

Kerim Allahverdi \*

Tarık Baykara \*\*

Fatih Hüseyinođlu

Alper Seçgin

\*Prof. Dr., \*\*Doç. Dr.,  
TÜBİTAK MAM Malzeme  
Enstitüsü

# LİDAR

Son yıllarda iyice yaygınlaşarak bir çok alanda, örneğın uçaktan yeryüzü şekillerinin taranmasında, gemi üzerindeki bir platformdan deniz yüzeyindeki petrol kirliliğinin ölçülmesinde, atmosferdeki su buharı miktarının, sıcaklığının, parçacıkların büyüklükleri ve cinslerinin belirlenmesinde kullanılmakta olan LİDAR aygıtının adı, İngilizce dört kelimenin baş harflerinden oluşturulmuş bir kısaltmadır. Light Detection and Ranging (ışıkla algılama ve mesafelendirme) sözcüklerinin kısaltmasıyla adlandırılan LİDAR, özellikle son on yılda iyice yaygınlaşmıştır; hatta Mars'a gönderilen Phoenix uzay aracının bir parçası otomatik olarak çalışan bir LİDAR'dan Mars atmosferine ilişkin önemli bilgiler alınmaktadır.



Gece çok uzaklardan görülebilen LİDAR'ın ışığı ufukla 30 derece açı yapacak şekilde gönderilmiş. Özellikle Raman saçılımı prensibine dayalı LİDAR'lar, Güneş'in kuvvetli ışınının sonuçları değiştirmesini engellemek için geceleri çalışır.

LİDAR temel olarak üç ana bölümden oluşur. İlk bir ışık kaynağı, ikincisi bu ışığın yansıma ve saçılmalarını toplayan bir teleskop, üçüncüsü ise toplanan sinyalleri anlamlı bilgiye dönüştürecek olan elektronik ve bilgisayar sistemleri. Günümüzde ışık kaynağı olarak çok çeşitli dalga boylarındaki lazerler kullanılıyor. Lazer ışını hedef bölgeye gönderildiğinde, bölgedeki cisimlerle bir iletişime geçer. Örneğin atmosfer araştırmalarında kullanılan bir LİDAR'ın gönderdiği lazer ışını, havadaki parçacıklara çarptığında çeşitli optik etkileşimler meydana gelir. Bu etkileşimler arasında yer alan saçılma ve yansımadan doğan ışık, LİDAR aygıtının ikinci kısmı olan alıcı teleskop tarafından algılanır ve ışığın geri gelen bu kısmı (çeşitli analiz sistemlerinden de geçirilerek) elektronik sinyallere dönüştürülür. Bundan sonrası artık alanında uzman bilim insanlarının değerlendirmelerine bağlıdır. Böylece bu sinyaller yorumlanarak, anlamlı ve kullanılabilir bilgiye dönüştürülür.

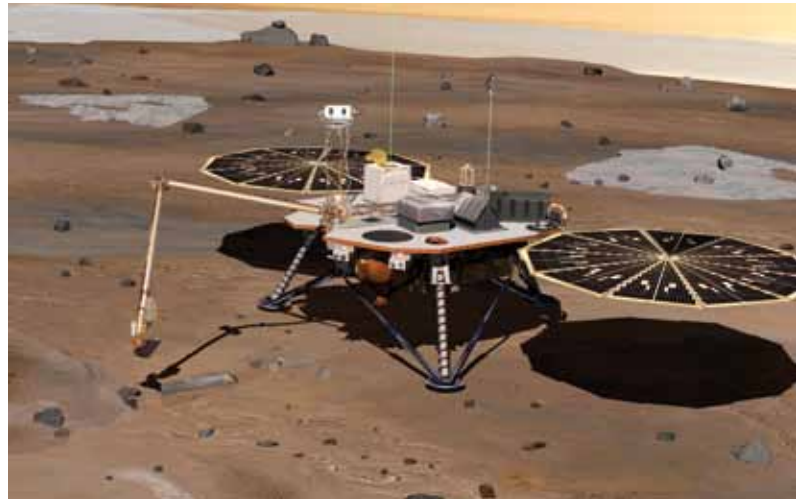
LİDAR'ın geçmişi aslında bir hayli eskilere dayanmaktadır. Lazerin 1960 yılında keşfinden tam 30 yıl önce, lazer ışını yerine kullanılan projektör lambalarıyla hava yoğunluğunun ölçülmesi için bazı çalışmalar yapılmaktaydı. İlk uygulama, 1938 yılında bulut yüksekliklerinin ölçülmesi için gönderilen ışık darbelerini toplayan bir teleskobun kullanılmasıyla gerçekleşti. Işığın darbeler şeklinde kullanılmasıyla bu sistemler ilk olarak bistatik değil de monostatik olarak kullanılmış oldu, yani ışık kaynağı ve teleskop aynı eksen üzerine yerleştirilebiliyordu. Böylelikle ilk kez Middleton and Spilhaus 1953 yılında ışık kaynağından çıkan ışığın bir hedefe gidişi ve dönüşü arasındaki zaman farkını ölçerek hedefin uzaklığını saptadı ve "LİDAR" kısaltması da aynı yıl doğmuş oldu. 1960'larda lazer teknolojisinin hızla gelişmesiyle ve birçok alanda etkin olarak kullanılmaya başlanmasıyla ilk kez Fiacco ve Smullin 1963 yılında lazerle atmosferik araştırmalar yapmaya başladı. Bunu takip eden 10 yıl boyunca bütün LİDAR teknikleri önerildi ve uygulandı. 1976 yılında E. D. Hinkler tarafından LİDAR hakkında ilk ders kitabı yayımlandı. O yıldan sonra LİDAR hakkındaki gelişmeler optik ve elektronik alanındaki ve özellikle de lazer teknolojisi alanındaki gelişmelere paralel olarak büyümeye ve yaygınlaşmaya devam etti. Günümüzde Hubble uzay teleskobunda ve hatta Mars üzerinde bile uygulama alanı bulan LİDAR tekniği uzaktan algılamanın en önemli aygıtı haline gelmiştir.

