

radar sonar ve 2. dünya savaşı

fatih CANATAN

UDK: 621.396.96340.53

ÖZET:

Bu yazıda, radarın ve sonarın geçmişi, 2. Dünya Savaşıyla olan ilişkileri vurgulanarak verilmiştir.

SUMMARY:

In this article öte history of radar and sonar is given uith an emphasis on their relation to World War Ü.

GİRİŞ

Radar ve Sonar, genellikle uzaktaki nesnelerin (hedeflerin) varlıklarını, yerlerini ve kimi kez de hızlarını saptamakta kullanılan, çalışma yöntemleri benzeşik düzeneklerdir. Radar bu görev için elektromagnetik dalgalardan yararlanırken, sonar küçük dalgaboylarında üretilen ses dalgalarını kullanır. Sözü geçen dalgalardan birincisi vektörsel, ikincibi skalar niteliktedir. Ayrıca ses dalgaları, iletimine uygun maddesel ortamlara gerek duyar. Kullanılan çoklukların bu temel ayrıcalıklarına karşın, radar ve sonar amaç ve yöntemleri açısından birbirine çok benzer.

Her iki düzenekte de önce dalgalar üretilir ve y önsel özellikleri olan bir yayıcıdan hedefe gönderilir. Yayıcı radar için bir antenken, sonarda bir dönüştürgeç (*transducer*) tir. Bu yazıda dalgaları yayan uca göndermeç denilecektir. Hedefe çarpan dalgalar yansıyacak, hedef hareketliyse sıklıklarında bir Dopler kayması olacak, bu yansımada almaçta değerlendirilecektir. Göndermeç ve almaç aynı yayıcıdan yayma-alma işlevlerini yapabilmektedirler. Bunlara tek konumlu (*mono-static*), eğer göndermeç ve almaç birbirinden ayrı konumlardaysa da çift konumlu (*bi-static*) denir. Amaca göre sürekli dalga-

lar ya da darbeler kullanılmaktadır. Darbenin geri geliş süresinden yararlanarak hedefin uzaklığı oldukça duyarlı olarak saptanabilir. Hedefin yönünün bulunması ise anten ya da dönüştürgecin yönsel özelliklerine, dolayısıyla fiziksel büyüklüklerinin dalgaboyuna oranına yakından bağlıdır. Radar ve sonar adları ise ingilizce'deki ayrıntılı adlarının (*radio Detection and Ranging, Sound Navigation and Ranging*) kısaltılmış biçimleridir. Emekleme döneminde çok çeşitli adlarla anılan bu buluşların şimdiki adları, öylesine benimsenmiştir ki hemen tüm dillerdeki teknik yazına bu biçimde alınmışlardır.

RADARA OLANAK SAĞLAYAN ON GELİŞMELER

Radarın soy ağacını, elektromanyetik kuramına yaptıkları temel katkıları nedeniyle Michael Faraday ve James Maxwell'e dek uzatabiliriz. Heinrich Hertz, David E. Huges, Sir Oliver Lodge, Prof. Alexander Popov, Guglielmo Marconi elektromanyetik dalgalara ilişkin kuramsal bilgileri uygulama alanına sokan ilk insanlar arasında sayılabilir. Hertz'in, 1886'da, radyo dalgalarının iletken ve yalıtkan gövdelerden yansıdığını kanıtlayan ilk deneyi yaptığı bilinmektedir. Bu deneyin, en ilginç yanı dalga boyunun 66cm. seçilmiş olmasıdır. Çünkü 1930'lara dek görülen uygulamalarda, dalga boyunun böyle kısa olması pek yeğlenmemişti. öte yandan/1904'de Christian Hülsmeier adlı bir Alman mühendisin, yansıyan

Fatih Canatan, Y. Prof. Dr., ODTÜ

radio dalgalarından yararlanarak gemi ulaşımında önde bulunan engellere dikkati çeken bir düzenek için patent almış olması da üstünde durmaya değer bir girişimdir. Öngörülen düzenek, çıplak göze oranla, bir üstünlük sağlamadığından olsa gerek, Alman donanması için denendiyse de aşırı ilgi görmedi.

