

# UZAY SİLAHLARI

Metin BEYNAM/Elekt. Yük. Müh.

## ÖZET:

Dünyanın iki süper devleti, ABD ve SSCB, uza-ya egemen olmak için birbirleriyle yarış halindedirler. Uzayın askeri amaçlarla kullanılması, bu egemenlik yarışının en önemli yönünü oluşturmaktadır: O kadar ki, "kıyamet" anlamına gelecek olan bir Üçüncü Dünya Savaşı'nın gelişimi, uzayda ve uzay silahları tarafından belirlenecektir. Bu yazıda uzay silahları konusunda genel bilgiler verilmeğe çalışılmış ve bu alandaki son gelişmeler özetlenmiştir. Konu, elektrik ve elektronik teknolojisindeki ilerlemelerle yakından ilintilidir.

## GİRİŞ

23 Mart 1983 günü ABD Cumhurbaşkanı Ronald Reagan, Amerikan ulusuna hitaben yaptığı bir televizyon konuşmasında bilim çevrelerinden, "nükleer silahları güçsüz ve kullanılmaz bir duruma getirecek yöntemleri sağlamaları" istedi. Beyaz Saray'daki Başkanlık Ofisi'nden yaptığı konuşmada Reagan, Sovyetler Birliği'nin "dev nükleer silah cephaneliği"ne dikkatleri çekerek, "21. yüzyıldaki çocuklarımız için yeni bir umut" olacak karşı-füze teknolojilerinin geliştirilmesi için çağrıda bulundu (1). Reagan'in bu konuşması, savunma bütçesinin artırılması için yapılan olağan konuşmalardan çok farklı bir nitelik taşıyordu. Çünkü süper devletlerin hesaplarını 35 yıldır belirlemiş olan bir stratejik doktrin, bu konuşmayla yerini yeni bir politikaya bırakıyordu. Reagan'in dile getirdiği görüşlere dayanarak Aralık 1983'de başlatılan ABD "Stratejik Savunma İnisiyatifleri" (SDI\*) programı, beş yıl içinde yeni silahların araştırma geliştirilmesi için 26 milyar dolar harcanmasını öngörüyor, bunun 2,4 milyar dolarlık bölümünün harcanması için ABD Kongresi yeşil ışık yakıyordu (2). Eğer gerçekleşirse, bu silah sistemlerinin 100 ila 500 milyar dolar arasında yatırım gerektireceği, hatta bir trilyon dolara kadar çıkabileceği hesaplanıyordu.

George Lucas'ın üç bölümlük bilim-kurgu film dizisinden esinlenilerek, Reagan'ın programına basın tarafından hemen "Yıldız Savaşları" adı takıldı. Gerçekten de program, özellikle "yönlendirilmiş enerji", yani "ışın" silahlarına ağırlık veriyor ve bu açıdan, bilim-kurgusal bir nitelik taşıyordu. Ancak birkaç yıl gibi kısa bir süre önce bile kimsenin tahmin edemeyeceği

(\*) Kısaltmalar, yazının sonunda açıklanmıştır.

bir biçimde gerek Amerikalılar, gerekse Ruslar, yönlendirilmiş enerji (DE) silahlarında önemli gelişmeler kaydettiler. Henüz gerekli enerji düzeylerine çıkılmamış olmakla birlikte, önümüzdeki yıllarda bu düzeylere erişilebileceği düşünülmektedir.

Sovyetler Birliği, Reagan'ın konuşmasını derhal protesto etti, Sovyet Başkanı Yuri Andropov, Nisan 1983'te uzay silahlarının yasaklanması için çağrıda bulundu ve SSCB'nin bu çağrısı, Ağustos 1983'te ve Mayıs-Haziran 1984'te tekrarlandı. Ancak Sovyetler Birliği, 1963 yılından beri uzayı askeri amaçlarla kullanıyordu ve 1970 yılında, uzay çağı silahlarının geliştirilmesi için bir "yıldırım program"ı başlatmıştı. İki süper devlet arasındaki "dehşet dengesi"nin yarattığı gerilim, silahlanma yarışını besleyen itici güç olmaya devam ettikçe, tarafların birbirlerinden geri kalmamak uğrunda her şeyi yapacakları anlaşılıyordu.

## ORTAK KESİN YOKOLUŞ

Uzun yıllardır süper devletlerin ilişkilerini ve askeri girişimlerini yönlendirmiş olan temel strateji, "Ortak Kesin Yokoluş" (MAD) stratejisidir. Bu doktrine uygun olarak, her iki taraf da birbirlerini kesin olarak yok edecek nükleer silahları ellerinde bulundurmaktadırlar. İlk saldırı hangi taraftan gelirse gelsin, karşı taraf buna yanıt verebilecek bir durumdadır ve nükleer savaş, bu "caydırıcılık" unsuru sayesinde bugüne kadar önlenebilmiştir.

Ancak silahlanma yarışı, belli bir noktadan sonra, tarafların güvenliğini arttıracak yerde, azaltacak yönde gelişmiştir. Gerek ABD, gerekse SSCB, ne kadar silah geliştirirlerse, güvenliklerinin o ölçüde azaldığını hissetmektedirler. Çünkü korkulu an bir gün gelip çattığında, kullanılacak silahların çokluğu "Ortak Kesin Yokoluş" u daha da kesinleştirmekten başka bir işe yaramayacaktır. Her iki tarafın da elinde bugün, bütün dünyayı yoketmeye yetecek olandan kat kat fazla nükleer silah bulunmaktadır. Kaç kez fazla olduğu konusunda çeşitli tahminler bulunmakta ise de bu, akademik bir sorundur; çünkü dünya ancak bir kez yok edilebilir.

Bunun da ötesinde son yıllardaki gelişmeler, bir "ilk darbe"yi her iki tarafa özendirerek nitelikte olmuştur ve bu yüzden, "dehşet dengesi"ni bozacak bir özelliktedir. Her iki tarafın Uluslararası Balistik Füzeleri (ICBM), çok yakınlarına düşecek bir nükleer bomba ya karşı bile dayanabilecek yeraltı silolarına yerleştirilmiş bulunmaktadır. Bu silolar, bir nükleer saldırıya karşı betonla "sertleştirilmiş"tir ve bir "ilk darbe" saldırısına yanıt verebilecek "karşı-misilleme" saldırısı, bu sayede mümkündür, örneğin Amerikan füze si-

lorarı, 300 m.den daha uzaklarına düşecek yarım megatonluk\* bir nükleer başlığa karşı korunumlu durumdadırlar.

Fakat 1970Tı yıllardan başlayarak her iki tarafın çok sayıda Bağımsız Nükleer Başlık (MIRV) teknolojisini hızla uygulamaya koymaları, sertleştirilmiş siloların güvenliğini tehlikeye düşürmüştür. Bu teknolojiye uygun olarak bir tek füze, çok sayıda nükleer başlık fırlatabilir. Füze atmosferden çıkınca bu başlıkları "saçar" ve her biri ayrı bir hedefi vurmaya üzere programlanmış başlıklar, birbirlerinden bağımsız olarak yollarına devam ederler. Bu sayede bir tek füzenin vurucu gücü, kat kat artırılmış olmaktadır. Böylece iki MIRV, aynı hedefi vuracak şekilde "çapraz-hedeflendirilir"lerse, bir füze silosunu yok etme olasılıkları % 60-70'in üstüne çıkmakta, üç MIRV için ise bu olasılık, % 100 kesinlik kazanmaktadır. Bundan başka son yıllardaki teknolojik gelişmeler, vuruş dakikliğini de arttırmıştır, örneğin Amerika, hedef noktasından sadece beş metre sapma gösterecek bir hedefleme sistemi (GPS: aşağıda anlatılacaktır) kurma yolundadır. Bu durumda karşı tarafı silahsız bırakabilme olasılığı giderek artmaktadır ve böylelikle üstünlük, ilk darbeyi indirecek tarafa geçmektedir. Bu ise son derece denge bozucu bir gelişmedir.

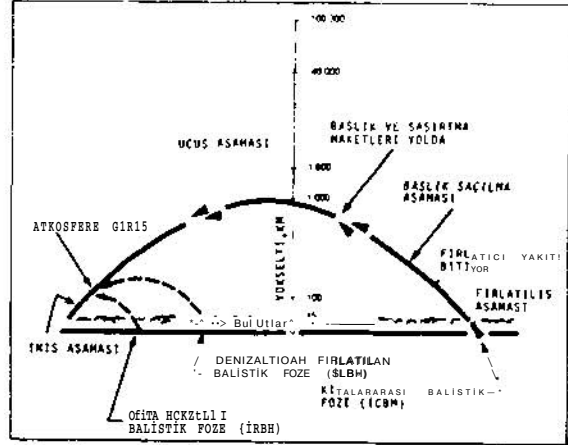
#### REAGAN DOKTRİNİ

ABD Başkanı Reagan'ın "Yıldız Savaşları" programı, işte bu bağlamda değerlendirilme durumundadır. Her iki tarafın giderek artan saldırı gücü ve giderek azalan güvenliklerine karşı, Reagan'ın programı savunmaya öncelik getirmektedir. Bu programın en önemli yönünü ışın silahları oluşturmaktadır. Işın silahları içinde de ağırlık, laser'lerde dir. Sovyetler Birliği bir füze saldırısına geçtiğinde, yerde ve uzayda üslenmiş laserler, füzeleri hedefleyip ateşlenecek ve onları yok edeceklerdir.

ABD'nin geliştireceği bu savunma perdesi, çok-düzelili olarak düşünülmektedir. Hiçbir savunma sisteminin % 100 başarı ile işleyeceği garanti edilemez. Bu nedenle uzay silahlarının oluşturacağı savunma perdesi, üç aşamalı olarak düşünülmüştür. Bir Kıtalararası Balistik Füze'nin izlediği yol, başlıca üç aşamada ele alınabilir: Kalkış, uçuş ve inişe geçme aşamaları (3) (Bakınız Çizim: 1). Bunların her biri için bir perde düşünülmüştür. Bir savunma sistemi, % 90 başarı ile çalıştırılabilir. Bir "tam saldırı" halinde Ruslar Amerikalılara toplam 2000 dolaylarında füze göndereceklerdir. Kalkış, uçuş ve iniş aşamalarının her birinde % 90 etkinlikle çalışacak üç perde, ABD'ye ulaşan füze sayısını % 0.1'e, ya da bu durumda iki füzeye indirecektir. Bu

\* 1 Megaton: 1 milyon tonluk Trinitrotoluen'in (TNT) patlamasına eşdeğer nükleer patlayıcı güç.

iki füze, başlıklarının hedeflerine ve güçlerine göre daha az ya da çok yıkım yaratacaktır, ancak ABD'yi yok etmeyi başaramayacaktır. Pentagon'a bağlı SDİ Ofisi'nin başı olan Korgeneral James Abrahamson'a göre, bu savunma şemsiyesinin en önemli yönü, ABD'nin karşı misilleme yeteneğini korumasını sağlamasıdır.



Çizim 1. Tipik bir balistik füze rotasının üç ana aşaması vardır. Uluslararası balistik füzelerin atmosferden çıkışları 6 dakika, hedefe varmaları ise yarım saat sürer. Uçuş aşaması sırasında başlıklar ve şaşırtma maketleri, atmosfer dışında yol alırlar.

#### ELEŞTİRİLER

Reagan doktrini, çeşitli açılardan eleştirilere hedef olmuştur. Bu eleştirilerden birincisi, MIRV'lerle ilgilidir. Bu başlıklar, atmosfere tekrar girerken son derece ısındıklarından, normal bir düzeye göre çok daha dayanıklı yapılmaktadırlar. Bu nedenle bunların yok edilmeleri çok daha zor olacaktır. İkincisi, füzelerin kendileri daha dayanıklı yapılabilir, yani "sertleştirilebilir"ler. Ayrıca laser gözlem sistemlerini yanıltacak yapay maketler ve metal kırıntıları ("chaff") fırlatılabilir, ya da laser silahlarının optik algılayıcıları, başka laserler tarafından "kör" edilebilirler.

Üçüncü ve en önemli eleştiri, ayrıntı değil de özle ilgili olanıdır. Bu eleştiriyi yapanlara göre, bir tarafın uzay silahları geliştirmesi, karşı tarafın bu silahları etkisiz bırakacak saldırı ve savunma önlemleri alması ile sonuçlanacak, silahlanma yarışı giderek artan bir hızla devam edecek ve tarafların güvenliğinin, bugün olduğundan da daha düşük düzeylere inmesiyle sonuçlanacaktır. Bundan başka, eğer bir süper devlet aşılmaz bir savunma perdesi kurmayı başarabilirse, karşı tarafı en az zararla yok etme avantajına sahip olacak ve bu avantaj, üstünlük hazır ellerinde iken ilk darbeyi indiren taraf olma isteğini, daha da çekici hale getirecektir.

Ancak görünürdeki olgu, her iki süper devletin de uzay silahları yarışını sürdürmekte olduklarıdır. Çünkü eleş-

tiriler ne kadar haklı olursa olsun, bir taraf uzay silahları programına devam ettikçe, karşı taraf, geride kalma olasılığını göze alamamaktadır.

## YAZININ KAPSAMI

Savaşlar ve silahlar, yaşamımızın acı, fakat gerçek yönlerinden biridir. Tarih boyunca olduğu gibi bugün de, teknolojik ilerlemelerle savaş yöntemleri arasında dolaysız bir bağ vardır. Elektrik, elektronik ve bilgisayar teknolojisinin büyük ilerlemeler gösterdiği günümüzde, süper devletlerin silah sistemleri, en son gelişmelerden yararlanacak biçimde sürekli olarak yeniden donatılmaktadır. Kuşkusuz, konunun bütün teknik ayrıntılarını incelemek için ciltlerce eser yazılması gerekir ve yazılmıştır. Radar, elektronik algılayıcılar, bilgisayarlar vb., başlıbaşına birer bilim ve teknoloji dalıdır.

Böyle kısa bir yazının kapsamı içinde bütün bu konuların hakkını vermek, kuşkusuz olanak dışıdır. Buna karşılık yapılabilecek olan şey, uzay silahlarının genel bir görünümünü sunmak, tanıtımını yapmak ve elektrik/elektronik/bilgisayar teknolojisiyle ilişkili yönlerini sergilemektir. Burada da bunun yapılmasına çalışılmıştır.

Bu yazıda uzay silahları, başlıca üç bölüm halinde ele alınacaktır. Bunlardan birincisi, yıllardan beri zaten kullanılan uydulardır. Bu bölümde ayrıca, karşı-uydu silahları ele alınacak ve barışçı amaç taşıdığı kabul edilen uzay çalışmalarının askeri önemine değinilecektir. İkinci bölümde oldukça yeni bir gelişme olan Kinetik Enerji (KE) silahları ele alınmıştır.

Son bölüm ise Yönlendirilmiş Enerji silahları ile ilgili olup, bu bölüm de iki ayrı konuyu işlemektedir. Atom altı düzeydeki parçacıklardan (proton,elektron vb.) oluşan ışınlar, "Parçacık Işın Silahları"na temel oluşturmaktadırlar, öte yandan temelinde elektromanyetik enerji yatan silahlar, laser silahları grubunu oluşturmaktadır ve asıl ışın silahları olarak bunları düşünmek, yerinde olur.

### 1. UYDULAR (4,5)

Bugüne kadar fırlatılan her 10 uydudan 7'si askeri amaçlı olmuştur. Bu uydular olası füze hedeflerinin fotoğraflarını çeker, denizcilik ve havacılık için kesin konum bilgileri sağlar, silahlı kuvvetlerin çeşitli kolları arasında bilgi alış-verişi ve telefon görüşmeleri yapılmasını sağlarlar.

Askeri Uydular Birkaç Başlık Altında

Sınıflandırılabilir

Casus Uyduları

Bunlar da dört çeşittir: 1) Fotoğraf uyduları, 2) Elek-

tronik uydular, 3) Okyanus gözlem uyduları ve 4) Erken uyarı uyduları. Her yıl fırlatılan 120 kadar askeri uydunun yarıya yakın bölümü, bu casus uydularından oluşmaktadır.

### 1) Fotoğraf Uyduları

Bu uydular, askeri hedefleri tanımakta, saptamakta ve konumlandırmakta kullanılırlar. Algılayıcıları arasında, olağandan çok daha net çekim yapan televizyon kameraları, elektromanyetik spektrumun birçok bandından etkilenen tarayıcılar ve mikrodalga radarları vardır. Bu uydular, genellikle yerden 200-600 km. yükseltideki alçak yörüngelere yerleştirilirler. Bu yörüngelerin diğer bir özelliği "kutupsal" olmaları, yani kutuplar üzerinden geçmeleridir: Böylelikle yerküre altlarında döndükçe bu uydular, dünyanın her yerini görüntüleme olanağı kazanırlar.

200 km. uzaklıktan bir cismin fotoğrafını çekebilmek için kullanılacak bir mercek sistemi, çok büyük odak uzaklıklarına sahip olmalıdır. Fotoğraf uydularında bu güçlük, "optik katlanma" sağlayan ayna düzenekleriyle çözümlenmiştir. Genellikle bu uydularda belli bir süre sonra dolan bir film kaseti bulunur. Kaset dolduğunda otomatik olarak uydudan fırlatılır ve düşüşü sırasında özel "balıkçı" uçakları tarafından yakalanarak götürüldüğü merkezde incelenir. Bu araçlardaki aygıtlar 15-30 cm. büyüklüğündeki cisimleri seçebilecek güçtedirler.

Her yıl ABD üç tane fotoğraf uydusu, Sovyetler ise 35 kadar uydu fırlatmaktadır. Aradaki bu ölçsüzlük, ABD uyduları 2-3 yıl hizmet verebilirken, Sovyet uydularının en fazla 40 gün sonra atmosfer içine düşerek yanmalarından ileri gelmektedir.

### 2) Elektronik Uydular

Süper devletlerin uzaydaki "kulakları"dir. Karşı tarafın askeri eylemlerinden kaynaklanan radyo dalgalarını izlemekte kullanılırlar. Sinyaller, normal telefon konuşmalarından, bilgisayar verilerinin aktarılması sırasında, ya da radarlardan (örneğin füze denetim radarlarından) kaynaklanabilir, ABD'nin elektronik uyduları, fotoğraf uyduları ile bütünleşmiş durumdadır; SSCB'ninkiler ise ayrı ayrıdır.

Elektronik haberalma ("Elint") uyduları, ABD'nin bellibaşlı bilgi toplama yollarından birisidir. Hem alçak yörüngelerde, hem de jeosenkron yörüngedeki uydular, radyo ve radar iletişimini izlerler. Kızıl ötesi algılayıcılar, sentetik açınım radarı (SAR) ve yüksek netlikteki televizyon görüntüleme uydularıyla birleştirildiklerinde bu uydular, Sovyetler Birliği hakkında ayrıntılı bilgi sağlarlar. Ayrıca uçaklar ve gemiler de elektronik bilgi toplamada kullanılır. Elde edilen şifre-

li bilgiler, süper bilgisayarlar eşliğinde kriptoloji uzmanları tarafından çözümlenir. Bu tümleşik dinleme sistemi o kadar etkilidir ki, bir Sovyet Mig uçağına kalkış emri verildiğinde, Amerikan haberalma uzmanları yalnız bu emrin ne zaman verildiğini değil, pilota verilen komutların ayrıntılarını, hatta kimi durumlarda pilotun adını bile öğrenebilirler. Bu sayede 1 Eylül 1983'te Sovyetler kendi hava sahalarına girmiş olan Kore Hava Yolları'na (KAL) ait 007 sefer sayılı uçağı düşürdüklerinde, Amerikalılar olay hakkında ayrıntılı bilgi sahibi olabilmişlerdir. Böylece örneğin, KAL-007'yi düşüren Su-15 savaş uçağı pilotu Binbaşı Kazmin ile eşliğindeki Mig-23'ün yolcu uçağını düşürüp 269 kişiyi yok etmeden önce onu kesin olarak tanıdıkları, ses kayıtlarından anlaşılmıştır.

