha mütevazı olacak şekilde değiştirilmiş olan bu program 2010 yılında hâlâ tam olarak işlevsel değil. Bu projenin şu an geldiği noktada Birleşik Devletler, yalnızca birkaç atış yapabilen devasa bir kimyasal lazeri ve yar-



İlker Şahin, Aselsan Lazer Laboratuvarı

dımcı sistemleri iki katlı bir jumbo jete yükleyip uçuruyor. Bu sistem yerde kısmen denenmiş olmasına rağmen henüz havada gerçek bir atış yapılmış değil. Bu denemelerin önümüzdeki birkaç yılda yapılacağı ön görülüyor.

Bununla beraber, “yönlendirilmiş enerji” silahları adı verilen bu tür sistemlerin daha gerçekçi uygulamalarda kullanılma olasılığı kuvvetlidir. Daha yakın mesafelerden füze veya havan mermileri gibi cisimlerin gövdeleri üzerinde lazer aracılığı ile hasar oluşturmak, böylece bunların patlamalarını ya da en azından uçuş rotalarından sapmalarını sağlamak mümkün olabilir. Bir başka olasılık da yine yüksek güçlü lazerler kullanarak güdümlü mühimmatın algılayıcılarında hasar oluşturmak veya bu elektronik birimleri şaşırtmaktır.

Lazerlerin bu yeni tür askeri uygulamaları üzerine araştırma geliştirme çalışmaları yürütmek ise sadece yoğun bir bilimsel ve mühendislik çabasını değil ama aynı zamanda cesur bir siyasi ve yönetsel kararlılık, belki de bir ulusal hedef gerektiriyor. Bilginin ve teknolojinin ulusal olarak kazanılması, geliştirilmesi ve üretilmesi gerekmektedir. Eğer bu yolda ilerleyeceksek fotonik ve malzeme bilimlerinde çok somut adımları hızlıca atmalı ve derhal baş döndürücü bir ivme yakalamalıyız. Geniş katılımlarla, temel ve uygulamalı araştırmalar yürütmeli, diyotlar ve optik bileşenler gibi alt yapı teknolojilerini geliştirmeli ve bir fotonik sanayisi kurmalıyız.

Kaynak: Townes, C.H., *Lazerin Hikâyesi, Bir Bilimcinin Maceraları*, Çeviri: Kuthan Yelen, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, 2010

Aselsan diyot pompalı Nd:YAG fotoğrafında laboratuvarlarımızda sıklıkla kullandığımız üç farklı tür lazerin (katihal, yarı-iletken ve gaz lazerleri) kimi öğeleri beraberce görülüyor. Öndeki kristal “dilim” şekilli bir Nd:YAG kristalidir ve 1064 nm dalga boyunda ışın üreten katihal lazerindeki kazanç ortamını oluşturur. Kristalin arkasında dik konumda yarı-iletken teknoloji ile üretilmiş beş adet lazer diyot dizini görülmektedir. 808 nm dalgaboyunda ışın üreten bu diyot lazerler, öndeki kristale enerji veren pompa görevini görmektedirler. Kristalin içerisinden fotoğrafta görülmeyen bir helyum-neon lazerinden gelen kırmızı bir ışın zig zaglar yaparak geçmektedir. Bu kırmızı ışın, katihal lazerinin yine fotoğrafta görülmeyen yansıtıcılarını, kristalle doğru bir şekilde hizalamak amacıyla kullanılmaktadır. Madeni 1 TL parçaların büyüklüğü hakkında fikir vermesi için konmuştur.