Kimi kaynaklarda telsiz-telgrafın ve radyonun baba3 olarak gösterilen İtalyan asıllı Marconi, 1922'de New York'da Institute of Radio Engineers (Radyo Mühendisleri Enstitüsü)nün bir toplantısında yaptığı konuşmada radyo dalgalarının engel belirlemede kullanılmasını öneriyor ve bunun deniz ulaşımına sağlayacağı yararları dikkati çekiyordu. Oysa daha 22 yıl önce Hırvat asıllı Amerikalı Nicola Tesla, Century Magazine'in Haziran 1900 sayısında aynı olanağı vurgulamıştı. Tesla'nın görüşleri yankı bulmadıysa da, Marconi'nin yinelemesi ABD Donanma Araştırma Laboratuvarı'nın A.H. Taylor ve L.C. Young'u konuyu araştırmakla görevlendirmesine yol açtı. 1922 sonbaharında tahta bir gemiyle yapılan denemelerde, 5 m. dalga boyunda çalışan, göndermeç ve almacı ayrı ve bugün sürekli dalga radarı dediğimiz türde bir düzenek kullanılmıştı. Başarıyla sonuçlanan araştırma, gerekçesi belli olmaksızın bu aşamada durduruldu.

Daha sonra ilginin iyonosfer çalışmalarında sürdürüldüğünü gözlüyoruz. 1924 yılında British Radio Research Board (Britanya Radyo Araştırma Kurumu)ndan Edward Appleton ve Miles Barnett, yine sürekli dalgalar kullanarak yer-iyonosfer uzaklığını ölçtüler. Böylece ilk kez yansıtıcının yalnız varlığı değil uzaklığı da belirlenmiş oldu. Aynı uzaklık, aradan bir yıl geçmeden, 1925'te, Washington'da Carnegie Enstitüsü'nden Gregory Breit ve Merle Tuve tarafından darbe yansıtma yöntemiyle yeniden ölçüldü. Breit ve Tuve'nin darbe radarı iyonosferin birden çok katmandan oluştuğunu ortaya çıkarınca, düzenek kısa sürede tüm dünyada iyonosfer çalışmalarının vazgeçilmez bir aracı durumuna geldi.

1922 - 1929 Dönemi radarın emekleme sürecini belirler. Yüksek güçlü lambaların bulunmaması nedeniyle daha çok sürekli dalga yöntemi uygulanmış ve darbe radarı bir süre teknolojinin gelişmesini beklemek zorunda kalmıştır. Darbe yönteminin 1925'te denenmesine karşın, bu gecikme şaşırtıcı görülebilir. Ama sözü geçen denemede iyonosfer gibi yüzeyi geniş bir engelden yansımalar değerlendiriyordu. Daha küçük yüzeylerden, örneğin bir uçak yüzeyinden ölçülebilir bir yansıma elde edebilmek için göndermede gücünün çok daha fazla olması gerekir. 1922 - 1929 döneminde ise bu hemen hemen olanaksızdı. Teknolojik yetersizlik yanında, sonu belirsiz bu araştırmalara gerekli parasal desteğin yapılmaması da radarın gelişimini geciktirmiştir, ilk deneylerin ilkel görünümüne karşın daha o günlerde bile üstünde anlaşılabilmiş

önemli bulgular vardır. Bunlar şöylece özetlenebilir: (1) Radyo dalgaları havada oldukça değişmez bir hızla (300000000 m/s) yayılırlar, (2) Hedefin büyüklüğü, kullanılan antenin yönsel özelliklerinden yararlanarak belirlenebilir. (3) Aynı anten, gönderme ve alma işlemleri için kullanılabilir. Bununla birlikte bu dönem daha çok uygun dalga boylarını araştırmakla geçmiştir.