### 3) Okyanus Gözlem Uyduları

Bu uydular gerek gemileri saptayıp izlemekte, gerekse deniz koşullarının saptanmasında kullanılırlar. İkinci kullanım biçimi, hem hava durumu hakkında tahmin yürütmeye, hem de kızılötesi algılayıcılar sayesinde nükleer denizaltıların sıcak su egsozlarını izlemeye elverişlidir. Uzaydaki algılayıcılar arasında, bulutların altını "görebilen" ve küçük tekneleri bile seçebilen radarlar vardır. Falkland Savaşı sırasında Sovyetler Birliği, olayları izlemek için bu tür birkaç uyduyu yörüngeye yerleştirmiştir. Bu uydulardaki radarlar, küçük nükleer "pillerle" enerjilenmektedirler.

Okyanusta yer alan olaylar (örneğin dalga yükseklikleri, su akıntılarının yönü ve gücü, suyun tuzluluk derecesi), bölgede denizaltıların bulunup bulunmadığını saptamakta kullanılabilir. Bu öğeler, belli hedeflere füze atmakla görevli denizaltılar açısından da önem taşır, örneğin bir denizaltıdan atılan bir füzenin hedefi vurmadaki dakikliği, atmosferin nem oranı ve denizde esen rüzgarın şiddetine bağlıdır.

### 4) Erken Uyarı Uyduları

Karşı tarafın nükleer saldırıya geçip geçmediğini belirlemekte kullanılırlar. Eskiden bu iş için radarlar kullanılırdı. Fakat radarlar, hem yerkürenin büküntüsü ile sınırlıdır, hem de sadece 15 dakikalık bir uyarı süresine olanak verirler. Buna karşılık uydular, Uluslararası Balistik Füzeleer daha fırlatılırken, arkalarındaki alev sütununu kızılötesi algılayıcılarla saptar ve yarım saatlik bir erken uyarı sağlarlar. 700 ilâ 39000 km yükseğe yerleştirilen bu uydular, nükleer bir saldırıyı hemen bildirebilirler. Taraflardan biri, diğer tarafın bu uydularını etkisiz hale getirebilse, karşı-missillemeyi önleyebilecek ve bir ilk darbe olanağı açılmış olacaktır. Nükleer patlamaları saptamakta kullanılan ve 110 000 km yüksekteki bir yörüngede seyreden uydular da bu başlık altında ele alınabilir.

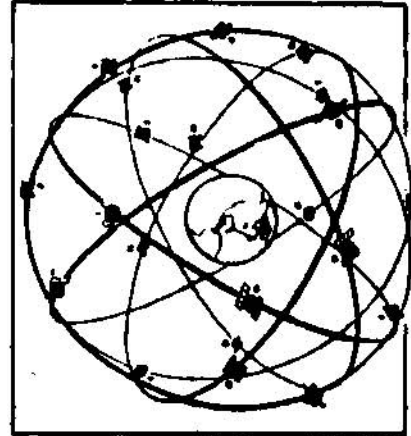
### İletişim (Haberalma) Uyduları

Casus uyduları ne derece etkili olurlarsa olsunlar, tek başlarına yeterli değildirler: İletişim bağlantılarına gereksinimleri vardır. Tarafların Genel Kurmayları, Hava, Deniz ve Kara Kuvvetleri, nükleer denizaltıları ve ICBM üsleri arasındaki tümleşik iletişim bağlantısı, uydular tarafından sağlanır.

Bu uydular genellikle, yerküreden 36-40 bin km uzaklıkta bulunan "jeosenkron" yörüngeye yerleştirilir. Bu uzaklıkta uydular, Ekvator üstünde devamlı aynı noktada kalabilmelerini sağlayan bir hızla seyrederler. Bu sayede iletişim bağlantısı günde 24 saat kesintisiz sürdürülebilir. Bu yörüngedeki 200 kadar uydunun yaklaşık % 40'ı askeri amaçlıdır. ABD'de uzak yerlerle askeri iletişimin %70'i, bu uydular tarafından sağlanır.

### Konulandırma Uyduları

Bu uydular, hem dost, hem de düşman kuvvetlerin yerlerinin çok dakik olarak saptanmasında kullanılır.

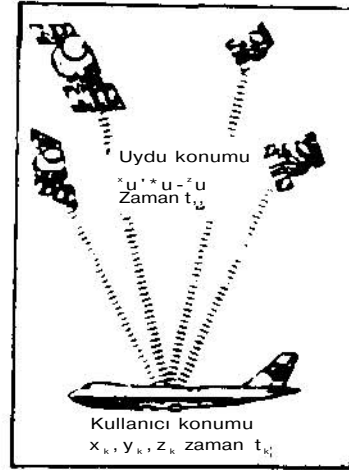


Çizim 2. Navstar küresel Konulandırma Sistemi, ABD Savunma Bakanlığı tarafından geliştirilmiş olup, 6 ayrı yörüngede uçan 18 uydudan oluşmaktadır.

Bu sistemler sayesinde örneğin, hem düşman füze silolarının yeri, hem de dost kuvvetlerin hareketli füze rampalarının (gemi, uçak ya da denizaltı) konumu saptanabilir. Hedefi vuracak bir atış için, bu iki tür bilginin de bilinmesi zorunludur.

Son yıllarda ABD Savunma Bakanlığı gerek atış kaynağının, gerekse hedefin konumlarını, vuruşta yalnızca beş metre sapma sağlayacak kesinlikle belirleyen bir konulandırma sistemini yörüngeye yerleştirmeye başlamış ve bugüne dek 5 uydu yerleştirmiştir. Bu, "Navstar" Yerküre Konulandırma Sistemi' dir(GPS) (Çizim 2). Sistem, 6 milyar dolara mal olmuştur ve yıllık bakımı da 250 milyon dolar tutacaktır (5),

Bu sistemde, altı ayrı yörüngede 18 uydu vardır ve 20 000 km yükseklikteki yörüngelere yerleştirilirler. "Yarı-senkron" olan bu yörüngede uydular, her 24 saatte yerkürenin çevresinde iki kez dolanırlar. Çok basit terimlerle anlatılacak olursa, her uydu, kendi konumunu ve zamanını kullanıcıya (uçak, gemi, denizaltı) bildirir (Çizim 3). Dört tane uydudan gelen konum bilgileri ile, bu uyduların kullanıcıya göre hareketlerinden doğan Doppler kaymaları (yaklaşan aygıtların dalgalarından frekans yoğunlaşması, uzaklaşanlarda frekans seyrelmesi) kullanıcının bilgisayarında hareket denklemleri haline getirilerek anında çözülür. Böylelikle, kullanıcının konumu, hızı ve zamanı hesaplanır. 1988'de tamamlanacak olan bu sistem sayesinde kullanıcının hızı, saniyede 10 cm. hata ile hesaplanabilmektedir. Sovyetler Birliği de kendi Navstar'ı olan 12 uydulu "Glonass" sistemini yörüngeye yerleştirmeye başlamıştır.



Çizim 3. Navstar sisteminde kullanıcının konumu, dört uydudan gelen konum ve zaman verilerine göre hesaplanacaktır.

### NAVSTAR'İN KULLANIMI

*Navstar Konumlandırma Sistemi'nden askeri olduğu kadar, sivil kullanıcılar da yararlanabileceklerdir. Bunun bir örneği, Chrysler otomobil şirketinin geliştirdiği Laser Atlası ve Uydu Sistemi'dir. 1984 yılında sergilenmiş olan bu sistem. 1980'lerin sonlarında kullanılmaya başlanacaktır ve ABD hükümetinin Yerküre Konumlandırma Sistemi'ni, laser disk teknolojisiyle bütünleştirmektedir. 20 cm. 'lik bir laser optik diskinde 12 Gb (Gigabit: 4 milyar bit)'lik veri saklanabilmekte, bu da 25 bin çerçevelik resim, grafik ya da yazının renkli olarak saklanmasını sağlamaktadır. Chrysler sisteminde bu sayede. Amerikan Otomobilciler Derneği'ne ait 13 249 renkli yol haritası saklanmaktadır, ölçekleri 3200 ilâ 50 mil<sup>2</sup> arasında değişen bu haritalar, yedi ayrı düzey oluşturmakta ve Amerika Birleşik Devletleri'nin tamamını kapsamaktadırlar. Ayrıca sistem, tatil tesisi, otel, lokanta vb.ye ait binlerce çerçeve saklayabilmekte ve kullanıcı el kitabı da gene aynı belleğe sığmaktadır,*

*Laser diskinde korunan haritalar, otomobilin iki ön koltuğu arasına yerleştirilmiş 22,5 cm 'lik bir televizyon ekranında gösterime sunulmaktadır. Ekran, dokunmatiktir: Şoför, ekrandaki renkli grafik sembollere dokunarak sistemle bağlantı kurar.*

*Sistem çalışırken bir bilgisayar, dört ayrı Navstar uydusundan gelen sinyalleri kullanarak, otomobilin o andaki konumunu belirler. Bilgisayar bundan sonra, uygun haritayı seçerek ekranda*

*gösterir. Harita üzerinde otomobilin konumu. Chrysler şirketinin sembolü olan beş köşeli, ışıklı bir yıldız tarafından gösterilmektedir. Araba hareket ettikçe, yıldız da ekranda hareket eder. Arabanın konumu ekranın kenarına yaklaştığında, sistem otomatik olarak komşu harita çerçevesini gösterime sunar. -Haritalar yeterince üstüste bindiklerinden, otomobilin konumu hiçbir zaman ekranın dışına çıkmaz. Ayrıca şoför, 1600, 800, 400, 200, 100 ve 50 mil<sup>2</sup>lik haritaları seçen bir büyütme-küçültme ("zoom") mekanizmasını da çalıştırabilir, Chrysler şirketi, belleğe bellibaşlı kentlerin ayrıntılı haritalarını da yüklemeyi planlamaktadır.*

*Sistemin otomatik olarak çalışmadığı bir sırada, şoför, Atlas'ı çağırabilir ve istediği herhangi bir bölgenin haritasını, ekrana dokunmak suretiyle seçebilir. Şoför daha sonra gereken ayrıntı düzeyini elde etmek üzere "zoom" yapabilir. Ekranın çevresinde görülen sekiz oktan birine dokunmakta, istenilen komşu harita görülebilir (7).*

*Philips elektronik firması da Chrysler şirketine benzer bir sistem geliştirmiş bulunmaktadır. Sivil hayattaki bu uygulamalar, Navstar sisteminin askerlikte nasıl kullanılacağı konusunda fikir verici niteliktedir. Yerkürenin ayrıntılı askeri topografya haritaları ya da uzaydan çekilmiş resimleri ile, askeri bir uçak ya da gemi, Chrysler'inkine benzer düzenekler çalıştırabilecektir. Radarlar ve diğer algılayıcılarla saptanan düşman araçları da aynı ekran üzerinde gösterilebilecektir.*

## Meteoroloji ve Jeodesi Uyduları

Meteoroloji uyduları bir füzenin öngörülen rotasındaki hava durumu konusunda bilgi toplar ve füzenin doğru olarak yönlendirilmesini sağlar, Jeodetik uydular ise aynı amaçla, yerkürenin biçimi ve yerçekimi alanının bölgesel değişimleri hakkında bilgi verirler. Amerikan Deniz Kuvvetleri'ne ait bir jeodesi uydusu olan Geosat'ın, Trident denizaltılarının bulunduğu okyanus bölgelerindeki yerçekimi alanı hakkında vereceği bilgilerle, bu denizaltılardan fırlatılan füzelerin (SLBM) vuruş kesinliğini % 10 arttırması öngörülmüştür.

## Sonuçlar

Uyduların değerlendirilmesinde varılacak önemli bir sonuç, süper-devletlerin zaten yıllardır uzayı askeri amaçlarla kullanmakta olduklarıdır. Dolayısıyla ortada bir yenilik varsa bu, kullanılan teknolojinin düzeyi ile ilgilidir. Uydular, zaten varolan tümleşik silah sistemlerinin gözleri ve kulaklarıdır. Bu açıdan, "pasif" uzay silahları olarak nitelendirilebilirler. Diğer bir nokta, dehşet dengesinin korunmasını uzun yıllar sağlamış olan Ortak Kesin Yokoluş stratejisinden uzaklaşmada, uyduların da rol oynamış olmalarıdır. Son yıllarda özellikle Batı'da "sınırlı bir nükleer savaş" olasılığından söz edilir olmuştur. Amerika'nın nükleer savaş stratejisini belirleyen Stratejik Tümleşik Operasyon Planı'nda (SIOP), 44 barem vardır ve bu, küçük ve önemsiz bir çatışmadan tam boyutlu bir nükleer savaşa kadar çeşitli tırmanma olasılıklarını içermektedir.

Seyir ("Cruise") füzeleri için gerekli olan topografi ve coğrafya bilgileri, casus uyduları tarafından sağlanmıştır; Sovyet füze üsleri, konumlandırma uyduları sayesinde kesin olarak belirlenmiştir. Bu sayede de yalnızca askeri hedefleri amaçlayan küçük taktik nükleer silahlar geliştirilebilmiş ve sınırlı bir nükleer savaştan söz etmek mümkün olabilmıştır. Eleştirilenler, sınırlı bir nükleer savaşın hızlı bir tırmanışla kısa zamanda 44. bareme varacağını öne sürmektedirler. Bu nedenle uyduların etkisi de, son yıllardaki diğer gelişmeler gibi, denge-bozucu yönde olmuştur.

## KARŞI-UYDU SİLAHLARI

6 Haziran 1982 tarihinde Sovyet mühendisleri, Plesetsk Kozmodromu'ndan (füze atış merkezi), Kosmos uyduları serisinden 1375 numaralı uyduyu fırlattılar. Uydusu, yerden 1000 km yükseklikteki bir yörüngeye oturuldu. Bundan 12 gün sonra, 18 Haziran'da, Kosmos 1379 uydusu fırlatıldı, İkinci uydunun amacı, birinciyi bulup yok etmektir, Uydusu, görevini başarıyla ta-

mamladı; ancak pistten kalkış ile yok etme arasında 4,5 saatlik bir zaman geçti.

Yörüngede bulunan uyduları yok etmekte kullanılan bu tür araçlara, "karşı-uydu" (ASAT) silahları adı verilmektedir. Sovyetler Birliği'nin ilk karşı-uydu uzay mayını, 1968 yılında denenmiştir. Yukarıda anlatılan olay, Sovyetler tarafından en az on kez tekrarlanmıştır. Uyguladıkları yöntem, karşıuydu silahının hedefe yaklaşması ve sonra patlayarak, hedefe doğru saçrapnel saçmasıdır,

Öte yandan ABD, 1975 yılında, geliştirmiş olduğu nükleer başlıklı karşı-uydu silahını, tek taraflı olarak iptal etmiştir. Bu tarihten itibaren Amerikalılar, uçaktan fırlatılabilen karşıuydu silahlarına ağırlık vermişlerdir. F-15 savaş uçaklarının karnı altında taşınan bu füzeler, iki kademelidirler. Böyle bir silah kullanılacağı zaman onu taşıyan F-15, dikey tırmanışa geçerek füzeye bir ilk hız verdikten sonra onu fırlatır. Hedefe hızla varabilmesi için füze, iki kademeli olarak düşünlüştür. Yarı yolda birinci kademenin yakıtı biter ve boş kalan kademe bırakılır. Sonra ikinci kademe ateşlenir ve karşı-uydu silahını hedefin yakınlarına kadar getirir. Bundan sonra silah, hedeften yayılan kızılötesi ışınlarla kilitleyerek onu bulur ve yok eder. Bu özelliğinden ötürü bu silaha, "Minyatür Hedef Bulan Araç" (MHV) adı verilmektedir.

Rusların silahı hedefe birkaç saatte ulaşırken, Amerikalıların silahının hedef bulma süresi dakikalarla ölçülmektedir. Ancak yaklaşan bir karşı-uydu silahını çok uzaktayken saptamak ve bir füzeyle safdışı etmek, ya da yok edilecek uydunun yerine bir yedeğini oturtmak mümkündür. Silahın jeosenkron (36 000 km yükseklikte) bir yörüngeye varması ise daha fazla zaman alır.

Bu açıdan bakıldığında ışın silahları, uzay mayınları ve benzeri karşı-uydu silahlarına oranla büyük üstünlük gösterirler. Çünkü 300 000 km/sn hızla hareket eden bir laser ışını, saniyenin onda biri kadar bir zamanda bir uyduyu yok edebilir. Ayrıca bir uydusu, bir balistik füzeyle göre çok daha savunmasızdır, çünkü birinciye oranla hem çok yavaş hareket eder, hem de elektronik sistemleri kolaylıkla bozulabilir. Bugünkü laser teknolojisi, laserlerin karşı-uydu silahları olarak kullanılabilmesine izin vermektedir. Nitekim 1984 yılında Amerika, Sovyetler Birliği'ne ait bir uydusu, laser ışınlarıyla yok etmiştir. Bununla birlikte uzay mayınları, laserlere oranla çok daha ucuz ve kolay bir teknoloji gerektirmektedir.

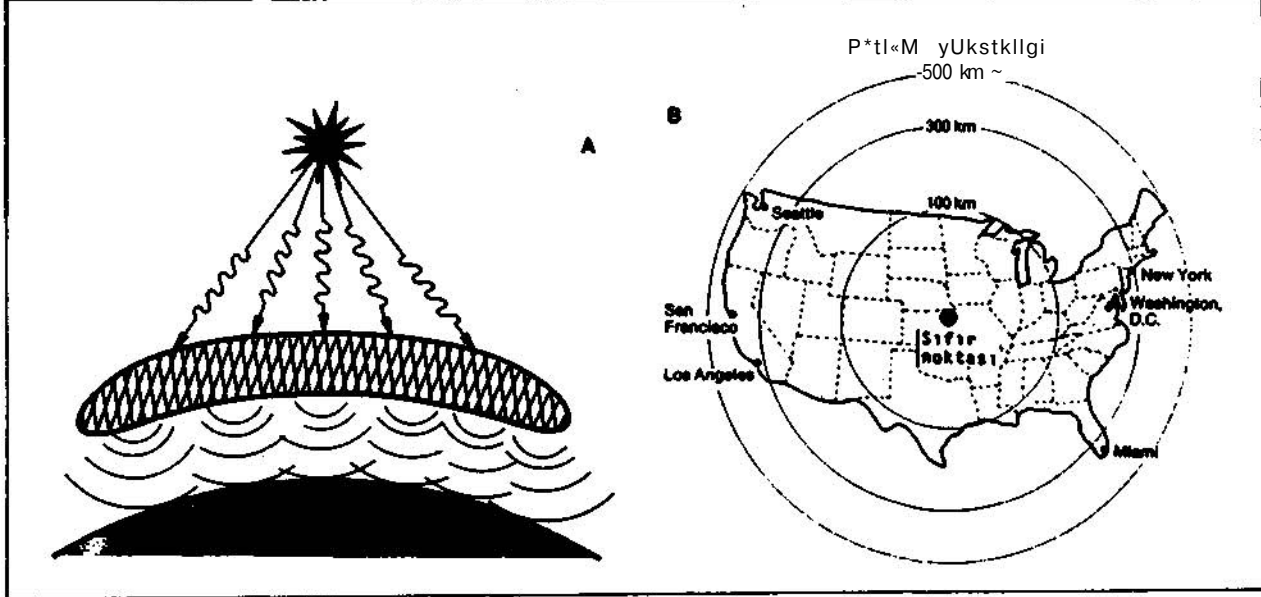
Ancak bir ilk darbe açısından, laserlerin üstünlüğü tartışılmazdır. Eğer bir süper devlet, karşı tarafın erken uyarı uydularını "kör" edebilirse, bir karşı saldırı başlamadan amacına ulaşabilir. Bu açıdan gerek ABD, ge-

rekse SSCB, laser'leri karşı-uydu silahları olarak kullanma yolunda çabalarını sürdürmektedir. Her iki taraf da, bugün yörüngede bulunan toplam 5500'e yakın futbol topundan büyük cismi (uydu, boş füze kademisi, moloz) adım adım izlemekte ve hangi uydunun ne işe yaradığını bilmektedirler. Bu cisimlerden, 1982 sonunda Amerikalılar tarafından fırlatılan uyduların sayısı 997 olup, bunlardan 183'ü çalışır durumda idi. Rusların ise attıkları 2069 uydudan 102'si çalışıyordu.