LİDAR nedir? Temel olarak LİDAR daha önce de bahsedildiği gibi üç bölümden oluşur. Veri-

ci yani bir ışık kaynağı, alıcı yani bir teleskop ve alınan ışığı bilgi haline dönüştüren elektronik sistemler. Birkaç saniyeden nanosaniyelere kadar değişen sürelerde lazer ışını darbeleri atmosfere gönderilir. Günümüzdeki bir çok LİDAR sisteminde ışın, darbe genişleticiyle büyütülmekte ve daha sonra kolimatörden geçirilerek paralellığı sağlanmaktadır. Bunun nedeni, ışığın dağılmasını en aza indirmektir. Gönderilmekte olan bu ışının atmosferdeki her türlü etkileşimi, geri dönen fotonlar halinde alıcı teleskop tarafından algılanır. Nasıl hiç bir aygıt mükemmel olamazsa, LİDAR sistemlerinde de bilgi kaybı olur. Teleskop tarafından algılanan fotonlar optik analizör sistemlerinden geçirilir ve yapılan uygulamaya göre geri gelen ışığın seçilen çeşitli dalga boyları ve polarizasyon durumları ölçülür. Bu fotonlar daha sonra çeşitli dedektörlerin üzerine düşürülür ve bu dedektörler sayesinde optik sinyal elektrik sinyaline dönüştürülür. Sinyalin yoğunluğu lazer ışınının gönderilmesinden sonra geçen zamanla orantılıdır, bu da elektronik olarak belirlemek bir bilgisayarda depolanır.



Agnes Scott Koleji ve Georgia Institute of Technology işbirliği ile ABD'de kurulmuş olan eğitim amaçlı LİDAR sistemi <http://eosl.gtri.gatech.edu/Capabilities/RemoteSensing/LidarResearch/LidarProjects/tabid/220/Default.aspx>



LİDAR'da kullanılan lazerlerin dalga boyları 213 nanometreden 11 mikrometreye kadar değişebilir. Dolayısıyla LİDAR'da kullanılan lazer ışınlarını görmek her zaman mümkün olmaz, çünkü insan gözünün algılayabildiği ışık aralığı kişiden kişiye değişmekle beraber genelde yaklaşık 380 ila 780 nanometre aralığı civarındadır. İlk yıllarda yakut, azot, bakır buharı ya da karbondioksit lazerleri kullanılırken, lazer teknolojisindeki gelişmeleri takiben 80'li yıllardan itibaren LİDAR'larda Nd:YAG ve yüksek güçlü excimer lazerleri kullanılmaya başlanmıştır. Excimer lazerleri ultraviyole dalga boyunda ışın verirken Nd:YAG lazer-

Mars'ta 532 nm lazer darbeleriyle çalışan LİDAR'ın temsili görüntüsü <http://www.guardian.co.uk/science/2008/jul/31/mars.spacexploration?gsrc=rss&feed=technology>



LİDAR çalışma prensibi olarak lazer darbeleri yerine radyo dalgaları kullanan RADAR'a benzetilebilir. Hatta bazı kaynaklar ve uygulamacılar LİDAR yerine Lazer RADAR kelimelerini kullanır. Ancak aslı İngilizce olan kısaltmalar incelendiğinde RADAR'ın radyo algılama ve mesafelendirme olduğu, LİDAR'ın ise ışık (İngilizcesi light) kaynaklarıyla algılama ve mesafelendirme olduğu görülecek, dolayısıyla da LİDAR kelimesinin kullanılması daha doğru olacaktır.

Fotoğraflarda iki aygıt arasındaki çarpıcı farklılık görülmektedir.