HAVA RADARLARININ ORTAYA ÇIKIŞI

Hareketli hedefleri belirleyen ilk deneysel radarlar Doppler yöntemine göre çalışmaktaydılar. Göndermeçten çıkan dalgalarla, hedeften sıklığı değişmiş olarak yansıyan dalgaların birlikte almaçta yarattığı oynamalar hedefi saptamakta kullanılıyordu. Uçan bir uçağın televizyonda oluşturduğu resim kaymalarını hemen hepimiz gözlemişizdir. İlk radarların temeli işte bu olguya dayanıyordu. Göndermeç ve almacı ayrı yerlerde bulunan bu tür sürekli dalga radarlarına bugün çift konumlu (**bi-static**) sürekli dalga radarı diyoruz.

II. DÜNYA SAVAŞI ÖNCESİNDEKİ VE BAŞLANGICINDAKİ GELİŞMELER

Uçan bir uçağın radyo dalgaları aracılığıyla belirlenmesi, tamamen bir raslantı sonucu, 1930 Haziran'ında ABD Donanma Araştırma Laboratuvarında (DAL) L.A. Hyland tarafından gerçekleştirilmiştir. 33 MHz'te çalışan bir yön bulma aracı, uçan bir uçaktan, TV alıcılarında olduğu gibi, etkilenmiş ve Hyland tarafından nedeni araştırılmıştı. Bu kendiliğinden ortaya çıkan özellik, her türlü parasal destekten yoksun olarak, salt DAL araştırmacılarının ilgi ve gayretleriyle 1932 yılında göndermeçten 80,5 km. uzaklığa kadar uçan uçakları saptayabilen bir düzeneğin yapılmasına yolaçtı. 1933'e dek gizli tutulan buluş, Bell Telefon Laboratuvarları'nda da benzeri raslantıların yüzeye çıkmasıyla açıklanmak zorunda kaldı, Hyland ve arkadaşlarına buluşun patenti verildi. 1934'te kullanılan sıklık 60 MHz'e ulaşmıştı bile.

Geliştirilen sürekli dalga radarı yalnızca hedefin varlığını saptayabiliyordu. 1925'te denenilen iyonosfer araştırma aygıtından edinilen deneyimler, hedefin yerini saptamak için darbe yönteminin daha uygun olabileceği açıktı; ama her nedense bu düşünce bağnaz bir kuşkuyla uygulama alanına sokulmuyordu, örneğin, DAL, R.M. Page adlı araştırmacının ancak önemli işlerinden arata kalan sürede konuyla ilgilenmesine izin vermişti.

1935'de DAL araştırılınca gerçekleştirilen 60 MHz'lik deneysel darbe radarı, katod lambasında hiçbir şey gözlemediğinden başarılı olamadı. Çünkü sürekli dalga yön-

temi için tasarlanmış bir almaç kullanılmıştı ve darbeleri izlemede yetersiz kalıyordu. Yanlışın bulunması ve düzeltilmesi birbuçuk yıl aldı. 1936 yılının 28 Nisan'ında 28.3 MHz'te çalışan, 5 *µ*S darbe genişliği ikinci deneysel darbe radarı denendiye de bu da çalışma uzaklığının 3-4 km. ile sınırlı kalması nedeniyle başarılı olamadı. Haziran içinde, yapılan düzeltmelerle bu uzaklık 40 km' yi buldu..

Yapılan deneyler gösterdi ki, eğer ufak antenler isteniyorsa kulbnlan sıklık arttırılmalıdır. 22 Temmuz 1936' da ilk 200 MHz'lik tek konumlu (*monostatic*) radar bu gerekçeyle yapıldı. Ancak eldeki lambalar bu sıklıkta yeterli gücü sağlayamıyordu. Bu da çalışma uzaklığını hissedilir oranda azaltmaktaydı. Eitel-Mc Cullough Corporation'a ısmarlanan güçlü lambaların 1938'de yapılmasıyla 200'MHz'lik radarın anten gücü-6kW'a, çalışma uzaklığı da 80 km'ye ulaştı. XAF adı verilen bu radarlar, ABD donanmasına bağlı çeşitli sınıftan gemilere 1938'ten başlayarak takılmıştır.