#### NÜKLEER ETKİLER

Uydulara karşı kullanılacak en etkin silahlardan biri de, nükleer bombalardır, örneğin 1 megatonluk bir nükleer patlama, etkisini 50 bin km. çapındaki bir küre içinde hissettirebilecektir. Bu menzil içinde olup da dünyanın ışın (radyasyon) gölgesinde kalmayan bütün korunmasız uydular, böyle bir patlama sonucu işe yaramaz hale gelirler. Patlamadan doğan gama ışınları ve diğer yüksek enerjili ışın türleri, uydunun metal derisinden elektronların "buharlaşması"na yol açar ve böylelikle 1 milyon Volt/m'yi bulabilen bir elektrik alanı yaratırlar. Bu ise uydunun elektronik devrelerini ya aksatır, ya da tamamen yakar. Bu nedenle son yıllarda, uyduların elektronik devrelerinin "sertleştirilmesi" için önemli çabalara girilmiş bu-

lanmaktadır. Navstar uyduları da bu şekilde sertleştirilmiş niteliktedir, öte yandan uzaydaki nükleer bir patlamanın doğurduğu "elektromanyetik darbe" (EMP), yeryüzü üzerindeki büyük bir alanda elektrik şebekelerini ve iletişim sistemlerini felce uğratabilir, örneğin ABD üzerinde 400 km yükseklikte patlatılacak 10 megatonluk bir hidrojen bombası, Alaska ve Hawaii dışındaki tüm eyaletlerde elektrik şebekesini mahvedebilir (Çizim 4). Nükleer patlamanın ilk birkaç nanosaniyesinde (1 nsn:  $10^{-9}$  saniye) patlamadan doğan gama ışınları, atmosfere ulaşır ve buradaki elektronlara çarparak EMP'yi yaratırlar. EMP bir mikrosaniye kadar sürer. Bu süre zarfında tipik bir megatonluk bir bomba, 50 bin V/m'lik bir elektrik alanı yaratır. EMP'nin etki alanında kalan tüm iletken cisimler, bir anten gibi davranarak bundan etkilenirler. Uzun yüksek gerilim hatları için bu, özellikle böyledir. Darbenin etkisiyle doğacak en yüksek değerler, 3 megavolt, 10 kiloamper ve 30 bin MW dolaylarında olabilir. Bu ise iletim hatlarının tasarım sınırlarından 100 kat daha fazladır. Sonuç, ABD'nin neredeyse tamamında elektriklerin kesilmesi, sivil ve askeri iletişimin felce uğramasıdır. Ayrıca neredeyse bütün bilgisayarlar, radyolar, televizyonlar vb. aygıtlar yanar (8). Eğer elektrik birkaç saat içinde geri gelmezse, nükleer santallerde de bir dizi kalp erimesi kazası yer alabilir.



Çizim 4. Elektromanyetik Darbe. Atmosfer dışında bir atom ya da hidrojen bombası patlatıldığında, patlamanın ilk birkaç nanosaniyesinde gama ışınları oluşur. Gama ışınları dünyaya doğru yol alarak, atmosferin dış tabakalarındaki hava moleküllerinin elektronları ile çarpışırlar. 400 km. yükseltide 10 megatonluk bir patlama için bu çarpışma bölgesi, A'da görüldüğü gibi 3000 km çapında ve 10 km kalınlığındadır. Gama ışınları tarafından atomlarından koparılan elektronlara, bu olayı keşfeden fizikçi Arthur H. Compton'dan esinlenerek

"Compton elektronları" adı verilmiştir. Bu elektronlar çarpışmalar sırasında hız kazanır, dünyanın manyetik alanıyla karşılaşarak sapıtılır ve bir elektrik akımı yaratırlar, işte bu akım, dünyaya doğru yayılan elektromanyetik darbeleri oluşturur. Yaratılan elektromanyetik alan düzeyi, 50 kV/m düzeylerine erişebilir.

Kaynak bölgesi çok büyük olduğundan, bu darbeler kıta ABD'sinin tamamını etki altında bırakabilirler (ABD'nin yüzölçümü Türkiye'ninkinin 10 katı kadardır).

## "BARIŞÇI" UZAY ÇALIŞMALARI

Askeri açıdan değerlendirildiğinde, görünüşte barışçı amaçlarla yapılan uzay çalışmalarının da, askeri amaçlara hizmet edebildiği görülmektedir, örneğin Amerikalıların Uzay Mekiği, askeri nitelikli ilk yükünü 1982 yazında taşımıştır. Mekikler bugün artık, hem askeri, hem de sivil uyduları yörüngeye yerleştirmekte kullanılmaktadırlar. Bu kullanım o kadar belirgindir ki, Sovyet yetkilileri mekiklerin bir karşı-uydu silahı olarak yasaklanmasını istemişlerdir. Bugüne kadar birçok askeri uydu, uzay mekikleri tarafından yörüngeye yerleştirilmiştir. 24 Ocak 1985'te yapılan Chalenger mekiğinin 51 -C seferi, tamamen askeri amaçlı ilk mekik uçuşu olma niteliğindedir ve son derece gizli tutulmuştur. Bu konuda basına sızdırılan bilgilere göre mekik tarafından Karadeniz'in 35 000 km yüksekliğine yerleştirilen bir uydu, Sovyetler Birliği'nin Sivastopol yakınındaki füze üslerini gözlemlemektedir. Uydunun yayını izlemek için Pentagon'a özel direkt alıcı antenler yerleştirilmiştir.

öte yandan Sovyetler de bir uzay mekiği geliştirmiş bulunmaktadır ve yakında bunu sınavacaklardır. Sovyetler bu alandaki çalışmalarını iki koldan sürdürmektedirler. Bunlardan birincisi, 3 Haziran 1982'de ilk denemesi yapılan bir uzay uçağıdır. Kanatları olan bu küçük uçak, Amerikalıların eski X-20 "Dyna-Soar" deneysel uçağını andırmaktadır. Gözlemciler göre bu uçak 1990'larda, kendi başına uza-ya çıkıp inebilecektir. Sovyetlerin diğer çalışmaları ise, Amerikalıların uzay mekiğinden kopye edilmiş büyük bir uzay mekiği ile ilgilidir. Ancak bunun ilk denemeleri, henüz yapılmamıştır.

Görüldüğü gibi uzay çalışmaları, giderek büyüyen bir askeri nitelik kazanmaktadır. Bunun sonucu olarak ABD, 1 Eylül 1982'de Hava Kuvvetleri'ne bağlı Uzay Kumandası'nı kurmuştur. Bu sıralarda ise, Deniz ve Kara Kuvvetleri'ne bağlı Uzay Kumandalarının da bununla birleştirilerek, üç geleneksel kuvvetin yanı sıra, bir "Birleşik Uzay Kuvvetleri" oluşturulmasına başlanmıştır.

Sovyetlerin uzay çalışmalarında ise ağırlık, öteden beri askeri konulara verilmiştir. Bugüne dek Kozmos serisinden 1400'ü aşkın uydu fırlatılmış ve bunların dörtte üçü, askeri amaçlı olmuştur. Soyuz füzeleri tarafından yörüngeye yerleştirilen Salyut uzay istasyonları, füzeler ya da katil uydular için bir kalkış rampası olarak kullanılabilir. Aynı zamanda bu üslerdeki uzay adamları, düşman uyduları yakalayabilir, ya da yüksek enerjili lazer ışınları kullanabilirler.

Amerikalılar, uzay mekiğinden çektikleri fotoğraflarla, Sovyetlerin yeni uzay girişimleri konusunda bilgiler elde etmişlerdir. Tyuratam füze atış merkezine ait

olan bu fotoğraflar, Sovyetlerin kendi uzay mekikleri için 68 m. uzunluğunda bir füze inşa etmekte olduklarını ortaya koymuştur. Geliştirilmiş olan 100 m. boyundaki bir füze ise, 150 ton ağırlığındaki bir yükü yörüngeye oturtabilecek güçtedir. Bu, Amerikalıların aya insan indirmekte kullandıkları, 127 ton ağırlığı taşıyabilen Satürn-5 füzelerinden daha fazladır. Ancak Amerikalılar, 11 yıl önce Satürn-5 yapımına son vermişlerdir ve yeniden üretime geçilmesi yıllar alacaktır. Amerikan uzay mekiği ise 30 ton taşıyabilmektedir. Sovyetler bu füzeyi, hem 1990'larda sürekli insan barındıran bir uzay istasyonu kurmakta, hem de uzay laser platformlarını fırlatmakta kullanabileceklerdir.

1984 başında Başkan Reagan, Amerikalıların da bir uzay istasyonu kurmaları için gereken yeşil ışığı yakmıştır. ABD Savunma Bakanlığı'nın 1985 Uzay bütçesi 8,4 milyar dolar, Ulusal Havacılık ve Uzay örgütü'nünki (NASA) 7,5 milyar dolardır. SSCB'nin uzay harcamalarının ise ABD toplamından yaklaşık % 50 daha fazla olduğu düşünülmektedir.

## 2. KİNETİK ENERJİ SİLAHLARI

Işın silahlarına geçmeden önce, karşı -uydu silahı olarak kullanılacak, fakat daha çok balistik füzelerle karşı düşünülmüş bir silah çeşidine göz atmak yerinde olur. "Kinetik enerji" (KE) silahları, uzun dalga boylu kızılötesi yönlendirme sistemleri olan küçük araçlardır. Bu araçlar, dünya yörüngesine yerleştirilmiş rampalardan fırlatılır ve kimyasal bir patlayıcı ile ya da çarpma etkisiyle düşman ICBM'sini yok ederler. Sovyetlerin Kozmos 1267 uydusu, böyle bir KE silahını denemiştir. Bu füzeler için Amerika'da geliştirilen bir tasarım, elektromanyetik alan değişimleri sayesinde bu araçlara ivme verebilen, yörüngeye oturtulmuş raylı bir toptan fırlatılmalarını öngörmektedir.

ABD'de 10 Haziran 1984'te yapılan bir denemede ise bir Minuteman balistik füzesi, gene bir Minuteman füzesiyle yerden fırlatılan bir Hedef-bulma Aracı tarafından yok edilmiştir. Bu tasarımda 5 m çapında bir çelik ağı, aracın etkinlik menzilinini arttırmıştır. MHV nin son anlardaki etkinliğini ölçmek için, füzesi kasıtlı olarak vurma rotasından 20 mil sapmalı fırlatılmıştır. Bu durumda bile, çelik ağa gerek kalmaksızın direkt çarpışma elde edilebilmiştir.

### Elektromanyetik Fırlatıcı

Elektromanyetik enerji kullanılarak raylar üzerinde hareket eden bir cisme çok yüksek hızlar kazandırma düşüncesi, ilk kez bundan 50 yıl kadar önce, uzaya cisim fırlatma ile ilgili olarak düşünülmüştür. Bunun dışında bugün bilinen iki yöntemle cisimlere yüksek hız



kazandırabilir: Tabanca ya da toplarla ve füzelerle. Kimyasal bir patlayıcının ateşlenmesiyle oluşan gaz basıncı sonucu, tabancalardan saniyede 2 kilometre hızla mermi atılabilmektedir. Ancak bu hız, yerçekiminden kurtuluş hızı olan 11 km/sn'den çok küçüktür. Ayrıca ilk anlarda mermiye verilen ivme, yerçekimi ivmesinin 150 bin katı kadardır (150 000 g).

Füzeler ise genişleyen bir gazın etkisiyle sınırlı değildirlere; tepkime kütlesi atılmağa devam ettikçe hız kazanabilirler. Genellikle 5-6 km/sn'lik bir itiş sağlarlar. Fakat bu iş için, kendi yakıtlarını ve yanmayı sağlayan motorları da beraberlerinde taşımaları gerekmektedir. Bunun sonucu olarak, örneğin Avrupa Uzay Ajansı'nın Ariane füzesi, uzaya yerleştireceği paketin 132 katı bir "ölü ağırlık" taşımaktadır. Bunun sonucu 1 kg'lık bir yükü alçak yörüngeye oturtmak, 20 bin dolar tutmaktadır.

Öte yandan elektromanyetik bir fırlatıcı kullanılabilirse, gerek ağırlık, gerek yakıt ve gerekse gider açısından büyük tasarruf sağlanabilecektir. Bu iş için bir füzenin yalnızca birinci kademesi yerine böyle bir aygıt kullanmak bile yeterli olabilir. Eğer fırlatıcı, füzenin geri kalan iki kademesini 2 km/sn hıza erdirtirebilse, fırlatılacak kütlenin % 70'ine gerek kalmaz ve bir tonluk bir paket, sadece 15 tonluk bir füze ile fırlatılabilir.

Tekrar tekrar kullanılabilir olan böyle bir raylı topun, 200-400 milyon dolar arasında tutacağı ve yirmi yıllık bir amortisman süresi için kg başına 3000 dolar masraf gerektireceği hesaplanmıştır.

Amorti olduktan sonra ise yörüngeye yük atma masrafı 1400 dolar/kg'a düşecektir. Bu değer Uzay Mekiği için 2300 dolar/kg dolaylarındadır. Eğer birgün bu toplar 150 kg/sn'lik bir hıza erişebilirlerse, döteryum ve tritium bilyeciklerini birbirine fırlatarak termonükleer füzyon (birleşme) gerçekleştirmede de kullanılabilirlerdir.

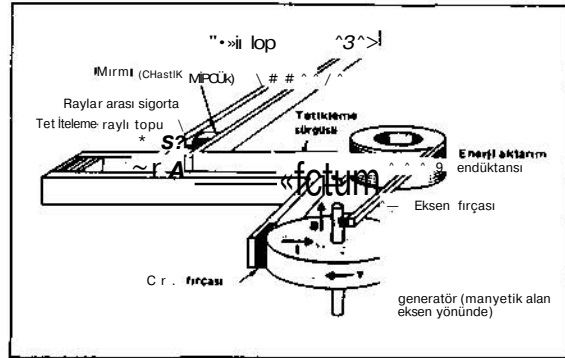
#### Çalışma İlkesi

Elektromanyetik fırlatıcılar, çok basit bir ilkeye dayanırlar: Fırlatılacak cisim, olağan durumda elektriksel olarak birbirinden yalıtılmış ve bir güç kaynağının uçlarına bağlanmış olan iki ray arasında, köprü kurarak devreyi tamamlar. Bir raydan ileri yönde, diğer raydan ters yönde akan elektrik akımının oluşturduğu manyetik alan, cisimi giderek artan bir hızla ileri doğru iter.

İvmeyi yaratan kuvvet (Newton olarak), ray akımının (Amper) karesi ile rayların birim uzunluk başına endüktansının (Henry/metre) çarpımının yarısına eşittir. Raylar için tipik endüktans 0,5 mikrohenry/m olduğundan, çok yüksek akımlara gerek vardır. Buna karşılık gerilim, yüksek olmamalıdır.

Toplu bir tabancanın gazında olduğu gibi, manyetik alan geniştikçe enerji kaybeder ve itici gücü azalır. Bunun sonucu geleneksel bir raylı top, bir tabancaya benzer biçimde % 20-30 verimle çalışır. Ancak eğer ray, parçalara bölünür ve her parça cisim kendi üzerine geldikçe ateşlenirse, başlangıçta depo edilen elektrik enerjisinin % 90'ı kinetik enerjiye dönüşme şansı bulur. Bu durum, bir tabancadaki gazın itici gücünün, tabancanın her noktasında azaltılmadan kullanılabilmesine benzer.

Elektromanyetik raylı-top teknolojisi, ancak 1970'lerde geliştirilmeye başlanmıştır. Bu alandaki ilk çalışmalar bile çok ümit vericidir. Avustralya'lı bir grup araştırmacı, 5 metrelik bir top kullanarak, 3 gramlık ağırlıklara 6 km/sn hız kazandırabilmiştir (Çizim 5). Bu, 330 000g'lık bir imedir. ABD'de 2 gr'lık bir ağırlık 5 metrelik bir toplu, kurtuluş hızı olan 11 km/sn'ye erişirilmiştir. Westinghouse Şirketinin 15 megajul depolayan sistemi, 317 gr'lık bir cisme 4,2 km/sn hız kazandırabilmiştir. Sovyetler Birliği'nde ise V.N. Bondaletov, değişik bir yaklaşım kullanarak, 2 gr'lık ağırlıklara 1 cm içinde 1 km/sn hız kazandırmıştır. Burada ivmenin en yüksek değer 20 milyon g'yi, başka deneylerde ise 100 milyon g'yi bulmuştur (9).



Çizim 5. Elektromanyetik raylı top. Avustralya'da geliştirilen tasarımda, eşkutuplu (homopolar) bir üretilen akım, bir endüktans ya da bobinde depolanmaktadır. Topla aynı ilkeye göre çalışan bir tetikleme sürgüsü, ileri doğru itilir. Sürgü rayı topa ulaştığında, bobindeki enerji raylı topa boşaltılır. Elektromanyetik enerjinin etkisiyle mermi, artan bir hızla ileri doğru itilir. Top namlusunu ardarda parçalardan yapıp her parçayı mermi üzerine geldikçe ateşlemek, verimi % 90'a ulaştıracaktır.

#### Askeri Uygulamalar

Çok yüksek hızlı toplar, özellikle düşman balistik füzelerinin ilk fırlatılış aşamasında yararlı olacaklardır. Fırlatılacak cisimlerin nükleer olmayan yok etme mekanizmaları, füzelere en az 3-5 metre yaklaşabilmelerini gerektirmektedir. Bu ise ancak kızıl-ötesi hedefbulma ile sağlanabilir. Bu nedenle bu cisimler, "min-

yatür hedef-bulma aracı" (MHV) nitelikli olmalıdır. Böyle bir MHV'nin 2 kg ağırlığında olduğunu ve pratikte 8 km/sn hızla hareket edeceğini düşünürsek, bu varolan teknolojidten yalnızca 20 çarpan uzaklıktadır. Üstelik bu araç, çok kısa yanma süreli ICBM'lere karşı bile etkin olabilecektir. Bu tür 100 adet uydu-topun, ilk savunma perdesi için yeterli olacağı düşünülmektedir. 20 km/sn hızı ise varolan teknolojidten 2 çarpan uzaktadır. ABD Savunma Bakanlığı bu konu ile ancak son beş yıldır uğraşmaktadır ve yalnızca 25 milyon dolar harcamıştır. Durum böyle olduğu halde elde edilen sonuçlar, umulanın çok ötesinde olmuştur. Gene, bir MHV'nin 100 bin g dolaylarında bir ivmeye dayanabilmesi gerekmektedir. Oysa taktik sistemler daha şimdiden 20 bin g ivme altında çalışabilmektedir.

KE Silahları ne şekilde kullanılacaklardır?

Yukarıda, bir ICBM'nin uçuşunun üç bölümde ele alınabileceğini görmüştük. Füzenin ilk fırlatılış aşaması, 200-300 sn. sürer ve füze bu süre zarfında, uydular tarafından kolaylıkla saptanabilecek bir kızılötesi "imza" bırakır. Bu süre sonunda, çok sayıda MIRV başlıkları "saçılır". Bu başlıkların sayısı füzesine göre, 3 ya da 10 tane olabilir.

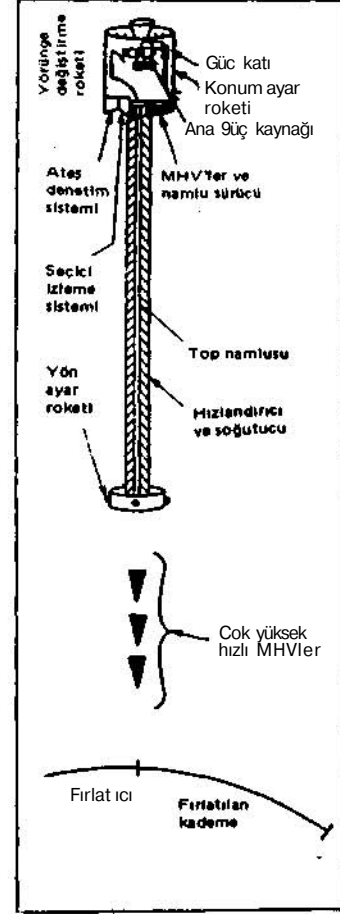
İşte KE Silahlarının en önemli uygulaması buradadır. MIRV'lerin birbirlerinden fazla uzaklaşmadan yok edilmeleri, hatta eğer mümkünse bunlar salınmadan önce ICBM'nin ortadan kaldırılması gereklidir. Bunun için dünya yörüngesine yerleştirilmiş bir elektromanyetik top ateşlenerek bir MHV fırlatır. MHV, temel yapı olarak çok geniş bir alanda bilye saçabilen bir bilyeli bombadan oluşur. Bomba füzenin yakınına geldiğinde patlayarak bilyeleri saçar. Her bilye, çarptığı başlığa birkaç megajul'lık bir enerji aktarır; bu ise başlığın yok olması için yeterlidir (Çizim 6).