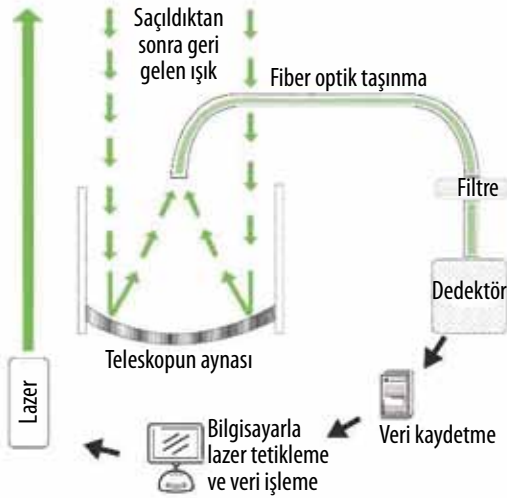
leri 1064 nanometrede, kızılötesi bölgede ışın verir. LİDAR'larda yaygın olarak, frekans çiftleme ya da beşleme gibi bazı yöntemlerle elde edilen 532 ve 213 nanometre dalga boylarındaki ışınlar kullanılmaktadır.

LİDAR'lar günümüzde çok çeşitli amaçlarla kullanılıyor ve çok geniş kullanım alanları var. Kullanılacak LİDAR'ın türü de amaca göre belirlenmektedir.

Günümüzde kullanılan LİDAR'ları çok değişik şekillerde sınıflandırmak mümkün. Öncelikle doğal olarak kullanım amacı bir adım öndedir. Daha sonra LİDAR'ın oturtulmuş olduğu platform gelebilir. En son olarak, teknik bir parametre olsa da kullanılan ışık kaynağının gönderdiği ışının dalga boyu düşünülebilir. Yukarıdaki şemada özet olarak, ölçülmek istenen parametreye göre kullanılacak LİDAR'lar görülmektedir. Bir LİDAR tasarlanacağı zaman ilk sorulması gereken soru neyin ölçüleceği ve ne büyüklükte ölçüleceğidir. LİDAR'da kullanılacak lazerin dalga boyu, lazerin gücü, lazer darbelerinin uzunluğu, kullanılacak teleskobun çapı, analizörlerdeki filtrelerin cinsi ve hatta tüm LİDAR sisteminin dayandırılacağı temeller, bu sorulara verilecek cevaplara göre oluşturulmaktadır.

LİDAR yaygın olarak yeryüzündeki bir platformda, yukarıya hedeflenerek kullanılır, ama bunun tam tersi yapılarak, yani uçan bir cismin üze-





Temel bir LİDAR şeması

rindeki bir platforma yerleştirilip yeryüzünü ölçümleyecek şekilde de tasarlanabilir. Uçan bu cisim bir helikopter ya da bir uçak olabilir, ayrıca günümüzde yaygın olarak uydularda da LİDAR'lar kullanılmaktadır. Uydulardaki LİDAR'ları yeryüzünü haritalandırmakta kullanmak mümkün olduğu gibi, uzaya doğrultularak başka bilgiler de elde etmek mümkündür. Araştırma gemilerinin güvertelerinde kurulan platformlara bağlı bazı LİDAR sistemleri ile gemi yol aldıkça 4 boyutlu (uzay + zaman) ölçümler yapılabilmektedir. Bu LİDAR sistemleri, su yüzeyindeki petrol kirliliğinin ve hatta bu kirliliğin kaynağının ayrıntılı olarak belirlenmesinden, su yüzeyindeki klorofil miktarına ve balık avlamaya elverişli bölgelerin belirlenmesine kadar bir çok alanda kullanılmaktadır. Yeryüzünde hareketli platformlar kurularak tek bir LİDAR'ın birçok bölgede kullanılabilmesi, LİDAR'lara özellikle askeri alanda önemli bir yer açmıştır. Kültürel miras kapsamındaki eserlerin üzerindeki bakterilenme ve mantarlanmanın takibi de yine LİDAR'lar sayesinde sürdürülebilmektedir. İstanbul Büyükşehir



TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme Enstitüsü bünyesinde de 2007 yılında LİDAR'la ilgili çalışmalar başlatılmıştır. 5 dalga boyulu lazere, 400 mm çapında bir teleskoba ve 7 kanallı spektrum analizörüne sahip bu LİDAR, atmosferdeki su buharı miktarını, parçacık ve aerosol miktarını, bulut yüksekliği gibi değerleri ölçebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu aygıtın 2009 yılının yaz aylarında ölçme yapmaya başlaması planlanmaktadır. Ayrıca Floresans kanalının da bu LİDAR aygıtına eklenmesi planlama aşamasındadır. Bu kanal sayesinde İstanbul Boğazı'ndaki gemilerin yarattığı hava ve su kirliliğinin ölçülmesi de mümkün olacaktır.

Fotoğrafta TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme Enstitüsü, Lazer Spektroskopisi Laboratuvarı'ndaki LİDAR görülüyor.

Belediyesi'nin yeni bir projesinde kaçak yapılanma yine LİDAR sistemleriyle takip edilmektedir. Hatta artık otomobillerimizle aşırı sürat yaptığımızda RADAR'a değil LİDAR'a yakalanıyoruz.



Kuzey Kutbu'ndaki istasyondan stratosferdeki bulutları gözlemleyen ARCLITE LİDAR sistemi  
Kaynak: [http://isr.sri.com/instruments/data/arclite/greenbeam\\_lg.jpg](http://isr.sri.com/instruments/data/arclite/greenbeam_lg.jpg)