ABD donanmasındaki bu gelişmelere eş olarak, ABD Kara Kuvvetlen de '1936'dan sonra kendi radarlarını Çeşirtmeye koyuldu. Albay William Blair patentli bu ilkel radarlar, hedef yerini iyi saptayamadığından ışıldaklarla birlikte kullanılıyor, yalnızca topçuya atış uzaklığı bilgisini sağlıyordu.

Radarn askeri kullanım alanındaki yaygınlaşmasına karşın sivil uygulamada bunun yalnız bir örneğine rastlıyoruz. O da 1936'da havacılıkta kullanılmaya başlıyan yükseklik ölçme aygıtıdır. O günlerde bunun bir radar olduğu pek söylenmemekle birlikte, temelini sıklık modülasyonlu bir radar oluşturuyordu.

1935 başında, Amerika'dan bağımsız olarak İngiltere'de de konuya ilgi duyulmaya başlandı, ingiliz radamın başlangıcı, hükümetin Sir Robert Watson-Watt'dan garip bir istemine dayanır: Radyo dalgalarıyla insanları öldürecek bir düzenek geliştirmesi istenmiştir. Watson-Watt, bu iş için gerekli gücün o günün teknolojisi ile sağlanamayacağını ileri sürerek, bunun yerine uçan uçakları saptama yönünde çalışmalar yapmayı önerdi, önerisinin benimsenmesi üzerine de ilk İngiliz radarının yapımını koyuldu.

1935 Şubat'ında 13 km çalışma uzaklığında ve 6 MHz* lik ilk İngiliz radarı hazırlandı. 1935 Haziran'ında, DAL'dan bir yıl sonra, darbe yöntemiyle uçak uzaklığının ölçülebildiği de deneysel olarak kanıtlandı. Eylül ayında 12 MHz'lik bir düzenekte bir bombardıman uçağı üstünde yapılan denemeler ise, 60 km.yi aşkın uzaklıkların bile ölçülebildiğini gösteriyordu. 1936 Martında İngilizler» çalıştığı sıklık 25 MHz'i, ölçülebildikleri uzaklık da 130 km.yi bulmuştu. 1937 ite 1938 arasında 25 MHz'lik bir

dizi radar Chain Home adı altında çeşitli özeklerde kuruldu. 1938 Eylülünde Başbakan Chamberlain'in Münih'te Hitler ve Mussolini ile yapacağı umutsuz görüşmeye götüren uçağın uçuş yolu bu düzenekle belirleniyordu. Aynı ay Chain Home radarları 24 saatik sürekli çakşma düzenine girdi.

İngiltere'de kullanılmaya başlayan yer radarları da kanıtlandı ki özellikle gece ve kötü hava koşullarında savaş uçaklarını yerden hedefleme yöneltmek her zaman olanaklı değildir. Bu da uçan bir uçağı yerleştirilmiş radarları geliştirilmesine neden oldu. Gemileri, su üstünde giden denizaltılan, uçakları saptayan 200 MHz'lik bu radarlar 1939'dan sonra kullanılmaya başlandı.

1939 insanlık tarihi açısından uzun ve açmasız bir savaşın başlangıcıdır. Sivil kitlelerin de askeri hedefler için yok edilmek istendiği amansız ve kanlı bir savaş- 16 Temmuz 1940'ta Hitler yayınladığı bir emirle İngiltere'nin istilasını isteyecektir. Elindeki güçsüz hava kuvvetleriyle, Alman hava bombardımanlarına karşı durması olanaksız görünen İngiltere, radar'ın büyük katkısıyla gece salanlarını karşılamayı başarmıştır. Britanya savaşı adı verilen bu hava uğraşı Almanları caydırarak, yeni cephelerin açılmasıyla tasarlanan istilaya hiç olanak kalmayacaktır.