ICBM'nin uçuş ve atmosfere giriş aşamalarında da benzer MHV'ler kullanılabilir. Ancak bunlar, yerden uzaya fırlatılan roketlerle gönderilecektir. Burada en büyük sorun, nükleer bomba taşıyan gerçek başlıklarla, karşı tarafın yanılma amacıyla kullandığı maket başlıklar arasında ayırım yapabilmektedir. Bunun için çeşitli laser, radar ve optik (kızılötesi) sistemlerin uygulanabilirliği araştırılmaktadır.

Sonuç olarak, KE teknolojisi hem ucuz, hem de kolay bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. 1990 yılına dek, bu alandaki en önemli teknik zorlukların aşılmış olacağı umulmaktadır (10).

Saldırı güçlerini son yirmi yıldır giderek arttırmaya yönelmiş olan süper devletler, savunmaya hiç ağırlık vermedikleri için, güvenlikleri giderek azalmıştır. Bu akım artık tersine dönmektedir ve KE silahlarının,

"balistik füze savunma" (BMD) perdesi oluşturacak biçimde, yakın bir gelecekte devreye girmeleri beklenebilir.



Çizim 6. Çok yüksek hızlı top, kolaylıkla geliştirilebilecek bir teknolojiye sahiptir ve geliştirilmesi, çok az masraf gerektirecektir. Bu yöntemle mermiler, 25 km/sn hızla eristirilebilir.

### 3. YÖNLENDİRİLMİŞ ENERJİ (IŞIN) SİLAHLARI

Artık, ABD Başkanı Reagan'ın geliştirilmeleri için çağrıda bulunduğu gerçek "Yıldız Savaşları" silahlarına eğilebiliriz. Bunlar, yönlendirilmiş enerji silahları ya da ışın silahlarıdır. Bunlar da kendi aralarında ikiye ayrılırlar: Parçacık ışın silahları ve Laser silahları. Aşağıda bunları ayrı ayrı inceleyeceğiz. Ancak bunu yapmadan önce, ikisi arasındaki temel farkı ortaya koymak yerinde olur.

Bir parçacık ışını, atom ya da atom-altı büyüklükte parçacıklardan oluşan, çok yüksek yoğunluklu ve çok yüksek gerilimli bir demettir. Bu parçacıklar yük taşıyabilirler (proton, elektron ya da hidrojen iyonları gibi) ya da yüksüz olabilirler (nötron ya da hidrojen atomları gibi), özellikleri, çok sayıda ve çok hızlı olmalarıdır.

Bir laser ışını ise, tek frekanslı ve aynı fazda olup, birbirine tamamen paralel olarak ilerleyen elektromanyetik dalgalardan oluşur. Dalgalar arasındaki bu uyum, onların normal ışıktan ya da başka cins uyumsuz enerjilerden çok daha büyük etkinliklere sahip olmalarını sağlar.

İki cins ışın silahı arasındaki bu temel farklılığı gördükten sonra, bunların teker teker incelenmesine geçebiliriz.

#### A) PARÇACIK IŞIN SİLAHLARI (11,12)

Proton, nötron, elektron gibi parçacıklar, yüksek enerjili bir laserden daha farklı bir vuruş etkisine sahiptirler. Hedefle etkileşimleri, bir laser ışınından daha yıkıcı olabilir. Ayrıca böyle bir ışın, kötü hava koşullarını daha kolaylıkla yenilir.

Onlarca yıldır fizikçiler, temel parçacık hızlandırıcıları tarafından yüksek hızlara ulaştırılan yüklü ya da yüksüz parçacıkların, yıkıcı boyutlarda enerji taşıyabileceklerinin farkındadırlar. Bazı durumlarda bu parçacıklardan oluşan bir ışın, zırhlı elektronik devrelere zarar verebilir, ya da bir maden parçasını eriterek bir delik açabilir. Ancak, bu ışınların askeri amaçlarla kullanılması, ilk kez 1970'li yılların sonlarına doğru düşünülmüştür. Hem ABD'nin hem de SSCB'nin bu alanda yoğun çalışmaları vardır. Yarattıkları etki açısından bu silahlar, düşman füzesine yıldırım darbeleri yağdırmaya benzetilebilir.

Parçacık ışın silahları ve daha genelde ışın silahları, daha önceden bilinen savaş gereçlerinden temel bir biçimde ayrılırlar. Yıkıcı enerjisi hedefe bir mermi veya füze ile ileten patlayıcı bir başlık, burada söz konusu değildir. Bunun yerine, büyük sayıda atom ya da atom-altı parçacıkların kinetik enerjisi artırılır ve sonra, toplu halde hedefe yöneltilirler. Hedefe ulaşan parçacıkların büyük bölümü, atom içindeki ve atomlar arasındaki boşluklardan geçip giderler. Bu geçiş sırasında hedefteki elektronlara, parçacıkların enerjisinin bir bölümü aktarılır. Bu enerji, sonuçta kendini ısı olarak belli eder. Eğer parçacıkların sağladığı enerji giridi, hedefin enerji kaybından daha hızlı ise, hedef ya eriyebilir ya da ısınma sonucu çatlayabilir. Bu sayede bir füzenin "derisi" delinebilir, nükleer başlıktaki tetiklemeyi sağlayan kimyasal patlayıcı patlayabilir ya da hedefin güdümüyle ilgili elektronik devreler zarar görebilir. Böylece ışın silahları, alışılmamış silahlardan üç önemli açıdan ayrılmaktadırlar: İlk olarak yıkıcı enerjisi, küresel bir patlama ile her yöne eşit olarak saçacakları yerde, hedef üzerinde belli bir alana odaklanırlar. Bu yüzden, görevlerini yapabilmeleri için, doğrudan doğruya hedefi vurmaları gerekmektedir. İkincisi, alışılmış silahlardan farklı olarak, parçacıkla-

rı hedefe götüren enerji ile yıkım yaratan enerji aynı enerjidir. Son olarak, bir füzenin en yüksek hızı, ancak ses hızının birkaç katı olabilirken (1500 m/sn), ışın silahlarının yıkıcı enerjisi ışık hızıyla (300 milyon m/sn) ya da buna yakın bir hızla hareket eder.

#### ÇALIŞMA İLKESİ

Herhangi bir yüklü parçacık, bir gerilim düşümü alanında kaldığında, bu gerilim düşümüne eşit bir kinetik enerji kazanarak hızı artar. Böylece bir milyon voltluk bir gerilim farkından geçirilen bir proton ya da elektron, bir milyon elektron voltluk (1 MeV, ya da  $1,6 \times 10^{-13}$  Jul'lük) bir kinetik enerji kazanır. Ayrıca manyetik alan yaratan mıknatıslar yardımıyla, odaklanıp yoğunlaştırılmaları da mümkündür, öte yandan yüksüz parçacıklar bu biçimde hızlandırılıp odaklanmazlar. Bu nedenle, bir hızlandırıcıdan çıkan yoğun proton ışınıyla bir hedefi döverek yüksek enerjili nötronlar elde etmek mümkün olduğu halde, bu nötronlar odaklanıp bir hedefe yöneltilemezler, öte yandan eksi yüklü hidrojen iyonlarını yukarıdaki biçimde hızlandırıp odakladıktan sonra, onları düşük yoğunluklu bir gaz içinden geçirerek nötrleştirmek ve böylece, yüksüz bir parçacık ışını elde etmek olasıdır.

Bugüne dek geliştirilmiş olan parçacık hızlandırıcıları, iki ana başlıkta toplanabilirler: 1) Çok yüksek enerjili, alçak akımlı ışın üretenler ve 2) Düşük enerjili, yüksek akımlı ışın üretenler.

Birinci tip hızlandırıcılarda Radyo-Frekansı (RF) üretçilerince üretilen hareketli bir elektromanyetik dalga, bir grup parçacığı önüne katıp sürükler. Bu, bir deniz dalgasının bir tahta parçasını sürüklemesine benzer.

Parçacık ışın silahları için gerekli olan ikinci tür hızlandırıcı, ışınların ortasından geçtiği simit biçiminde, manyetik maddeden yapılmış bir halka gerektirir. Bu halkanın manyetik alanını hızla değiştirmek, parçacıkları ileri iten bir elektrik alanı yaratır.

Parçacık sayısı çok yüksek olmak zorunda olduğundan, bir ışın silahı, ikinci tipten bir hızlandırıcı gerektirir, örneğin bir Amper'lik bir akım, saniyede  $6 \times 10^{18}$  yüklü parçacığın akışına eşittir. Böylece her parçacığa 1 GeV (Giga-elektron volt: milyar elektron volt) enerji veren ve ışın akımı 1 Amper olan bir hızlandırıcının güç çıkışı, 1 GW'dır (gigawatt). Toplam enerji, güçle zaman süresinin çarpımına eşit olduğundan, saniyenin milyonda biri kadar süren 1 GW'lık bir "vuruş", tam 1000 jul'lük enerji taşır. Gerçekte ışın silahlarının enerjisi de yüksek olmalıdır. On milyonlarca amperlik, birkaç GeV'lik hızlandırıcılar gereklidir. Ancak bu, henüz ulaşılamayan bir hedefdir. Bu amaca ulaşmak için, birinci ve ikinci tip hızlandırıcıların birlikte kullanıldıkları bir düzenek de düşünülebilir.

Atmosfer içindeki uygulamalar için, birkaç jet motora bağlı uygun nitelikli generatörler, istenilen enerjiyi sağlayabilir. Uzayda ise enerji kaynağı, füze eksozuyula sürülen üreteçlerdir. Bunlarda yakıttan güce dönüşüm verimi, % 20 dolaylarındadır. Aynı amaçla kimyasal patlayıcılar da kullanılabilir. Nükleer patlayıcılar ise, her şeyi buharlaştırmadan önce, ancak bir kez kullanılabilir.

Burada önemli olan nokta, enerji kaynağından hızlandırıcıya enerji aktarımını sağlayabilmektir. Bu amaçla kapasitör gruplarının kullanılması uygundur, fakat gerekli olan birkaç yüz megajul'lük enerjiyi depolayacak kapasitörler, henüz geliştirilmemiştir. Bu, manyetik enerji depolayan endüktörler için de geçerlidir.

Bunun da ötesinde, birazdan göreceğimiz gibi, parçacık silahları saniyede birkaç bin kez ateşlenebilmelidirler. Bunu sağlayacak anahtarlar, henüz geliştirilebilmiş değildir.

Çok yüksek akımlı ve kısa süreli vuruşlar sağlayan "doğrusal endükleme hızlandırıcısı", hem ABD hem de SSCB tarafından geliştirilmiştir. Bu tür bir araçta hızlandırıcı gerilim, bir trafo ikincil sargısının uçlarından beslenen bir aralık içinde gerçekleştirilir. Trafonun birincil sargısı, yüksek gerilimle doldurulmuş bir kapasitöre bağlıdır. Ancak trafo kuplajında (coupling) demir ve ferrit çekirdekler gerektiğinden, bu sistem çok ağır ve hantaldır. 1 GeV'lik bir ışın oluşturacak böyle bir hızlandırıcı, günümüz teknolojiyle 500 metre uzunluğunda ve 250 ton ağırlığında olmak zorundadır.

## İŞIN TÜRLERİ

Yüklü parçacıklardan oluşan ışınlar, uzayda fazla işe yararamamaktadırlar. Taşıdıkları yük, dünyanın manyetik alanı tarafından saptırılmalarına ve hedefi şaşırma-larına yol açar. Ayrıca kendi aralarında birbirlerini itmeleri, ince bir ışın demetinin kısa sürede işe yaramaz derecede genişlemesine neden olur. Bu nedenle uzay uygulamaları için yüksüz parçacıklar (iyon halinde-ken hızlandırılıp sonra yükü giderilen hidrojen atomları) düşünülmektedir, öte yandan bu durumda bile çıkış çapı 2 cm olan bir ışının hedefteki çapı, 1000 km'lik bir uzaklık için 20 metre olur.

Atmosfer içinde ise, yüklü parçacıkların ilke olarak işe yarayacağı benimsenmektedir. Bu iş için elektronların kullanıldığını varsayalım, önce elektronlardaki enerji, ışın hattı üzerindeki hava moleküllerini ısıtır ve iyonlaştırır. Bu artı yüklü iyonlar bir yandan ışının elektrik alanını azaltırken, öte yandan elektronların akışından doğan manyetik alan, elektronların birbirle-rini itmelerini ve ışının genişlemesini önler. Ancak

ışın üzerindeki toplam etki, gene yayılmasını sağlar. Örneğin çıkış çapı 4 cm olan 500 MeV'lik bir elektron ışını, bir kilometre uzakta 132 metrelik bir çapa erişir, enerjisi de çıkış enerjisinin % 6'sına düşer. Bundan başka, işleyişleri henüz tam olarak anlaşılmayan mağnetohidrodinamik dengesizlikler, uzun ışınların sosis zinciri gibi boğumlanmalarına ya da hortum gibi kıvrılmalarına yol açabilir.

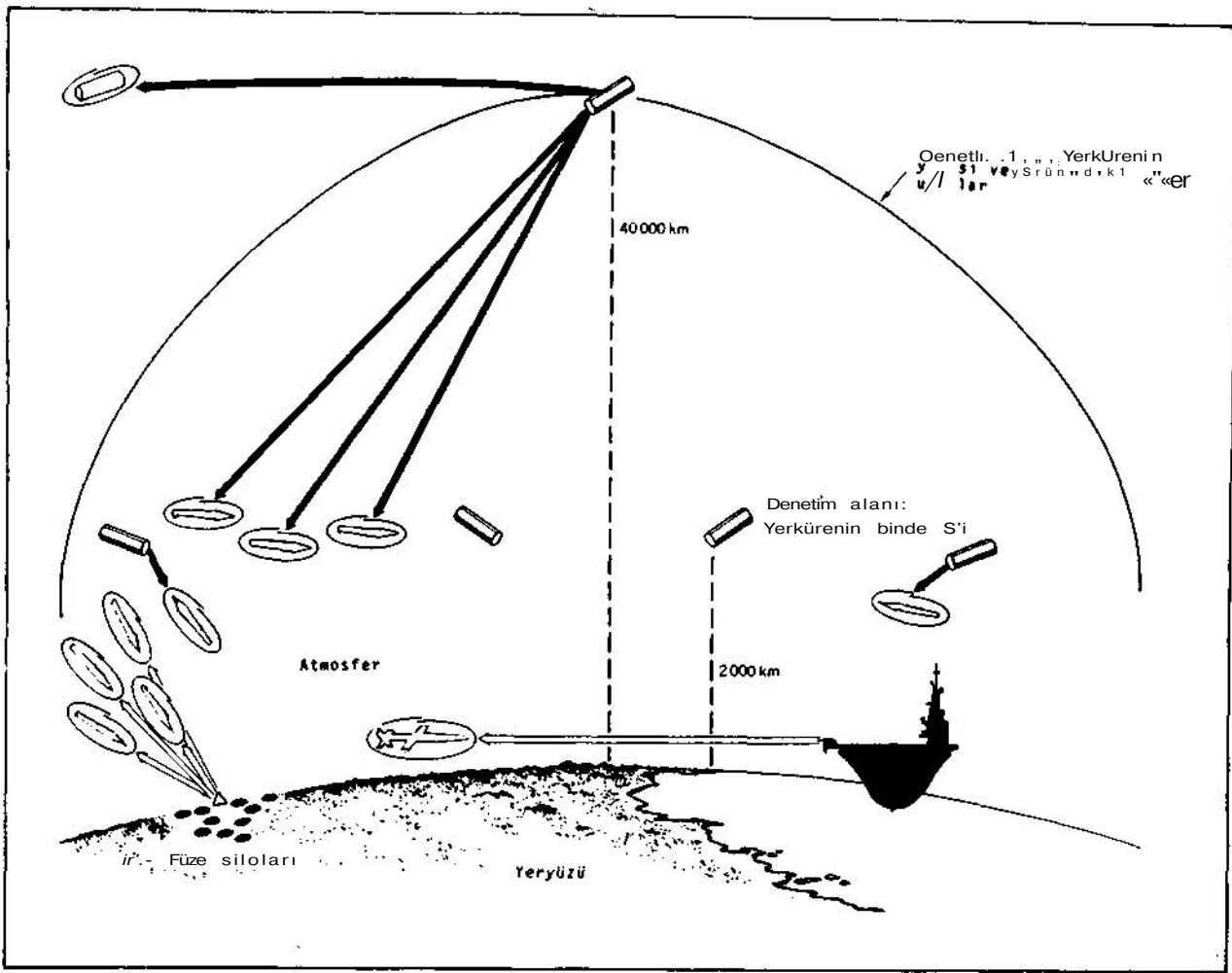
öte yandan, ardarda öncü vuruşlarla ışın hattı üzerindeki hava ısıtılıp uçurulabilir ve geride, örneğin 0,1 atmosfer basınçlı seyrek ve sıcak havadan oluşan bir kanal bırakılabilirse, bu kanal içinde sonradan gelen ışın vuruşları, daha az dağılma ve enerji kaybıyla iletilirler. Olay temelde, silahtan hedefe uzanan bir hava deliği ya da "boş hava koridoru" açmak ve sonraki vuruşlar için, bu kanalı kullanmaktır. Bu taktirde hedefteki ışın çapı, silah çıkışındaki yalnız üç katıyla ve enerji kayıpları, % 20 ile sınırlanabilir. Kanalı açan öncü, bir laser ışını da olabilir. Atmosfer içinde bu yöntemin etkili olabilmesi için, saniyede birkaç bin vuruş üretilebilmesi gereklidir.

## KULLANIM ALANLARI

Parçacık ışınlarının askeri amaçlarla özellikle üç alanda kullanılması düşünülmektedir: 1) Balistik füzelere karşı, fırlatılışları sırasında savunmada, 2) Balistik füzelere karşı, hedefe yaklaştıkları sırada savunmada, 3) Seyir füzelerine ve diğer füzelere karşı deniz savunmasında. Bunların dışında, karşı -uydu silahı olarak da kullanılabilecekleri ortadadır (Çizim 7).

Balistik füzelere karşı ilk fırlatılış aşamalarında etkili olacak parçacıklı silahların, yerküre etrafında yörüngeye oturtulacak büyük uydulara yerleştirilmeleri gereklidir. Bu uydular, düşmanın hem karadaki füze silolarında bulunan ICBM'lere, hem de denizde atom denizaltılarından fırlatılan balistik füzelere (SLBM) karşı savunma sağlayabilmelidir. Eğer ışın silahı jeosenkron bir yörüngeye yerleştirilirse, daima aynı bölgenin üzerinde kalacak ve yerkürenin bütün bölgelerini denetlemek için 2-3 uydu yeterli olacaktır. Fakat bu uzaklıktan, hedefi vuracak odaklanmada ışınlar göndermek çok zordur. Bu nedenle silahlar, çok daha alçak yörüngelere, yerkürenin 1000-2500 km uzağına yerleştirilmelidirler. Fakat bunun da iki sakıncası vardır: Hem uyduların denetim alanı çok küçülecektir, hem de uydu, yerdeki bir noktaya göre hareket halinde olacaktır.