1940 yılının ilginç bir gelişmesi de İngiltere ve ABD'nin radarın geliştirilmesi yönündeki bağımsız çabalarını birleştirmeye karar vermeleridir. 1940 yılındaki ön görüşmelerde İngilizler, Randell ve Boot tarafından geliştirilen 10 cm. dalgaboyunda 1 kW güç veren magnetronlarını Amerikalılara göstermiş ve Amerika'da da yapılabilmesi için gerekli teknik bilgileri ilemişlerdir. Magnetron'un bulunması mikrodalga radarı açısından önemli bir gelişme olmuştur. Mikrodalga radarı hava ve deniz uygulamalarında, sağladığı üstün açılabilir duyarlılık nedeniyle büyük önem taşıyordu, İngilizler, Amerikalılardan uçaklara takılabilecek bir mikrodalga radarını geliştirmelerini, ayrıca uçaksavarlara atışı sağlayacak radarlam yapmaını istediler.

II. Dünya Savaşı ve Radar

ikinci Dünya Savaşı'nın başlangıç yıllarında, radarın Alman hava saldırılarını engellemede İngilizler tarafından nasıl başarıyla kullanıldığından söz etmiştik. Hava gücünün savaşın sonucunu belirleyen özelliği yeni yeni anlaşılmaya başlamıştı. Hava saldırılarını kolaylaştırıcı ve zorlaştırıcı teknik araçların daha önce düşünülmüş bile olsa yapılmama ya da yapımı için çalışılmaması bu nedenledir. Ancak zorunluluklar, özellikle İngiltere'nin parasal yönden ve yetişkin pilot bulmada karşılaştığı güçlükler teknik çabaları yoğunlaştırmış, ayrıca yöney-

lem araştırması denen bir disiplinin doğmasına neden olmuştur. Amaç olanaklı olan en az kayıpla karşı tarafa en çok zararı verebilmektir. Bu birçok bilim adımı, ve teknisyenin yoğun çabalarıyla sağlanabilmiştir.

Savaş ilerledikçe, Alman hava gücünün (Luftwaffe) Sovyetler Birliği içindeki uğraşı çetinleşmiş, İngilizler de havada etkinliği yavaş yavaş kendilerine çevirebilmişlerdir. İngilizlere hava saldırıları için ilk denedikleri başarılı düzenek Obua adı verilen, yerradariandır. Bu düzenekte iki ayrı yerde bulunan ve uzaklığı ölçebilen iki darbe radarı, saldırı için havada bulunan uçağın yerini ve hızını ölçmede kullanılmaktadır. Birinci radar gidilmesi gerekli yöne çevrilidir ve uçağın özekten uzaklığını saptar. İkinci radar bu yönden sapışları belirler ve bu bilgi nokta ve çizgilerle uçağa bildirilir. Böylece uçuş yolu, sapma olmuştaysa, yeniden bulunmuş olur. Obua'nın yararları yanında sakın çalan da vardır, örneğin birinci radarın yönünü izlemek zorunda olan pilot, yerin eğimi nedeniyle sürekli olarak uçağı yükseltmek durumundaydı. Oysa bir bombardıman uçağı ağırlığı nedeniyle bunu sağlamıyordu. Daha az bomba taşıyan ve uçuş tavanı daha uygun Mosquito uçakları çıkana dek sorun çözümlenemedi, ilkin gece kör bombalama için kullanılan düzenekten sonraları yalnızca hedefin yerini saptamakta yararlanıldı, öncü uçaklar, hedefe ulaşınca belirleme fişekleriyle arkadan gelen ağır bombardıman uçaklarına bombalıyacakları yeri gösteriyorlardı. Obua'nın bir sorunu da yalnızca bir uçağı izleyebilmesiydi.

Bu eksiklikler H_2S adı verilen ve uçağa konmuş radarlarla önlenmeye çalışıldı. İlk 200 MHz'te yapılan bu düzenek, magnetron'un geliştirilmesiyle mikrodalga düzeyinde de kullanılabilir duruma geldi. H_2S 'in özelliği sahil biçimi, yüksek bina, çelik fabrika yapılan gibi konum ayıracıların bulabilmesiydi. Düşman eene geçmesinden korkulduğu için, içine yok edilmesini sağlayan bir de patlayıcı konmuştu. Bu kuşukular pek de yersiz sayılmazdı, çünkü Almanlar daha önce denenilen başarısız Gee radarlarını elektronik yöntemlerle tıkamayı başarmışlardı. Gerçekten de H_2S , kısa bir süre sonra, 200 MHz'lik Alman arayıcı alıcılara nedeniyle, uçağın yerini ele veren bir düzenek durumuna düştü, örneğin su yüzünde gezen denizaltılar, daha uçak kendilerini bulmadan uçağın yaklaştığını anlıyabiliyorlardı. Bu hoş olmayan durum mikrodalga H_2S 'lerinin kullanılmaya başlanmasıyla büsbütün önlenmiştir. Çünkü Almanlar bu sıklıkları alabilen akılların hemen yapacak teknolojik bilgiden yoksundu. Hava saldırılarını nedeniyle üretim güçleri de zayıflamıştı.

Elektronik yöntemlerle ve alüminyum kağıtlarla radarların etkisizleştirilmesi hem Alman hem de İngilizlerce bilinmesine karşın karşı tarafça hemen öğrenilip ters yönde uygulanabilir kaygısıyla uzun süre kullanılmamıştır.

Radar'ın özgeçmişinde en ilginç nokta, Japon uçaklarının 1942'de Peari Harbor'a yaptıkları saldırıdır, öğrenim amacıyla denenilen bir iadar, saldırıyı belirlediği halde, eğitim gören yarbayın bunları kendi uçakları sanması Amerikalılara ağır kayıplar vermiştir. Bu nedenle savaşa giren Amerika, radarı daha çok deniz savaşlarında kullanmıştır. Radar'ın düşmanı dosttan ayırmayan işleyiş biçimi, onu gözlenen hedefin niteliğini belirlemek gerektiğinde yetersiz kılmaktadır. Bu nedenle 1942 sonbaharından başlayarak İngiliz ve Amerikan savaş gemilerine ve uçaklarına dost-düşman soruşturması yanıtlayıcıları, (*IFF, Identification friend or foe transponder*) takılmıştır. Aygıtın geri gönderdiği özel yanıt, soruşturucuya kendisinin dost olduğunu bildirmekte, böylece radarın saptadığı hedefin dost ya da düşman olduğu ortaya çıkmaktadır.

Savaşa girmelerinin hemen ardından Amerikalılar, Japonlara karşı yoğun deniz uğraşları vermek zorunda kaldılar. Peari Harbor baskını izleyen günlerde Japonların Güneydoğu Asya'da, Endonezya'da ve Güney Pasifik'te çabucak kazandıkları basanlar, Amerika'nın ne kaynaklarını ne de üretim gücünü etkiler nitelikteydi. Bilimsel, teknolojik ve üretim gücünü savaş yönünde yoğunlaştıran A.B.D. kısa sürede Japon saldırısına denk bir savunma etkinliği kazanacaktı. Deniz savaşının ilk günlerinde Japon donanması büyük gücüne karşın, teknik olanaksızlıklar nedeniyle fazla başarılı olamıyacaktı. 1942 Yazında Japon uçaklarında ne radar ne de geriye dönüşü kolaylaştırıcı elektronik aygıtlar vardı. Amerikalıların Japon telsiz konuşmalarını okumaları hava saldırılarını etkisiz kılıyordu, örneğin 7-8 Mayıs 1942 çatışmasında, şaşırarak Japon pilotları, Amerikalılara ait Yorktown gemisine inmeye çalışmışlardı.