1000 km uzaklıktan yeryüzünde karşı tarafın kullanabileceği bütün füze rampalarını sürekli denetleyebilmek için, 150 uyduya gereksinim vardır. Ancak her-



Çizim 7. Parçacık 15in silahlarının dört ayrı uygulama biçimi görülmektedir. Birinci uygulamada, jeosenkron yörüngede (yerden 40 bin km yükseklikte) iki uydu, kuramsal olarak dünyanın neresinden fırlatılırlarsa fırlatılırlar, uluslararası balistik füzeleri atmosferden çıkışlarında vurabilirler. Bu silah sistemleri ayrıca başka uydulara, yörüngedeki bombalara ya da düşman uzay araçlarına karşı kullanılabilirler, ikinci bir uygulama, yere yakın yükseltilerde (1000-2500 km) yörüngelendirilmiş 150 kadar uydudan oluşan bir uydu filosu kurmaktır. Bu tür platformlara komutlar, jeosenkron röle uyduları ile iletilir, üçüncü bir olasılık, atmosferin dışına çıkmayan ya da diğer savunma perdelerini aşarak yeniden atmosfere girip füze ve başlıklara yüklü parçacıklardan oluşan bir ışın gönderecek, yerde üslenmiş bir parçacık isini sistemidir. Bu durumda parçacıklar, hedefe varana dek atmosfer içinde bir "tünel" açacaklardır. Son olarak gemilerin bir parçacık ışın topu taşımaları ve bunu, seyir füzelerine ya da havadan atılan füzelere karşı kullanmaları düşünülebilir. Bütün bunlar, henüz varolmayan teknolojik atılımların gerçekleştirilmesini gerektirmektedir. Ancak bu durumda bile birtakım basit önlemler, bu tür silahları etkisiz bırakabilir.

hangi bir anda bu uydulardan yalnızca bir tanesi, karşı tarafın füzelerinin yoğun bir biçimde bir arada bulunduğu bölgenin üzerinde bulunacaktır. Böylece bir

kütle saldırısı durumunda aynı anda fırlatılacak olan 1400 küsur ICBM'ye karşı, bu bir tek uydu yanıt vermek zorundadır. Öte yandan ışın silahı, ışın dağılması nedeniyle füze atmosfer içindeyken kullanılamaz. Fırlatılış süresini 300 sn ve atmosferden çıkış süresini bunun beşte biri olarak varsayarsak, uydunun 1000 ICBM'yi 240 saniyede, ya da her ICBM'yi, bir saniyenin dörtte birinden daha kısa zamanda yok etmesi gereklidir (Çizim 8). Bu süre içinde uydunun:

- Her hedefi saptaması, belirlemesi ve izlemesi,
- Parçacık ışınıni nişanlayıp ateşlemesi,
- Hedefteki yıkım derecesini değerlendirmesi,
- Gerekirse yeniden nişan alıp hedefi vurması gerekmektedir.

Her ICBM için ortalama iki vuruşun öldürmeyi garantileyeceğini varsayarsak, böyle bir sistem her saniye en az on vuruş üretebilmelidir. öte yandan bin kilometre uzaklıktan on metre uzunluğunda bir füzeyi vurmak, yüz binde bir oranında açılacak dakiklik gerektirir. Bu ise bugünkü radar sistemleri için olanaksızdır. Yukarıdaki amaçları gerçekleştirecek bir silah sistemi, şu parçalardan oluşacaktır-

- Hedefleri saptayacak, belirleyecek, izleyecek ve saldırıdan sonra verilen zararı değerlendirecek radarlı, kızılötesi ya da optik algılayıcılar,
- Işını üreten bir parçacık hızlandırıcısı,
- Hızlandırıcıya enerji veren bir güç kaynağı,
- Hızlandırıcının çıkışındaki nişan-alma aygıtlarının algılayıcılarla bağlantısını kuran ve hedefin izlenmesini sağlayan denetim aygıtları,
- Uzaydaki bir silah için, yerle iletişim bağlantısını kuran ve yerden işletilmesini sağlayabilen bir komuta-denetim-iletişim (C<sup>3</sup>) bağlantısı.

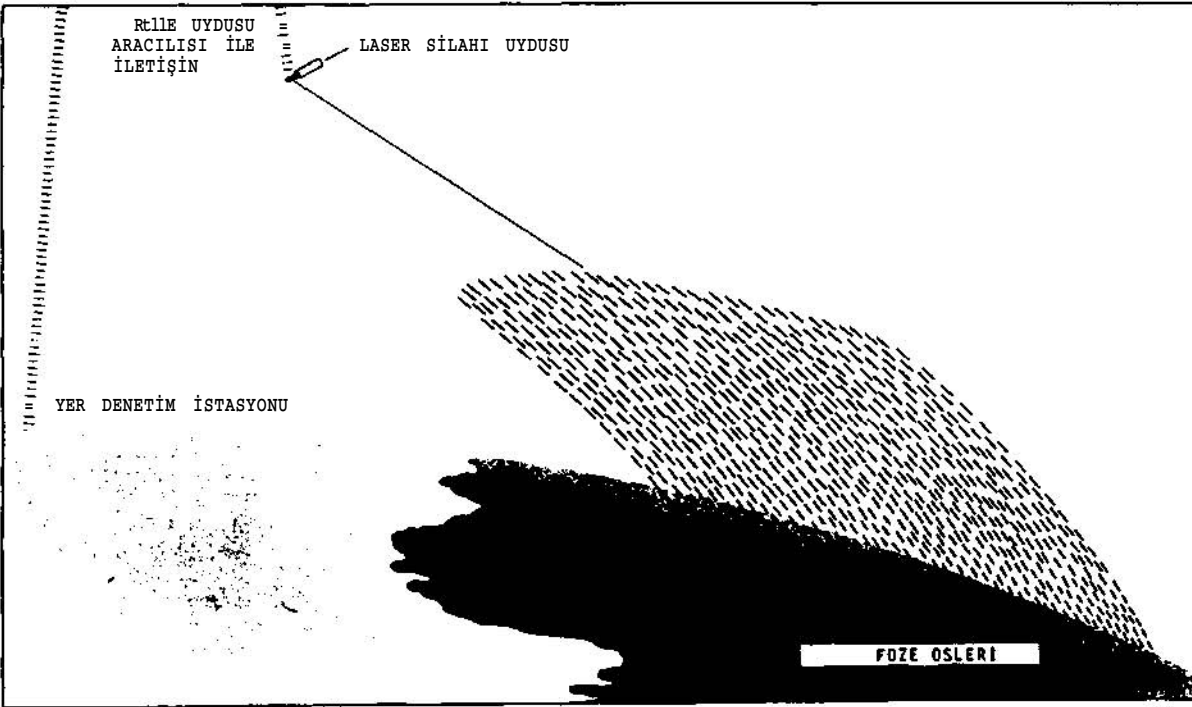
Böyle bir silahın enerji yoğunluğu ve şiddeti hangi düzeylerde olmalıdır? Bin kilometre uzaktan gözlenebilir hasar yaratabilmek için, ya füzenin yakıt depolarının duvarı delinmeli, ya da nükleer başlıktaki kimyasal "tetikleyici" patlatılmalıdır. Birincisi için ısıtılan maddenin santimetre kübü başına örneğin 2 bin Jul, ikincisi için 200 J/cm<sup>3</sup> gereklidir.

Hedefe bir milyon cm<sup>2</sup>'yi "aydınlatan" 200 MeV'lik bir parçacık ışını düşünelim. Bunun büyük bir bölümü, hedefe çarpmayacak ve kaybolup gidecektir. 200 MeV'lik bir proton, hafif bir madde içinde katettiği

her santim yolda  $10^{-12}$  J enerji bıraktığından, 200 J/cm<sup>3</sup> enerji aktarabilmek için hedefin her cm<sup>2</sup>'sine  $2 \times 10^{15}$  parçacık ulaşmalıdır. Işın homojen olduğundan, toplam parçacık sayısı  $2 \times 10^{21}$  dir. Demek ki, ışının toplam enerjisi,  $6 \times 10^1$  J olmalıdır.

Işının gücü ise, hedefi etkilemek için ne kadar zaman bulunduğuna bağlıdır. Eğer ışın hedef üzerinde 1 saniye tutulabilecekse,  $6 \times 10^{10}$  W'lık bir ışın işi görür. Fakat eğer yalnızca onda bir saniye varsa, o zaman ışın gücü, on katına çıkartılmak zorundadır. Bu ise bugünün teknolojisinin epey ötesindedir.

Şimdi de güç kaynağını ele alalım. Bir saniye süreyle  $6 \times 10^{10}$  W'lık bir ışın sağlayabilecek güç kaynağı, füze motorlarından ya da yüksek patlayıcılardan sağlanabilir. Füzeler için kaynaktan ışına enerji dönüşüm verimi % 10-20 kadardır. Bu ise saniyede birkaç on ton katı yakıt harcanmasını gerektirir. Yüksek patlayıcılara gelince, bunlardaki enerji 4000 J/gr. kadardır ve dönüşüm verimi % 40'tır. Belirtilen nitelikte bir ışını besleyebilmek için, vuruş başına  $1,5 \times 10^{11}$  J, ya da manyetik generatörler içinde her saniye 37,5 tonluk patlayıcı patlatılması gerekmektedir.



Çizim 8. Bir laser uydusunun ya da bir parçacık ışın silahının karşı karşıya kalacağı durum, yukarıda görülmektedir. Işın silahı yerden en az bin kilometre yüksekteki bir yörüngede bulunacaktır. Bir saldırı anında en az bin füze birden fırlatılacak ve yörüngedeki diğer uydu silahları çok uzakta olduklarından, o anda bölge üzerinde bulunan ışın silahı, bu bin füzenin tamamını çok kısa bir süre içinde etkisiz bırakmakla yükümlü olacaktır.

Kızılötesi algılayıcılar, füzeleri saptayıp izleyecekler, başka algılayıcılar ise yanığı payını (yanılma uzaklığını) hesaplayacak ve füzelere verilen zararı saptayacaklardır. Daha yüksek bir yörüngede bulunan bir röle uydusu, yerle iletişim bağlantısını sağlayacaktır. Laser uydusuna karşı alınabilecek önlemler resimde görülmemektedir. Ancak bu koşullarda bile fiziksel ve teknolojik kısıtlar, böyle bir silahın çok zor gerçekleştirilebilmesine yol açacaklardır.

öte yandan ICBM'nin içindeki elektronik bilgisayara hasar vermek için, 100 kat daha zayıf bir ışın yeterlidir. Bu durumda yalnızca saniyede yüzlerce kiloluk patlayıcı, yeterli olabilir. Ancak bilgisayarı arazılanırsa bile bu, füzenin zararsız hale geldiği konusunda uzaktan gözlenebilen bir bilgi vermeyebilir. Bu nedenle "kesin öldürme" seçeneği, mümkün olan her durumda tercih edilecektir.

Bütün bunlar, bir parçacık ışın silahının karşı -balistik füze (ABM) uygulamalarında ne kadar büyük zorluklarla karşılaşacağını ortaya koymaktadır. Silahın, ICBM hedefe yaklaştığında ya da denizde seyir füzelelerine karşı kullanılması da benzer zorluklarla doludur. Bunların ötesinde düşman, basit ve ucuz karşı önlemlerle ışın silahını etkisiz bırakabilir. Işın hattı üstünde ya da yakınında nükleer olan ya da olmayan bir patlama, özellikle atmosfer içinde, ışın hattını altüst etmeye yeterlidir, öte yandan bir duman perdesi, maden kırpıntıları ya da yanılma maketleri de son derece etkin olabilirler.

#### GELİŞMELER

ABD'de 800 MeV'lik ve 1 milyon amperlik bir fiziksel araştırma hızlandırıcısında  $10^{18}$  J/steradyan/sn.lik enerjiler elde edilmiştir (Bkz Çizelge 1). Bu, elektronik devrelerin sertleştirilme düzeyine bağlı olarak,

elektronik öldürme için gerekli olanın on katı ile, yüzde biri arasındadır, öte yandan pratik yapısal öldürme için, bu gücün 100 ila 1000 kat artırılması gerekecektir.

Sonuç olarak, parçacık ışın silahları, daha pek çok teknolojik gelişmeler gerektirmektedirler ve yakın bir gelecekte uygulamaya konulmaları beklenmemelidir. Bu yazıda kimi konuların derinliğine inilmemiştir, fakat bu ayrıntılar, yukarıda anlatılmış olanları temelde değiştirecek nitelikte değildir.

#### B) LASER SİLAHLARI (14,15)

Şimdi, uzay silahlarının gözbebeği durumunda olan laser silahlarına geliyoruz. ABD Savunma Bakanlığı, uzun dalgaboylu kızılötesi ışınlar kullanan laserlerle 15 yıldan fazla bir süredir ilgilenmektedir ve bunların araştırılmasına 2-3 milyar dolar yatırmıştır. Ancak bunların hedef öldürme yeteneği, balistik füzeler için gerekli olandan henüz çok uzaktadır. Bu konuda kısa dalgaboylu laserler daha ümit vericidir, fakat bunların incelenmesine ancak son beş yıldır başlanmıştır. 1973 yılında ABD'de bir laser, pervaneli bir uçağı düşürmekte kullanılmıştır. Haziran 1983'te yüksek-enerjili bir laser, havadan havaya atılan 2,5 Mach (ses hızı

Çizelge 1. Çeşitli Işın Silahları İçin, Sertleştirilmiş Füze Dayanıklılığı, Bugüne dek Elde Edilebilen Sistem Parlaklığı ve 3000 km'den Hedefi öldürmek İçin Gerekli Sistem Parlaklığı (13).

	Füze Dayanıklılığı Kilojul/cm <sup>2</sup>	Sistem Parlaklığı* Jul/Steradyan/sn	3000 km Uzaklıktan Gerekli Parlaklık * Jul/Steradyan/sn
Uzay Laseri	5 --30	$10^{15}$	$10^{21-22}$
Yerden Uzaya Laser Rölesi	5 --30	$10^{15}$	$10^{21-22}$
Nötr Parçacık Işını	5 --30	$10^{18}$	Elektronik öldürme $10^{16-19}$
			Yapısal öldürme $10^{20-21}$
X-Işını Laseri	5 --20	$10^{12}$	$10^{21-22}$

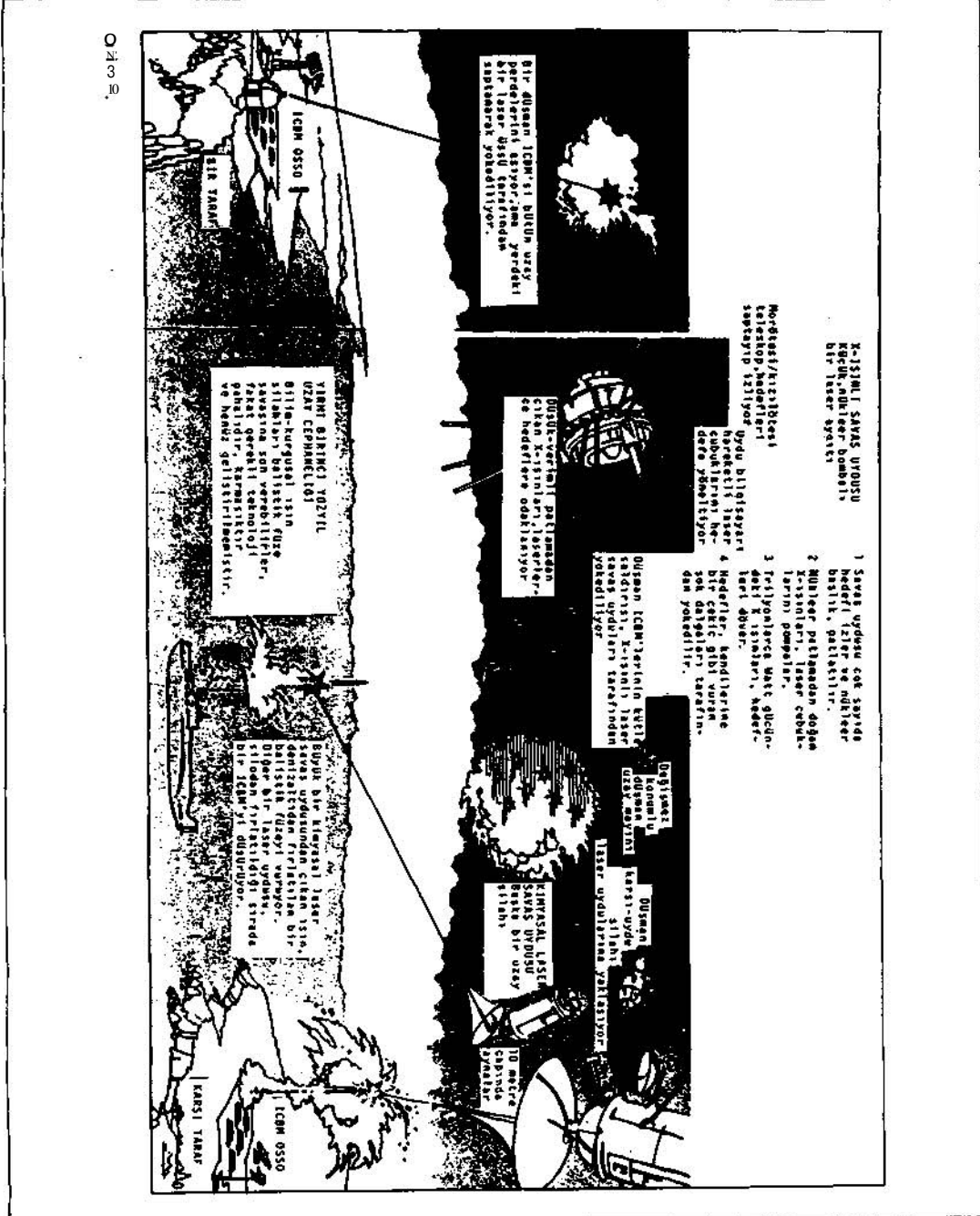
\* Steradyan:Çapı r olan bir kürenin yüzeyinde r<sup>2</sup>lik bir alanı "gören" ve çıkış noktası kürenin merkezinde olan uzay açısı.

nın 2,5 katı) hızla hareket eden beş adet Sidewinder füzelerini düşürmeyi başarmıştır. Gene Aralık 1983'te bir laser, sestem yavaş ve alçaktan uçan Exocet benzeri bir füzeyi düşürmüştür. Öte yandan Sovyetler Birliği, Sarışagan'da, çok-MW gücünde bir karbon dioksit laseri üslendirmiş bulunmaktadır. Laser silahları da içinde olmak üzere ABD'nin ışın silahları bütçesi, 1984'te 322,5, 1985'te ise 489 milyon dolardır. Sovyetlerin yüksek enerjili laser programının ise, Ameri-

kalarınınkinden 3-5 kat büyük olduğu tahmin edilmektedir.

Bütün bunlar, Süperlerin ışın silahlarını ne ölçüde ciddiye aldıklarını bir göstergesidir. Yazımızın bu bölümünde biz, laserlerin diğer bir askeri kullanım biçimini, mavi-yeşil renkli laserlerin uçak ve uydularla denizaltılar arasında iletişim bağlantısı kurmalarını incelemeyecek ve dikkatimizi, laserlerin ışın silahı olarak kullanılmaları üzerinde yoğunlaştıracacağız (Çizim 9).

Çizim 9





## LASERLER

İlk laser, 1960 yılında yapılan bir yakut laseri idi. Ancak daha önceden 1958'de mikrodalga laserlerinde ("maser"ler), laserin çalışma ilkesi ortaya konmuştu. Bu ilkeyi kavrayabilmek için, atomun yapısına eğilmemiz gerekiyor. Nicelikler Kuramı tarafından çürütülmüş olmakla birlikte, bir atomun iç yapısını anlayabilmek açısından en basit model, bugün de Niels Bohr'un geliştirdiği atom modelidir. Bu modelde atom, bir güneş sistemine benzetilir. Merkezde, güneş yerine, proton ve nötronlardan oluşan bir çekirdek vardır. Tıpkı gezegenlerin güneş etrafında döndükleri gibi, elektronların da bu çekirdek çevresinde döndükleri varsayılır. Ancak belli bir atomdaki elektronlar, çekirdekten istedikleri her uzaklıktaki yörüngede dönebilirler. Yalnızca belirli enerji düzeylerine karşılık gelen yörüngelerde bulunabilirler. Bir foton (elektromanyetik dalga paketi), yörüngelerden birindeki bir elektrona çarptığı zaman, elektron tarafından yutulabilir ve onu daha üst bir enerji düzeyine (daha dıştaki bir yörüngeye) itebilir. Ancak bunun olabilmesi için fotonun enerjisi, iki enerji düzeyi arasındaki farkı tam olarak karşılayacak değerde olmalıdır. Elektronların bulunduğu en düşük enerji düzeyine "taban düzey", daha yüksek enerji düzeylerine de "uyarılmış düzey" denir. Nasıl taban düzeydeki bir elektron bir fotonu yuttuğunda uyarılmış bir düzeye tırmanıyorsa, uyarılmış düzeydeki bir elektron da, iki düzeyin farkı kadar enerjisi olan bir foton atarak (yayınım), taban düzeyine inebilir.

İnebilir, fakat bunu hemen yapması gerekmez. Uyarılmış düzey, yarı-kararlı olabilir ve yeni bir uyarı olmaksızın elektron taban düzeyine inmeyebilir. Nicelikler fiziğinin en önemli (ve laserleri mümkün kılan) bir buluşu, düşmeden doğacak fotonla aynı frekansa (renge) sahip bir foton tarafından böyle bir atom uyarıldığında, elektronu aşağı düşürerek fotonu atmasına yol açtığıdır. Yayınım böylece uyarılabilmektedir. Ayrıca, yayman foton uyarıcı fotonla aynı yönde, aynı kutupsallıkta ve aynı fazda olur. Kısacası bir foton, iki foton haline gelmiştir. Bu ikisi başka uyarılmış atomları "dörtürerek", dört, sekiz, onaltı, vs. fotonun "boşalmasına" yol açabilir. Söz konusu olan bir nüfus patlaması, optik alanda bir zincirleme reaksiyondur.

Ancak bu ışın olması, bazı kısıtlamalara bağlıdır. Herşeyden önce kullanılan maddenin böyle bir olaya elverişli olması gerekir. Sonra bütün atomlar, topluca boşalmayı sağlayabilecek şekilde uyarılmalı, bir enerji kaynağı tarafından pompalanmalı ya da "doldurulmalıdır". Bütün atomlar uyarıldığında, bir "nüfus ters-dönmesi" sağlanmış olur.

Böyle bir maddeden oluşan bir silindir düşünelim. Bu silindirin iki ucunda birer ayna bulunsun ve yan yüzeyinden bir enerji kaynağı ile beslensin. Enerji kaynağından uyumsuz frekansta ve yönde fotonlar gelse bile, bunlar silindirden çıkarlar. Sonuçta, aynalar arasında gidip gelen ve her gidişinde daha güçlenen aynı fazlı ve dalga boylu fotonlar kalır. Bunlar ışıktan bir "duran dalga" oluştururlar. Yaptığımız bu aygıt, bir laser'dir. "Laser" sözcüğü de, "uyarılmış ışın yayını" ile ışık güçlendirilmesi" anlamına gelen İngilizce sözcüklerin baş harflerinden oluşur. Ancak bir laserin çalışma ilkesi, yalnız ışığa değil, her tür elektromanyetik dalgaya uygulanabilecek genelliktedir.

Belli bir güce ulaşıncaya elde edilen ışının aynalar arasındaki aralıktan çıkabilmesi için, aynalardan biri yarısaydam yapılır. Bir tek foton çok küçük bir enerjiye sahiptir ( $10^{-19}$  Jul). Fakat ışık hızıyla giden fotonlar, saniyenin birkaç milyonda birinde  $10^{23}$  kadar atomu uyararak, binlerce jul'lük bir laser ışını doğurabilirler. Bu ışın bir de odaklanırsa,  $1 \text{ MW/cm}^2$  lik güçler elde edilebilir. Bu da çelik bir cetveli delmeğe yeterlidir.

## LASER TÜRLERİ

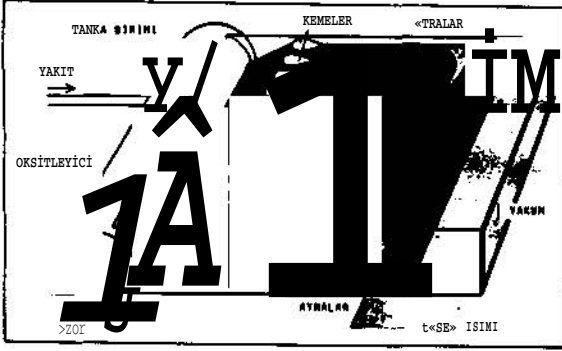
Genel olarak laserler, iki başlık altında sınıflandırılabilirler: Serbest-elektron ve bağlı-elektron laserleri,

Serbest elektron laserleri, tekil elektronlar ya da plazmalardan ışın elde etmeyi amaçlarlar. Bunlarda elektronlar serbest olduğundan, dalga boyları milimetre-altı düzeyden mor-ötesi, hatta X ışınlarına kadar ayarlanabilir.

Bağlı-elektron laserleri ise, elektronlar yukarıda anlattığımız biçimde bir atoma bağlı olduklarından, ancak belirli (bir ya da birkaç) frekansta çalışabilirler. Bunların da başlıca türleri, gaz-dinamik laserler, kimyasal laserler ve elektron-boşalım laserleridir. X-ışını ve gama ışını laserlerini ise, ayrı başlıklar altında inceleyeceğiz.

## Gaz-Dinamik Laserler (Çizim 10)

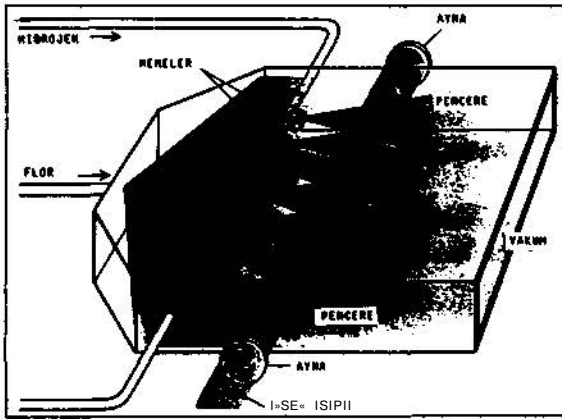
Bu laserlerde önce, yanma yoluyla karbon dioksit ( $\text{CO}_2$ ) gibi bir gaz oluşturulur. Bu gaz çok yüksek bir sıcaklıkta olduğu için, moleküllerinin çoğu uyarılmış düzeylerde. Sonra bu gaz, bir dizi ince aralıkta geçirilerek genişletilir. Bundan doğan soğuma o kadar hızlı olur ki, uyarılmış düzeylerdeki moleküller, taban düzeyine dönecek zamanı bulamazlar. Böylece bir nüfus ters-dönmesi yaratılır ve genişlemenin hemen ardından laser ışını yayınır. Bunlar, ısı enerjisini laserlere göre büyük olan bir verimle (% 5) dönüştürürler.



Çizim 10. Gaz dinamik laser nüfus dönüşümünü, sıcak bir gaz ürettikten sonra bunu birdenbire soğutmakla sağlar. Bir yakıt, oksitleyici ile birlikte yakılarak, yüksek sıcaklıkta karbon dioksit elde edilir. Bir uyarılmış düzeyden diğerine sıçramalar karbon dioksitin ışık saçmasını sağlar. Sıcak gaz içinde birçok molekül uyarılmış düzeydedir. Fakat iki düzeydeki nüfuslar arasında fazla bir fark olmadığından laser etkisi oluşmaz: Yüksek sıcaklıkta alt enerji düzeyinde bulunan moleküller, kolay kolay taban düzeyine düşmezler. Gaz, memelerden püskürtülmek suretiyle birdenbire soğutulunca, alt enerji düzeyindeki moleküller taban düzeyine düşebilir ve üst enerji düzeyinden, boşalan alt enerji düzeyine sıçramalar mümkün olur. Karışıma katılan azot, karbon dioksit moleküllerine enerji aktarır.

#### Kimyasal Laserler (Çizim 11)

Burada iki kimyasal madde, yeni bir bileşik oluşturacak şekilde birleştirilir, örneğin, hidrojen ve flor, hidrojen florür (HF) oluşturmak üzere birleştirilebilirler. Etkişmenin şiddeti nedeniyle oluşan moleküller, uyarılmış düzeydedirler. Uygun koşullarda, enerjilerini ısı biçiminde yitirmeden laser etkisi vermeleri sağlanabilir. HF laserleri çok yüksek enerjilidir: kg başına 162 kilojul verirler ve kuramsal olarak, bunun on katını elde etmek de mümkündür.

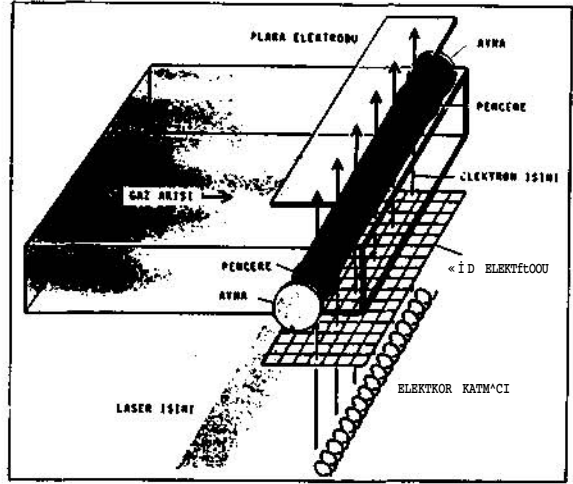


Çizim 11. Kimyasal laser silah olarak kullanılması düşünülen bellibaşlı laser türlerinden biridir. Bu laserlerden genellikle çalışma ortamı, bir gazdır. Bu gazın molekülleri, bir "nüfus ters-dönmesi" oluşturacak biçimde yüksek bir enerji düzeyine eriştirilebilir. İki aynadan oluşan bir yansıtma düzeni arasında ışık gidip geldikçe güç kazanır. Şekilde görülen laserlerde enerji, iki gazın kimyasal tepkimeyle birleşmesi sonucu elde edilmektedir. Bir dizi mementen salınan flor ve hidrojen birleşerek, uyarılmış düzeyde hidrojen florür (HF\*) molekülleri oluştururlar. Uyarılmış moleküllerin ömrünü uzatmak için gaz, bir vakuma doğru çekilerek seyreltilir. HF\* molekülleri taban düzeylerine (HF) düştükçe enerji yayınır.

#### Elektron-Boşalım Laserleri (Çizim 12)

Bunlarda bir gazın içinden bir elektron ışını geçirilir. Elektronlar moleküllere çarpırlar ve enerjilerinden bir kısmı, molekülleri uyarılmış düzeylere çıkartır. Gazı devamlı tazeleyerek sürekli bir dalga çıkışı sağlanabilir.

Yukarıda gördüğümüz laser türleri, silah olarak kullanılmaya en elverişli olanlardır. Bunların dışında katı ya da sıvı maddelerle çalışan laserler de vardır. Bir reaktörde üretilen nötronlarla pompalanarak radyoaktif UF<sub>6</sub> gazı bile uyarılabilmiştir. Ayrıca ışın çıkışına göre laserler, vuruştü (kısa süreli ışınlar) ya da sürekli dalga (sürekli bir ışın) olarak ikiye ayrılabilirler.



Çizim 12. Elektron boşalım laser i, bir gazın moleküllerinde bir elektron ışını aracılığı ile "nüfus ters-dönmesi" yaratır. Elektronların moleküllere çarpmasıyla moleküller enerji kazanarak, daha yüksek enerjili düzeylere geçerler. Elektronlar, sıcak bir filaman ya da elektrik boşalımı ile yayınır ve bir çift elektrod tarafından hızlandırılarak laser'den geçirilir.

#### SİLAH OLARAK KULLANILMALARI

Büyük çelik şirketleri bugün, 2,5 santim kalınlığındaki çeliği dakikada yüzlerce santim hızla kesebilen 10 kW'lık laserler kullanmaktadır. Bu durum, doğal olarak laserlerin balistik füze savunmasında, ya da karşı-uydu silahı olarak kullanılmalarını gündeme getirmiştir. Uydular çok yavaş hareket ettikleri ve elektronik donanımları çok düşük güçlerde bozulabildiği için karşı-uydu amaçlı kullanım zor değildir ve başarılımıştır.

Fakat eğer başarılıabilirse, laserlerin esas ilginç uygulamaları, balistik füzeleri düşürme alanında olacaktır, örneğin, yerden 10 km yüksekte, saatte 10 bin km hızla hareket eden bir füze düşünelim. Yerdeki bir laser üssünden füzeyle ateş edilsin. Işın füzeyle vardığında, füze sadece 10 cm ilerleyebilmiştir.

Ancak laserlerin atmosfer içinde kullanımları, atmosferin ışın-bozucu niteliğinden dolayı oldukça sınırlı olacaktır. Kalın bir hava tabakası, bir laser ışını etkisiz bırakabilir. Atmosferin etkileri, başlıca şu alanlarda görülür-

1. Emme, Yutma: Hava molekülleri, ışınlardaki enerjiyi doğrudan doğruya yutar.
2. Dağılıma: Işınlara, hava moleküllerine çarparak dağılırlar.
3. Isı Açılması: Işın havayı ısıtınca, düşük yoğunluklu bir hava bölgesi oluşur ve bu, ıraksak bir merceğe gibi ışını açıp yayar.
4. Hava Anaförleri: Hem yoğunluk, hem de kırınım endeksinde bölgesel değişimler, ışının önceden kestirilemeyecek biçimde sapmasına yol açar.
5. Plazma: Çok şiddetli bir laser ışını, elektromanyetik alanda güçlü ve hızlı bir değişim yaratarak molekülleri iyonlaştırır ve onları plazma haline getirir. Bu da ışını emerek yolunu keser.
6. Kötü Hava Koşulları: Bir laserin bir bulutu delip geçmesi, olanaksız denecek kadar zordur (örneğin bir CO<sub>2</sub> laseri, bir nimbostratus bulutu içinde 7 metre yol aldığı anda gücünün % 63'ünü yitirir).

Bunlardan yalnız ısı açılması ve emilme, kızılötesi bir laser ışınının gücünü kaynağından 5 kilometre uzakta 100 ilâ 300'de 1'e düşürür. Bu durumda laserin çıkış gücü, hedefte gerekli olan değer 100 ilâ 300 katı olmalıdır, öte yandan CO<sub>2</sub> ve su buharı, bazı kızılötesi dalga boylarını çok emdiklerinden, laserler bu dalga boylarında yapılmamak durumundadırlar. Bütün bunlara karşın kızılötesi ışınlar, hava engelini en iyi aşabilen ışınlardandır. Morötesi ışınlar daha çok zarar verebilirler, fakat daha çok dağılırlar (atmosfer güneşten gelen daha yüksek frekanslı dalgaların neredeyse hepsini perdeler).

öte yandan uzayda, kısa dalga boylu laserler, uzun dalga boylulardan daha etkin olacaktır, örneğin dalga boyunun 6 defa daha az olması, ayna çapını ve ışın çapını 1/6'ya, ayna yüzeyini, ışın kesitini ve laserin gerekli gücünü de 1/36'ya indirir. Ayrıca hedeften geri yansıtılan ışın miktarı, uzun dalga boylarında % 99, kısa dalga boylarında % 90'dır. Bu nedenle 1982'de ABD'de, kısa dalga boylu laserler üzerinde daha çok araştırma yapılması kararlaştırılmıştır.

Parçacık ışın silahları gibi laser silahları da, ışın silahlarının birçok özelliklerini paylaşırlar. Parçacık ışınlarından farklı olan önemli bir yönleri, yer kürenin manyetik alanından etkilenmemeleridir. Gerekli uydu sayısı ve yörünge yükseklikleri ise aşağı yukarı aynı olacaktır.

## LASER SİLAHININ GÜCÜ

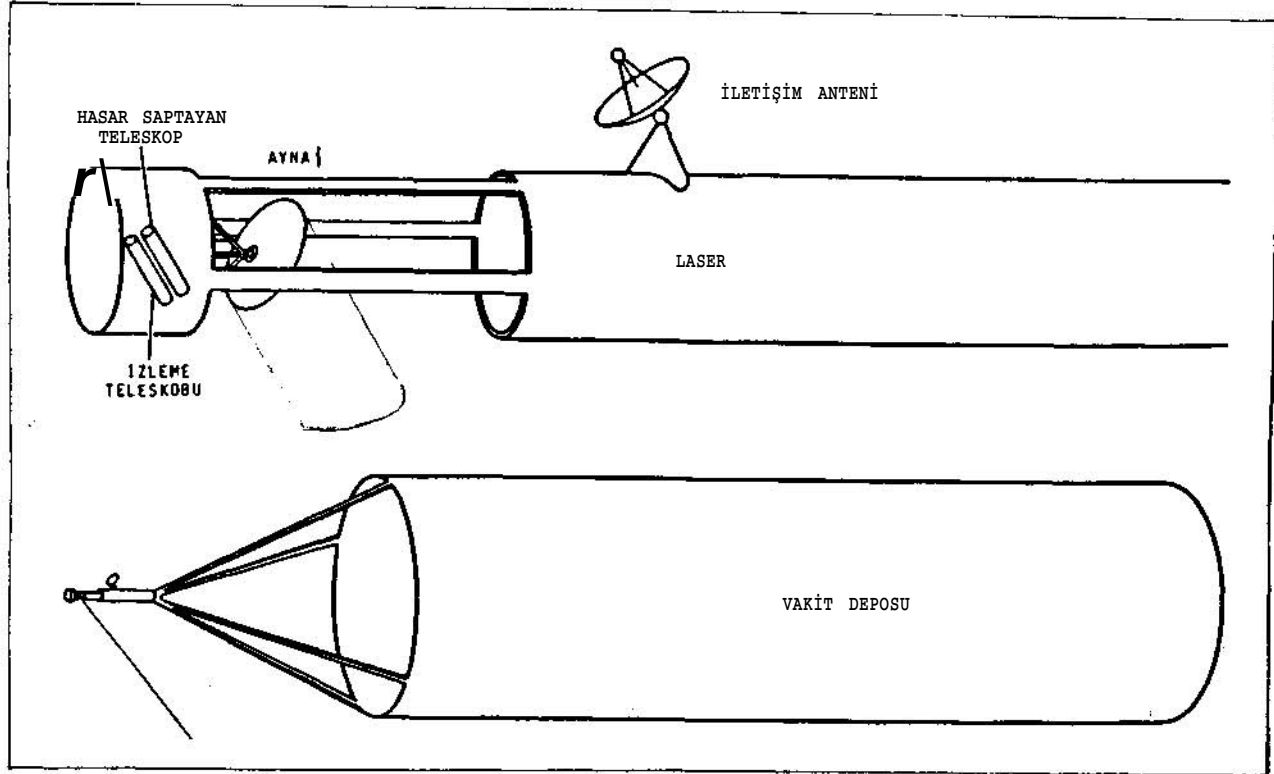
Yukarıda da görüldüğü gibi, laserin gücü, atmosfere, hedefin niteliğine ve başka birtakım etkenlere bağlı olarak değişecektir. Amerikalı uzmanlar, sıvı yakıtlı Sovyet füzelerinin dayanma gücünü 300 J/cm<sup>2</sup>, MIR V [erinin dayanıklılığını ise (bunlar düşüşleri arasında atmosferdeki ısınmaya göre tasarımı olduklarından) 700 J/cm<sup>2</sup> olarak hesaplamaktadırlar. Genelde 0,5-1 kJ/cm<sup>2</sup> uygun bir değerdir.

Laserin hedefe etkisi, birkaç kalemde özetlenebilir:

1. Dolaylı Mekanik Hasar: Laserin şiddetli ısı ile, hedef yüzeyinde eritilen ve plazma haline gelen bir madde parçasının genişlemesinden doğan basınç şoku, metalleri bükebilir, çatlatabilir ya da delebilir.
2. Dolaysız Isınma Hasarı- Laserin ısı, hedefi ertebilir, buharlaştırabilir ya da tutuşturabilir.
3. İyonlaşma Hasarı: Hedef yüzeyindeki sıcak laser plazmasında yayılan X ışınları, elektronik gereçlere zarar verebilir.
4. Termomekanik Hasar: Gerek ısınma, gerekse mekanik hasarın birlikte olduğu ve ikisinden de daha az enerji gerektiren yıkım, örneğin, sürekli bir ışın hedefi erime noktasına kadar yumuşattıktan sonra, hızlı bir laser vuruşu füze derisini bir çekiç gibi delebilir. Ya da peşpeşe vuruşlarla aynı sonuç elde edilebilir.