1943 yılında Amerikan donanmasında oldukça gelişkin radarlı ve ilkel biçimde de olsa bilgisayarlı nişan alma düzenekleri yerleştirildi. Sperry Corporation tarafından geliştirilen aygıt öyle başarılıydı ki bir gemi, bir gecede 30'a yakın savaş uçağını kolaylıkla düşünebiliyordu. Yine aynı yılda radarlar denizaltılarda da kullanılmaya başlandı. Bu radarların antenlerinin yarattığı mekanik, metalürji, ve elektriksel sorunlar öylesine çoktu ki, gelişmeleri büyük çaba gerektirmiştir.

Radarı İngiliz ve Amerikan savaş Çabalarına katkısından söz ederken, kuşkusuz aklı gelebilecek bir soru da karşı tarafın bu alanda neler yapmış olduğudur. 1945 yılında Almanya yenilgiyi benimsediğinde Hanover Teknik Yüksek Okulundan Prof. William Osenberg şöyle demişti: "Almanya, savaşı, seferberlikte ve bilimsel beyinleri kullanmada yetersiz kaldığından kaybetmiştir." Sonucu salt bir nedene bağlamak olanaksız olmakla birlikte, Almanya'nın 1943-45 arasında bilimsel ve teknolojik çabaları sürdürmekte yavaş kaldığı bir gerçektir. Oysa "blitz-

krieg" adlı 1939 - 42 arası Alman saldırıları 1933-1939 arası geliştirilen teknolojilerle başarıya ulaşmıştı. Japonların durumu ise hiç de parlak değildi. Japonya gerek savaş öncesinde, gerekse savaş boyunca teknik insan gücü olanaklarının yalnızca yüzde onunu savaş için kullanmıştır.

1935'lerde Radar, Amerika ve İngiltere'nin yanısıra bağımsız olarak Fransa ve Almanya'da da geliştirilmiştir. Japonya, İtalya ve Rusya ise ancak savaşa girdikten sonra radarla ilgilenmek zorunluluğunu duydu. Başarılı Japon radarlarının ancak 1945'te görülebildiği düşünülürse, teknoloji düzeyindeki farklılığın savaşı nasıl etkileyebileceği kolayca görülür. Yüksek güçlü Klystron'ların 1950'den önce yapılamadığı, Magnetron'u da İngilizlerin bulduğu anımsandığında, Alman • Japon radarının niteliksel zayıflığı da açıklanabilir.

RADARIN KARDEŞİ SONAR

Hedefin ses dalgalarından yararlanarak saptanması, özünde Radar'ın dayandığı kurallara çok benzer. Bu yöntemin gelişimi de Radar gibi II. Dünya Savaşı'nın gereksinimleriyle yakından ilişkili olmuştur. Kısaca sonar adını verdiğimiz bu aygıtların geçmişi 1. Dünya Savaşı'na dek giderse de, asıl gelişmeleri II. Dünya Savaşı'nın yoğun denizaltı uğraşlarına dayanır. 1939 başlarında hem İngiltere'de hem de AB.D .de özel kuruluşlar ve üniversiteler denizaltılara karşı etkin düzenekler geliştirmekteler. Sayısız deneyler gösterdi ki su içinde en kolay ses dalgaları gönderilebilmektedir. Suda havadakine oranla 4 1/2 kat hızlı giden ses, denizaltıların varlıklarının ve yerlerinin saptanmasında yeterli olabilmektedir.

L) - Gemisi denilen Alman denizaltılarına karşı 20-30 Khz'lik ses dalgaları yayın sonarlar kullanılmıştır. Ses dalgaları, radyo dalgalarına göre daha iyi bilindiğinden, Almanlar kısa sürede kimyasal bulutlar, hava köpükleri bırakarak yanıltıcı yankılar yapmanın yollarını buldular, ayrıca Alman denizaltıların sonarlardan gelen sesi kullanarak yaklaşan gemileri de belirleyebilmekteler.