Birkaç kısa-süreli vuruş sonucunda, bir füzenin yüzeyine vuruş başına 1000 Jul/cm<sup>2</sup> enerji aktarmakla, füze derisinin yarılacağı saptanmıştır. Işının enerjisi 1 MW/cm<sup>2</sup>, vuruş süresi ise saniyenin birkaç yüz milyonda biri olacaktır. Bu durumda 10 kadar vuruş, gerekli enerjiyi aktarmaya yetecektir.

Şimdi elimizde, optik açıdan mükemmel bir aynası olan bir hidrojen florür (HF) laseri bulunduğunu ve ayna çapının 1 metre olduğunu düşünelim (Çizim 13). Her şeyden önce hedefe çarpan ışının % 90'ı geri yansıtacağından, 10 bin jul/cm<sup>2</sup>'lik bir ışın gereklidir. Bin kilometre uzaklıktaki bir füzeye ateş ediyorsak, hedefteki ışın kesiti, aynadaki aynı (8000 cm<sup>2</sup>) olacaktır. Bu nedenle vuruş başına 80 milyon Jul'lük enerjiye gereksinim vardır. Her vuruşun süresi 100 mikrosaniye olsa, laserin gücü neredeyse 1 Milyon MW olmak zorundadır. Bu değere pratikte erişebilme olanağı yoktur: Büyük bir elektrik santrali, ortalama 1000 MW'lık güç üretir, öte yandan, sürekli bir ışınla eritme işlemi, daha az enerji gerektirir. Örneğin iki milimetre kalınlığındaki alüminyum deriyi eritmek için 400 J/cm<sup>2</sup> yeterlidir. Yansıtma oranı % 90 olarak kabul edilirse, 100 MW'lık bir laserin 1000 km uzaktaki bir hedefe böyle zarar vermesi 100 saniye sürer. Laser her hedef için çeyrek saniye ayrabileceğinden bu, çok yetersiz bir hızdır.



Çizim 13. Laser uydusu silahı, laserin kendisinden başka birkaç parçadan oluşacaktır. Kızılötesi ya da optik bir teleskop, bir füzeyi fırlatılış aşamasında izleyecek, hareketli bir ayna laser ışınını hedefe yönlenecektir. Bu aynanın büyük, sağlam, yüksek yansıtıcılıkta ve optik açıdan mükemmel olması gerekmektedir. Bir denetim sistemi, izleme teleskobundan gelen sinyallere göre aynayı hareket ettirerek ışına yön verecektir. Diğer bir teleskop ve algılayıcı sistemi, ışının hedeften sapma miktarını ölçecek ya da hedefte yapılan yıkımı değerlendirecektir. Yerle iletişim bağlantısı, hedef hakkında bilgiyi yer istasyonuna gönderecek ve gelen komutları alacaktır. Laser silahının en büyük parçası ise yakıt deposu ve yakıtı lasere sağlayan sistem olacaktır.

Bu zorluklar bir oranda, ayna çapını arttırmakta aşılabılır. Dört metre çapında bir ayna kullanılırsa, 100 MW'lık bir HF laseri, hedefi aşağı yukarı 1 saniyede delebilir. Ancak ABD de içinde olmak üzere hiçbir ülke, henüz bu çapta olup da gerekli teknik niteliklere sahip bir ayna yapabilecek düzeyde değildir. Oysa 10 MW'lık bir lasere 10 m, 25 MW'lık bir lasere de 15 m çapında aynalar takılması planlanmaktadır.

Şimdi de sürekli ışın bir HF laserinin yakıt gereksinimine göz atalım. Mükemmel verimli bir enerji dönüşümü kabul etsek bile, yok edilen her füze için 660 kilo yakıt gereklidir. Bin füzeyi düşürmeyi ümit edebilmek için, her uyduya 660 ton yakıt yüklenmelidir. Bu ise ABD uzay mekiğinin alabileceği yükün yirmi katıdır. Yalnızca elli laser uydusu varsayarsak, bunların sadece

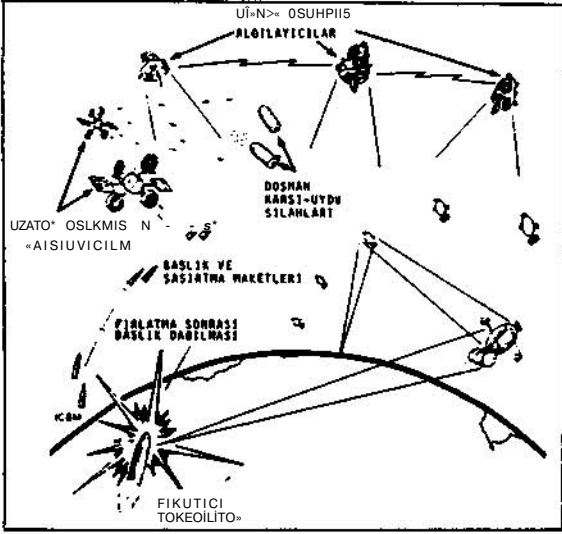
yakıtları için 1000 mekik yolculuğu gereklidir. Her biri yılda iki sefer yapan dört uzay mekiği, yakıtı 125 yılda uzaya taşıyabilirler.

öte yandan henüz ne 100 MW'lık bir HF laseri vardır, ne de bu, % 100 verimle çalışabilir, Bugünkü laserlerin verimi, binde 3-yüzde 5 arasında değişir. Bu değer günün birinde % 30-40'a çıkarılabilir. Bu nedenle yukarıdaki yakıt değeri, 10-30 arası bir katsayıyla çarpılmak zorundadır.

Ancak bütün bu olanaksızlıklar, süper devletleri yıldırma benzetmektedir. Ar-ge (Araştırma-geliştirme) çalışmaları sonucunda bu ülkeler, uzun dönemde bütün engelleri aşmayı ümit etmektedirler. Etkin bir laser savunma perdesi düşü,terkedilemeyecek kadar çetkicidir.

Böyle bir perdede, uzay laser üslerinin yanı sıra, yerdeki bir laser üssünden beslenen laser röle aynaları da düşünülmüştür (Çizim 14). Bir nükleer santral gücünde ve büyüklüğündeki bir yer üssünden, uzaydaki bir aynaya ışın gönderilecek, bu ışın yörüngedeki bir aynadan, yükselmekte olan bir füzeyle yansıtılacaktır,

Ancak burada önemli bir sorun vardır. Laser ışınının atmosferde dağılıp işe yaramaz hale gelmesi nasıl önlenecektir? İşte bu noktada karşımıza, fazleşenlikli aynalar çıkmaktadır.



Çizim 14. Röle Aynı Platformu. Bir yer Üssünden yola çıkan bir laser ışını, uzaydaki röle ayna uyduları aracılığı ile balistik füzeleri vurmakta kullanılabilir. Balistik füze savunma kavramı, yerkürenin sürekli olarak gözetim altında tutulmasını, böylelikle bir saldırının hedeflerinin ve şiddetinin saptanmasını, füzelere karşı kullanılacak silahlar için bilgi toplanmasını ve hangi füze ve başlıkların savunma perdesini açtıklarının belirlenmesini gerektirmektedir.

#### SAVAŞ ALANLARINDA LASERLER

*Savaş alanlarında, bir uygulama alanı dışında, laserlerin kullanılacağı pek olası değildir, örneğin bir laser el tabancası, pek uzak bir olasıdır. Fakat milivatt gücünde bir laboratuvar laseri bile, gözün retina tabakasına iyileşemez ölçüde hasar verebilir. Görünür dalga boylarında  $W^{-3} J/cm$  lik bir ışın, bir pilotu kör edebilir. Kızıl-ötesi dalga boylarında ise  $1 J/cm^2$  lik bir ışın korneaya zarar verir. Bunun 15 katı güçlü bir ışın ise çıplak deriyi yakar. Bundan giderek, otomatik aynalarla düşman mevzilerini tarayan yüksek güçlü bir laserin, oradakileri kör edeceği düşünülebilir. Teleskop, dürbün gibi optik aygıtlar, ışını daha da yoğunlaştıracaklardır. Laser frekansında ışık geçirmeyen özel gözlükler bir önlem sağlayabilirse de, düzensiz aralıklarla frekansı değiştirmek onları etkisiz hale getirecektir.*

#### FAZ-EŞLENİKLİ AYNALAR

Işık, içinden geçtiği ortamın özelliklerine göre kırılma ve bozulmalara uğrar. Hatta denilebilir ki optik bilimi, büyük ölçüde bu bozulmaları gidermek için ortaya çıkmıştır. Şimdi ise fazeşlenikli ayna" denilen yeni bir ayna türü, bu bozulmaların, ışığın kendisi tarafından düzeltilmesini sağlamaktadır.

Bu tür ilk ayna, 1970'lerin başlarında, Moskova'daki Lebedev Enstitüsü'nde B. Ya, Zeldoviç ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu grup, basınçlı metan dolu bir tüpü incelemişlerdi, Daha sonra Amerikalı araştırmacılar, başka maddeler ve özellikle kristaller üzerinde çalışmalar yaptılar.

Böyle bir optik sistemde bir laser ışını, bozulma (distortion) yaratan bir ortamdan geçirilir, özellikle atmosfer, bu niteliktedir, çünkü laserin ısıttığı hava, yerini daha sıcak ve daha seyreltik bir hava kütesine bırakır. Bu ise ışını dağıtıcı bir merceğe gibi görev yapar.

Bozulmaya uğramış ışın, bir fazeşlenikli aynaya çarpar. Bu ayna katı, sıvı ya da gazdan yapılmış olabilir. Yapıldığı maddenin özelliği, atomları arasındaki bağlantıyı sağlayan güçlerin, laser ışınına ait elektrik alanından çok daha kuvvetli olmamalarıdır. Bu nedenle ışın, atom yapısını etkiler. Bu arada özellikle maddenin kırılma katsayısını etkileyerek, kendi hareket yönünü değiştirir. Sonuç olarak maddenin içinde bir ayna oluşur ve ışın, geri yansıtılır.

Ancak yansıyan ışın, umulmadık özelliklere sahiptir. Her şeyden önce bu ışın, normal aynalarda olarım tersine, geldiği yöne geri yansıtılır. Geleneksel bir aynada ise bu, ancak aynaya dikey gelen bir ışın için söz konusu olabilir. Bundan başka yansıyan ışın, gelen ışının faz eşleniğidir. Yani yansıyan ışındaki uzaysal bilgi evrimi, gelen ışındaki uzaysal bilgi evrimini tersine çevirir, örneğin atmosfer içinde gelen ışın yayılmışsa, yansıyan ışın aynı noktaya geri döndüğünde tekrar bir araya toparlanmış olur. Böylece yansıyan ışığın kendisini bozmuş olan ortam içinden geri dönmesi, onu eski, bozulmamış haline kavuşturur. Sozulmanın bu biçimde giderilmesi, birkaç alanda uygulama olanağı doğurur, örneğin nükleer füzyon'da (birleşme) yakıt bilyecikleri laserlerle ısıtılacaktır. Fazeşlenikli aynalar, bunlara sürekli doğru nişan alınmasını sağlayabilirler. Gelecekte, şimdiki bilgisayarlardan çok daha hızlı optik bilgisayarlara geçilirse, bu aynalar, bilgisayar devrelerinin kendi hatalarını düzeltmelerine izin verebilirler.

Ancak faz-eşlenikli aynaların en önemli uygulama alanı, iletişim konusundadır. Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nden Amnon Yariv ve arkadaşları, laser ışınlarının gidiş-dönüş yolunu kısaltmayı düşünmüşlerdir. Geliştirmiş oldukları düzenekte, vericiden alıcıya, iletilecek bilgiyi taşıyan bir laser ışını, alıcıdan vericiye ise bir "başvuru" (referans) ışını gönderilir. Alıcı istasyonun gönderdiği, nitelikleri önceden belli olan ışın, atmosferden geçerken bozulmaya uğrar. Verici istasyona geldiğinde faz-eşlenikli bir aygıt, gelen ışındaki bozulmayı belirleyerek, bilgi ışınına bu bozulmanın tersi olan bir bozulma verir. Böylece bilgi ışını,

önceden bozulmuş bir biçimde yola çıkar. Bozucu ortam bu kez bozulmayı bozacak, yani bilgi ışını düzeltilecek biçimde etki eder ve bilgi, alıcıya hiç bozulmamış olarak ulaşır (16).

Laserli iletişimde bunun ne büyük olanaklar açtığı ortadadır, işte, uzaydaki laser aynaları da aynı ilkeden yararlanacaklardır. Ayna, yerdeki laser üssüne bir başvuru ışını gönderecek, yer üssünde üretilen laser ışını, atmosferdeki kırınım ve bozulmayı giderecek biçimde koşullandırılacak ve ışın, yörüngedeki aynaya çıkış noktasındaki kalite ile ulaşacaktır. Amerikalılar, bunun başarıyla yapılabileceğinden çok emindirlere. Esnek ya da parçalı ve şekli değişebilen aynalarla da sağlanabilecek böyle bir "optik yol uyumu", laser aygıtının kendi içindeki bozulmaları önlemekte de kullanılabilir.

### SAPTAMA, İZLEME, HEDEFLEME

Bir laser uydusu, laserin kendisinden başka, hedef saptayacak, hedefi izleyecek, laser aynasını hedefe doğrultacak, laseri ateşleyecek ve hedefin düşürülüp düşürülmediğini denetleyecek algılama ve denetim sistemleri taşımak zorundadır. Bu aşamalardan her biri, bilgisayar yardımı olmaksızın olanaksızdır.

Yayıdığı kızılötesi ışınlardan bir füzenin fırlatılışı bugün de saptanabilmektedir ve işin en kolay yönüdür. Hedefi izleyecek optik sistemler yapmak ise, çok daha zordur. Ancak bunlar, aynı yetenekteki radarlardan daha küçük oldukları gibi, radar gibi enerji yayıp yerlerini düşmana bildirmezler. Optik sistemlerin teknolojisi henüz başlangıç aşamasındadır. Gelen verilerin bilgisayarda değerlendirilebilmesini sağlayacak bir veri tabanı da henüz oluşturulamamıştır. Bu yüzden hedeflerle atmosfer fonuna ilişkin daha çok optik bilgiye gerek vardır. Bazı görüntüleme sistemleri, mozaik yapıdaki bir düzlem içinde yüzbin ilâ bir milyon algılayıcı barındıracaktır. Birkaç dalga boyunda ısı ölçen uzun dalga kızılötesi sistemlerin, şaşırtma maketlerini de ayırd edebilecekleri umulmaktadır.

Laserler için gerekli olan izleme dakikliği onlarca nanoradyandır. Yapılmak istenen şey kabaca, Ağrı dağı'nın tepesinden, İzmir'deki bir binanın belli bir penceresini vurmağa benzemektedir. 10 mikroradyanlık dakiklik şimdiye yalnızca etütlere konu olmuş olmakla birlikte tek bir zaman aralığı için gerçekleştirilebilir. Ancak çok sayıda hedefe çok kısa zaman aralıklarında birçok ışın göndermek, bugünkü teknolojinin daha epey gelişmesini gerektirecektir. ABD'nin kilitleme ve izleme programı olan "Talon Gold", artan masraflar nedeniyle 1985 başında iptal edilmiştir.

Işın silahları şemsiyesini bütünleştirecek olan bilgisayar ise, zorunlu olarak "Beşinci Kuşak" bilgisayarları

olacaktır, çünkü söz konusu veri hacmini gerekli süre zarfında değerlendirebilecek bilgisayarlar, henüz yüzünde yoktur. Burada da yapılmak istenen şey, ABD'nin toplam istihbarat olanaklarına eşdeğerde bilgiyi otomatik olarak değerlendirebilecek bir donanım gerçekleştirmektir.

Bu bilgisayarların yazılımları da o denli karmaşık olacaktır ki, insanlar tarafından yazılmaları ve hatalarının giderilmesi mümkün olmayacaktır. Bu iş ancak başka bilgisayarlar tarafından yapılabilecektir. Ayrıca yaklaşan tehlikeyi zamanında engelleyebilmek için, bir saldırının ilk anlarında otomatik yanıt vermek gerekmektedir. Bu da demektir ki, Üçüncü Dünya Savaşı, savunma tarafının generallerinin haberi bile olmadan başlatılmış olacaktır (24).

### KARŞI-ÖNLEMLER

Laser silahlarının teknolojisini geliştirme güçlüklerinin yanı sıra, karşı tarafın bu silahlara karşı alabileceği önlemler de vardır. Bunlardan birincisi, füze yüzeyini ayna gibi parlatmak, böylece gelen ışının çok büyük bölümünü geri yansıtmaktır. Ancak vuruşlu ışınlarda yüzey, hızla matlaşabilir.

İkinci bir olasılık, füzenin yüzeyini koruyucu bir tabaka ile kaplamaktır. Bu tabaka laser ışını altında yanarak, ışın enerjisinin büyük kısmını uzaklaştırır.

Üçüncü bir olasılık, füzenin burnundan salgılanan bir sıvının füze yüzeyine yayılmasıdır. Bu sıvı ışın enerjisini emer ve ısıyı uzaklaştırır.

Bundan başka füze, kendi eksenini etrafında döndürmek suretiyle, ışının tüm yüzeye yayılması sağlanabilir. Sovyet füzelerinin dayanıklılığının bu yolla üç katına çıkarılabileceği hesaplanmaktadır.

Bu ve benzeri yöntemlerle bir füzeyi 10 25, hatta 100 kJ/cm<sup>2</sup> düzeylerine kadar sertleştirmek mümkün olabilir. Ancak bugün bu yöntemlerin hiçbiri uygulanmamıştır ve Amerikalıların en son teknolojiyle geliştirdikleri MX füzesini bile 10 kJ/cm<sup>2</sup> dayanıklılık düzeyine çıkarabilmek, çok zor bir iştir.

Gene, laser uydusuna çarpacak küçük bir çakıl taşı bile, onu yörüngesinden çıkararak yararsız duruma düşmesine yol açabilir. Ya da aynasına deniz kumu fırlatmak, aynayı işe yaramaz hale getirebilir. Bu nedenle karşı-uydu silahlarına karşı savunmasız kalabilirler. Ayrıca Sovyetler, füze uçuş sürelerini kısaltmakla, ya da şimdiki 10 başlık yerine 30 MIRV yerleştirmekle, Amerikalıların savunma planlarını alt üst edebilirler. Alınabilecek karşı önlemlerin belki de en ilginç, "çiviyle çiviye sökmek", yani laser silahının optik gözlem/izleme sistemini, gene bir laserle körletmektir. Nasıl

optik casus uyduları laser silahlarına karşı savunmasızsa, laser silahları da böyledir. İzleme teleskopları gelen ışını 100 milyon kez yoğunlaştıracaklarından, laser silahları, bir füzeyi yok etmek için gerekli olan ışın parlaklığının on milyarda biri ile etkisiz hale getirilebilirler. Bir füzeye ya da uçağa takılacak böyle bir laser, etkin bir savunma sağlayacaktır.

## GELİŞMELER

Uzay laserlerinin geliştirilmesinin yakın tarihlerde hangi aşamaya ulaşılmış olduğu, Çizelge 1'de görülmektedir.

20 kW gücünde oksijen-iyotlu bir kimyasal laser, 1984 içinde tamamlanmıştır. 150 kW'lık bir döteryum florür laseri de yakında sınanacaktır. 1984 sonlarına doğru ise MW-sınıflı silindirik bir kimyasal laserin sınanması gündemdedir. Tek-vuruşlu bir asal gaz ("excimer") laseri, karşı-uydu silahı olarak geliştirilmektedir. TRW şirketince geliştirilen 2 MW'lık laser, kimyasal türden olup HF ile çalışmaktadır. Lockheed şirketinin 4 metrelik parçalı optik sistemi ve ışın denetimi ise 1988'de sınanacaktır. 1988'in ortalarında uzayda yapılması programlanan bir gösteride, 500 nanoradyanlık ve farklı bir teknolojiyle 20 nanoradyanlık doğrultu dakikliğine erişilebileceği umulmaktadır.

Çok-MW'lık serbest-elektron uzay laserlerinin teknolojik olabilirliği, 1986 için öngörülmektedir. Serbest-elektronlu yer üssü laserlerinin olabilirliği de bununla birlikte ortaya çıkacaktır. Atmosfer etkilerini giderecek önlemler ise, 1985'te kanıtlanacaktır.

## X-IŞINI LASERİ (XASER) (17)

Laser silahları konusunda son yıllardaki en ilginç gelişmelerden biri, X-ışını laserlerin tasarlanması olmuştur. X-ışınlarının bir özelliği, atmosferde daha az yutulmaları ve çok daha fazla enerji taşımalarıdır. X-laseri (xaser) kavramı, ilk kez ABD'de Lawrence Livermore Laboratuvarları'nda "hidrojen bombasının babası" olarak bilinen fizikçi Edward Teller tarafından geliştirilmiştir. Bu kavrama göre küçük bir atom bombasının patlamasından doğan X ışınları, bir laser ışını halinde odaklandırılabilir ve patlama şoku gerekli aygıtları yok etmeden önce, xaser ışınları yaklaşmakta olan başlıkları vurabileceklerdir.

X-ışınlı laser uydusunun çalışması şu biçimde tasarlanmaktadır. Morötesi ve kızılötesi algılayıcıları olan bir teleskop, hedefleri izleyecektir. Birdeniz kestanesine benzetilebilecek olan aygıtın, 50 kadar laser çubuğu vardır ve bu çubuklardan her biri, ayrı bir hedefe yönlenebilir. Uydunun bilgisayarı, bu hareketli çubukları hedeflere doğrultur, Bunun ardından nükleer başlık ateşlenir. Nükleer patlamadan doğan X-ışınla-

rı, laser çubuklarını pompalar. Trilyonlarca Watt gücündeki laser vuruşları hedeflere birer çekiç gibi çarpar ve şok dalgaları, hedefleri yok eder,

Xaser araştırmaları çok gizli tutulmaktadır. Ancak Lawrence Livermore'da araştırmaların fizikçi George Chapline başkanlığındaki "O' Grubu" tarafından sürdürülmekte olduğu, ayrıca ABD'de 1981'den beri bu silahı geliştirmek için Nevada'da dört tane yeraltı nükleer denemesi yapıldığı bilinmektedir. Sovyetler de bu konuda araştırmalarını sürdürmektedirler. Nitekim, konunun önemi ve gizliliği dikkate alındığında, serbest basında bu konuda çıkmış olan tek bilimsel yazının Sovyet bilim adamlarınca kaleme alınmış olması ilgi çekicidir (18)

Xaserlerin çeşitli bilim dallarında yararlı olacakları düşünülmektedir. Dalga boylarının kısalığı, biyolojik moleküllerin, hatta atomların bile fotoğrafının çekilmesini mümkün kılacaktır. Ancak silah olarak kullanılma olasılıkları nedeniyle, geliştirilmeleri konusundaki araştırmalar, büyük bir gizlilik perdesi altında yürütülmektedir.

Xaserlerin geliştirilmesinde, iki temel sorun vardır. Bilindiği gibi laser etkisinin görülebilmesi için, bir madenin uyarılmış atomlarının "yarı-kararlı" bir durumda yeterli bir süre kalmaları gerekmektedir. Oysa X-ışını uyarım düzeylerinin ömrü, son derece kısa olup,  $10^{-15}$  saniye düzeyindedir. Laser etkisini tetikleyecek olan X ışını, bu süre zarfında bir mikrondan daha az yol alır.

İkinci zorluk, X-ışınlarını yansıtacak bir aynanın ve maddenin bilinmemişidir. Bu ışınlar, çelikten bile hiç zorlanmadan geçerler. Bu nedenle bir xaser, yükselticilik görevini tek geçişte yapmak zorundadır. Yani Xaser sisteminin bir ucundan yola çıkan bir foton öbür uçtan çıktığında, laser etkisini gösterebilecek kadar foton toplayabilmiş olmalıdır. Bu ise önceden büyük miktarlarda enerji yüklemekle sağlanabilir. Böylece bir X-ışını laseri yapabilmek için, önce uygun bir madde bulmak, sonra da onu çok hızlı bir biçimde çok yüksek enerjilere ulaştırmak gereklidir. İngiltere'de Hull Üniversitesi'nden bir grup araştırmacı 1981'de, güçlü bir mikrodalga laserinden beslenen 2 mm'lik bir karbon lifinde (fiber) bu etkiyi bir oranda yaratabilmişlerdir. Ancak bir xaser silahı için çok daha etkin enerji düzeyleri gereklidir. Livermore grubunun aynı yıl içinde bir nükleer patlama ile gerçekleştirdikleri xaserde, 1,4 nanometre dalga boylu bir ışın elde ettikleri ileri sürülmüştür.

Sovyet bilim adamlarının açık basında yayınlanmış olan tasarımları şöyledir: Bir nükleer patlamanın bir metre uzağına, bakır ya da çinkodan yapılmış teller konur. Bu tellerden her biri, uzaktaki bir hedefe doğ-

rultudur. Bomba patladığında, çok büyük miktarlarda oluşan X-ışınları, tellerdeki atomları çok hızlı bir şekilde iyonlaştırarak uyarılmış hale getirirler. Bunun hemen ardından gelen X-ışınları da, arkadan gelen ısı ve şok dalgası yetişmeğe fırsat bulamadan, xaser boşalmasını sağlar. Çok kısa bir süre sonra tüm düzenek yok olacağı için, bu, tek-atımlık bir silahtır.

Bir laser yapmak ve sonra bundan bir silah ortaya çıkarmak, çok güç bir iştir ve çeşitli zorlukları vardır. 20 kilotonluk bir atom bombasından çıkan enerjinin binde birinin yönlendirilmiş X-ışınlarına dönüştürüldüğü düşünülürse, 40 km uzakta bu ışınların yoğunluğu  $0,01 \text{ J/cm}^2$  olacaktır ki, bu değer uyduları bile etkilemeğe yeterli değildir. Görüldüğü gibi bir xaser silahı, henüz çok uzaktadır. Xaserlerin bugünkü gelişme aşaması diğer ışın silahlarınınki ile birlikte Çizelge 1'de verilmiştir. 1988 yılında  $10^{16} \text{ J/steradyanlık}$  teknik olabilirlik düzeyine erişileceği beklenmektedir.

Bu makale yayına girerken elde edilen bilgilere göre, Lawrence Livermore'daki araştırmacılar, yttrium ve selenyum'un xaser etkisi için gerekli yüksek enerjilerde yeterli süre yarı-kararlı kalabildiklerini saptamış ve her iki maddede de X-ışını laser etkisini elde etmişlerdir. Bundan daha ilginç ise, Stanford Üniversitesi'nde bir X-ışını aynasının geliştirilmiş olmasıdır. Araştırmacı Troy W. Barbee, Jr. 35 angstrom kalınlığında molibden ile 30 angstrom kalınlığında silisyumu peşpeşe tabakalar halinde dizerek, bu aynayı gerçekleştirmeyi başarmıştır. Her molibden tabakası X ışınlarının küçük bir bölümünü yansıtacaktır. Ancak aralıkların çok dakik olarak hesaplanmış olması, her tabakadan yansıyan ışınların yapıcı girişimle etkileşmelerini sağlamak ve sonuçta ayna, % 70 verimle çalışabilmektedir. Bu iki gelişme, xaser silahlarının yapımı konusunda çok önemli iki adım olarak değerlendirilebilir (23)

#### GAMA-IŞINI LASERİ (GRASER)

Işın silahları dünyasındaki bu yolculukta son uğraşımız, gama-ışını laserleridir. Gama ışınları, X ışınlarından daha kısa boyulu, çok daha enerjili ve ölümcüldürler. Bu ışıklardan yararlanacak bir laser, gerçek bir "ölüm ışını" yayacaktır. Fakat artık, elektronların yörünge değiştirmeleriyle böyle bir ışın sağlanamaz. Bu amaç için atomun çekirdiğine inmemiz gerekir.

Atom çekirdeği, çok daha küçük boyutlarda, elektronlarda gördüğümüz enerji düzeylerini yansıtır. Çekirdekdeki proton ve nötronlar, tıpkı elektronlar gibi, belirli enerji düzeylerine sahiptirler. Ancak bu düzeylerin birinden diğerine geçiş, yalnızca son derece yüksek enerjili gama ışınlarıca sağlanabilir. Bu enerji o denli yüksektir ki, ağır bir atom çekirdeğinin yakını-

dan geçtiğinde bir gama fotonu, bir elektron ve bir pozitron'a (anti-elektron) dönüşür, yani enerji maddeye dönüşmüş olur. Bir gama ışını laserinin bir nükleer santralden beslenmesi, hatta  $UF_6$  laseri gibi kendisinin de bir nükleer santral olması gereklidir. Ancak çağdaş fizikte gama ışınlarını yansıtabilecek bir madde, henüz bilinmemektedir.

Graser kavramı artık bilim-kurgunun sınırlarını zorlamağa başladığından, ABD Enerji Bakanlığı, bu konuyu araştırmak üzere İleri Enerji Projeleri (AEP) Dairesi'ni görevlendirmiştir, AEP, oda sıcaklığında çekirdek birleşmesi (füzyon) gibi akıl almaz konularla uğraşmaktadır. Bu arada Los Alamos Laboratuvarları'ndaki graser araştırmalarını da finanse etmektedir,

AEP'nin bu konudaki çalışmaları, nükleer izomerlere (belli bir izotopun taban düzeyine düşen uyarılmış düzeyler) dayanmaktadır, örneğin Sezyum-133'ten elde edilen Baryum-133 çekirdeğinin 288 keV'luk bir enerji düzeyi vardır, ancak bunun ömrü 40 saattir, Oysa daha kısa ömürlü uyarılmış düzeyler gereklidir, Böyle bir düzey 12 keV'luk enerji için vardır, ancak bunun da ömrü, sadece 8 nanosaniyedir,

Yakın zamanlarda Dallas'taki Texas Üniversitesi'nde araştırmacılar, graser ulaşma yönünde önemli bir adım atmışlardır: Radyo dalgalarıyla demir-57 atomlarını uyarılmış çekirdeksel düzeylere çıkarmışlar ve 0,086 nanometrelik ayarlanabilir gama ışınları üretmişlerdir. Gerçi bu kendiliğinden bir boşalım olmuştur, fakat graserlerin geliştirilmesi yolunda bir ilk adım sayılabilir.

İlginç bir rastlantı olarak, tek-geçişli bir graserin bir xaserden daha kolay elde edilebileceğini düşündürecek kanıtlar vardır. Uyarılmış çekirdek düzeylerinden bazıları yarı-kararlıdır. Yani uzun ömürlü vardır. Böylece bilim adamları, bir gama ışını "deposu" elde etmeyi düşünmektedirler. Eğer araştırmacıların önerdiği gibi demir-57'li sistem denetim altına alınabilirse, graserlerin yapımı için yol açılmış olacaktır (19).

#### SONUÇ

Yakın tarihlerde Sovyetler Birliği tarafından yayınlanan bir rapor, bu ülkenin uzay silahlarını ne şekilde değerlendirdiği konusunda bilgi vermektedir. Sovyet bilim adamlarınca hazırlanan rapora göre, 8-10 yıl içinde 5 MVV'lı, aynası 4 m. çapında laserler, yörüngeye yerleştirilebilir. Ancak bir saldırı anında 1000 adet füzeyi vurabilmek için 800 tonluk laserler gereklidir ki, bunların tutarı 2 trilyon dolara çıkabilecektir. (Amerikan tahminleri de bu düzeylerde.) Öte yandan Sovyetler, X-ışını laserlerinin ancak 3 kilometre uzağa odaklanabileceklerini, bunun ise zaten nükleer bir patlamanın etki alanı içinde kalacağını .e anlamlı



bir savunma sağlamayacağını belirtmektedirler. Parçacıklı silahlar konusunda, yüksüzleştirilmiş hidrojene öncelik tanınmaktadır (25).

Sovyetler, ABD'yi uzay silahlarından caydırmak için, Papa'dan arabuluculuk yapmasını istemişlerdir. ABD ise gelecekte, silahlanmanın savunma silahlarına kaydırılması için Sovyetleri ikna etmeğe çalışmakta ve uzay silahları artık, nükleer silahsızlanma görüşmelerinin önemli bir yönünü oluşturmaktadır. (ABD'nin toplam SDİ bütçesi, 1985 için 1 milyar 389 milyon, 1986 içinse 3 milyar 712 milyon dolardır.)

Bu yazıda uzay silahlarının ve ışın silahlarının aşağı yukarı hepsini incelemiş bulunuyoruz. Böyle bir inceleme sonunda varılabilecek sonuçlar nelerdir?

1. "Işın silahları" olarak bilinen laser ve parçacıklı ışın silahları, henüz çok erken bir gelişme aşamasındadırlar. Bunların 20-30 yıldan önce balistik füzelere karşı savunmada kullanılmaları, gerçekçi uzmanlarca mümkün görülmemektedir. Esasın ABD Başkanı Reagan da bu silahları geliştirmenin "herhalde onlarca yıl" sürebileceğini, 23 Mart 1983 tarihli konuşmasında kabul etmiştir. Buna karşın bilimde beklenmedik gelişmeler, her zaman yer alabilir ve bu süreyi kısaltabilir.

2. Kinetik enerji silahları ise, çok daha yakınımda olan bir teknolojinin ürünüdür. Bu nedenle ışın silahları geliştirilene dek, askeri uzmanlar dikkatlerini bu silahlara kaydırmağa başlamışlardır. Bunların balistik füze savunmasında bir ara aşama oluşturmaları ve en geç 1990'larda yörüngeye yerleştirilmeleri beklenebilir. Bu bağlamda özellikle elektromanyetik top kavramı, ilgi görüp geliştirilebilir.

3. Bütün belirtiler ne yazık ki, süper güçlerin silahlanma yarışını sürdüreceklerini göstermektedir. İlgi alanı değişmiş, saldırı silahlarından savunma silahlarına bir yönelme olmuştur. Ancak, yeryüzünde kıyametin kopmasıyla sonuçlanabilecek bir makinenin inşası, hızlanarak devam etmektedir. Konunun açmazları o denli karmaşık ve çok yönlüdür ki, bu yarışın bitiş çizgisine varmadan durdurulabileceğini ummak, bugün için mümkün görülmemektedir (21). Uzayın askeri amaçlarla kullanılması çabaları, tırmanışını sürdürmektedir. Gören gözler ve düşünen beyinler için, bu gelişmelerden alınacak pek çok ders vardır.

#### KISALTMALAR

- ABM : Anti-Ballistic Missile (Karşı-Balistik Füze)  
BMD : Ballistic Missile Defense (Balistik Füzelere Karşı Savunma)  
C<sup>3</sup> : Command-Control-Communications (Komuta-Denetim-İletişim)  
DEW : Directed-Energy Weapons (Yönlendirilmiş Enerji Silahları)

- Elint : Electronic Intelligence (Elektronik Haber Alma)  
EMP : Electromagnetic Pulse (Elektromanyetik Darbe)  
GPS : Global Positioning System (Yerküre Konumlandırma Sistemi)  
Graser : Gamma-ray Laser (Gama Işını Laseri)  
ICBM : Intercontinental Ballistic Missile (Kıtalararası Balistik Füze)  
IRBM : Intermediate Range Ballistic Missile (Orta-Menzilli Balistik Füze)  
KAL : Korean Air Lines (Kore Hava Yolları)  
KEYW : Kinetic Energy Weapons (Kinetik Enerji Silahları)  
Laser : Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Uyarılmış Işıma Yayınımı ile Işık Güçlendirilmesi)  
MAD : Mutual Assured Destruction (Ortak Kesin Yokoluş)  
Maser : Microwave Laser (Mikrodalga Laseri)  
MHV : Miniature Homing Vehicle (Minyatür Hedef-Bulma Aracı)  
MIRV : Multiple Independent Re-entry Vehicle Çok Sayıda Bağımsız Nükleer Başlık)  
NASA : National Aeronautics and Space Administration (ABD Ulusal Havacılık ve Uzay örgütü)  
SAR : Synthetic Aperture Radar (Sentetik Açınım Radarı)  
SDI : Strategic Defence Initiatives (Stratejik Savunma İniyatifleri)  
SIOP : Strategic Integrated Operations Plan (Stratejik Tümüleşik Operasyon Planı)  
SLMB : Submarine-Launched Ballistic Missile (Denizaltıdan Fırlatılan Balistik Füze)  
xaser : X-ray Laser (X-Işını Laseri)

#### KAYNAKLAR

1. Newsweek, 4 Nisan 1983, s. 14.20.
2. Time, 26 Kasım 1984, s. 10.
3. Robert R. Rankine, Jr., "Research and technology for strategic defense", **Aerospace America**, Nisan 1984, S.64-80.
4. Bhupendra Jasani, "How satellitesproraote the armsrace", **New Scientist**, **96**, (11 Kasım 1982). s. 346-48.
5. Dave Dooling, "America shapes up for the war in space", **İbid.**, s. 348-51.
6. John Bell, "Navigationforeveryman.andhis bomb", **İbid.**, 11 Kasım 1984, 36-40.
7. **IEEE Spectrum**, Ekim 1984, s. 58-59; Robert P. Denaro, "Navstar: The all-purposesatellite", **İbid.** Mayıs 1981, s.35-40.
8. Eric J. Lerner, "Electromagnetic pulses.Potentialcrippler", **İbid.**, s. 41-46.

9. Henry Kolm, Peter Mongeau, "An alternative launching medium", İbid., Nisan 1982, s. 30-36.

10. Julian Davidson, "BMD: Star Wars in perspective", Aer. Amer, Ocak 1984, s. 78-83.

11. John Parmentola, Kosta Tsipis, "Particle-beam weapons", Scientific American, Nisan 1979, s. 38-49.

12. John F. Mason, "Particle-beam weapons; A controversy", IEEE Spect., Haziran 1979, s. 30-35.

13. Aviation Week and Space Technology, 12 Mart 1984, s. 42'den.

14. Kosta Tsipis, "Laser weapons", Sci. Ant., Aralık 1981, s. 35-41.

15. Michael B. Callahan, "Laser weapons", IEEE Spect., Mart 1982, s. 51-55.

16. Sci. Am., Eylül 1983, s. 66-67; New Sci., 92 (1981), s. 166-69.

17. Nature, 292 (9 Temmuz 1981), s. 108; New Scientist, 91 (2 Temmuz 1981), s. 16-17; Bulletin of the Atomic Scientist, Mayıs 1984, s. 8 S; Sci. Am., Ekim 1981, s. 110.

18. F.V. Bunkin, V.I. Derzhiev, S.I. Yakovlenko, "Specification for pumping X-ray laser with ionizing radiation", Sov. Journal of Quantum Electronics, Temmuz 1981, s. 971-72.

19. IEEE Spect., Temmuz 1984, s. 57-8; New Sci., 9 Ağustos 1984, s. 22.

20. David Langford, War in 2080, London: Sphere Books, 1979.

21. Hans A. Bethe, Richard L. Garwin, Kurt Gottfried ve Henry W. Kendall, "Space-Based Ballistic Missile Defense", Sci. Am., Ekim 1984, s. 37-47.

22. New Sci., 3 Ocak 1985, s. 10-11.

23. Sci. Am, Ocak 1985, s. 56.

24. Time, 11 Mart 1985, s. 12-15.

25. Nature, 17 Ocak 1985, s. 170.



TMMOB  
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ  
ODASI  
30. KURULUŞ YILI



# 4. ELEKTRİK ELEKTROMEKANİK ELEKTRONİK FUARI'86

6-13 HAZİRAN 1985  
ANKARA

*ifit* TANITMA ve TİCARET MERKEZİ ŞERCİ SALONLARI



DPV

ULUSLARARASI FUAR DEKORASYONU ve TİCARET A.Ş.  
CİNNAH CAD. GÖREME SOK. 8/İİ -KAVAKLIDERE-ANKARA TEL.(941) 269956