Denizaltılar akülerini doldurabilmek için su yüzüne çıkmak zorundadırlar. Bu işlem genellikle gece karanlığında yapılır.

Bu sürede de radarla yeri kolayca bulunabilir. İngiliz ve Amerikalıların denizaltı avı, sonar kullanan gemilerden çok, radarlı gemi ve uçaklardan yararlanarak olmuştur. 200 MHz'lik radarlara karşılık Almanlar da kızıl ötesi ışınlar ve 200 MHz'lik araştırma alıcısıyla kendilerini savunmaya çabalamışlardır. 10 cm'lik radarlar U-gemilerini büyük ölçüde başarısızlığa uğratmıştı. Harbin ikinci yarısında Alman denizaltıların 10 cm'lik Naxos alıcıları ve

güçlü makinalı tüfeklerle donatıldılar. Ayrıca snorkel adı verilen hava boruları kullanarak, su yüzeyinin altında akülerini doldurmaya başladılar. Bu da karşı tarafı daha sık gözetleme uçuşu yapmaya zorladı.

II. DÜNYA SAVAŞI SONRASINDA RADAR

Savaşın ardından, radarla uğraşan bilim adamları, olağan barış zamanı görevlerine döndüler. Radar'ın 1950'ye kadar savaş süresince gelişen biçimini koruduğunu gözliyoruz. 1950'de Stanford Üniversitesi'nde bir hızlandırıcı üstünde çalışırken yüksek güçlü Klystron'lar geliştirilince, bu buluş radar çalışmalarına da hemen egemen oldu. Magnetron'dan daha güçlü ve kararlı olan bu lambalar özellikle hareketli hedefleri saptayan duyarlı radarlar yapımına olanak sağlamıştır. Kristalli karıştırıcılar ve az gürültülü yürüyen dalga lambalarının çıkması mikrodalga radarlarının alıcılarını önemli ölçüde duyarlı yapmış, parametrik yükselteçler ve katıhal MASER'leri de, aygıtları duyarlılıklarının sınırına ulaştırmıştır. Günümüzde allanın özgürfütüsünden çok iletişim hatları ve çevreden kaynaklanan gürültü sınırlayıcı etken olmaktadır.

1950 sonrasının ikinci bir özelliği de bilgisayarlardaki gelişmelerdir. Bilgisayar ve radarların birlikte kullanımından etkili güdümlü füze düzenekleri doğmuştur. Uzay çağının başlamasıyla, uydular izleyebilecek duyarlılıkta radarlar yapılmış, özellikle anten çapları ve verici güçleri oldukça büyümüştür.

ikinci Dünya Savaşı'nın koşullarında gelişmesine, laser ve kızılötesi yöntemlerle birlikte yine de askeri amaçlarla kullanılmasına karşın radar bugün sivil uygulamada da önemli bir araç durumundadır. Deniz ve hava ulaşımında, (ve hatta kara ulaşımında -hız ölçümünde), hava durumunun saptanmasında, gökbilimde yaygın biçimde kullanılmaktadır. Dost - düşman soruşturma düzenekleri de vagon taşımacılığında vagonları, tarımda büyükbaş hayvanları birbirinden ayırmada gitgide önem kazanmaktadır. Sürücüyü gerek duymayan ulaşım araçları yapımı için radarlı ve soruşturma düzenekleri birimlerin tasarımı düzeyinde olduğu da bilinmektedir.

KAYNAKLAR:

1. Friedlander G.D., **World War II. Electronics and the US Navy**, IEEE SPECTRUM, C4 No. 11, Kasım 1967
2. Hava Mareşali Sir Arthur Harris, **Bomber Offensive**, Collins, 1947.
3. Skolnik M.I., **Introduction to Radar Systems**, Mc. Graw Hill Comp., 1962
4. Encyclopedia Britannica, Radar
5. Encyclopedia Americana, Radar