

# Radarla Herşeyi Görebilirsiniz; Ama bu Uçağı Değıl!

Yıllardır sözü edilen "görünmez kılıflı bombardıman uçağı"nın yapımına Amerika'da bugünlerde başlanmak üzeredir. Aşağıdaki yazıda uçağın ne biçimde olacağını ve hava gözetleme sistemlerinin elektronik gözlerinden nasıl sakınacağını açıklıyoruz.

## RADARLAR VE UÇAKLAR

Peter Pletschacher

**B**ugünün ortalama insanı, orta ya da ilk çağda yaşamış atalarından daha az mucize düşkünü değildir. Buna birçok örnek gösterebiliriz. En inandırıcısı; bazı haber ve hikayelerin, ne kadar inanılmaz olursa olsun, halk arasında söylenedurmasıdır. Böyle hallerde akıl ve mantık yaya kalmaktadır. Örneğin Bermuda üçgeni hakkında bir kitap kaleme almış olan yazar Charles Berlitz: bundan yıllarca önce, Birleşik Amerika'da çok gizli bir deney yapılmış olduğunu ve büyük bir geminin malzeme yapısı değiştirilerek tamamen görünmez hale getirildiğini yazmıştı. "Filadelfiya deneyi" nin nasıl yapıldığı sorusuna, tek bir yanıt verebiliriz; Böyle bir deneyi doğrulayacak hiçbir ciddi belge yoktur ve bütün bir gemiyi görünmez yapmaya yarayabilecek herhangi bir bilimsel gözlem, hatta teori henüz elimizde bulunmamaktadır.

Filadelfiya deneyi hikayesinde yine de bir zerre gerçek payı olabilir. Değıl birkaç yıldır, son 20-30 yıldan beri hem doğuda, hem batıdaki silah teknisyenleri, uçakları göze değılse bile, radar'a görünmez kılacak yöntemler üzerinde çalışmaktadır. A.B.D. nin bir önceki başkanı Carter 1980'deki son seçim kampanyasında, "görünmez" bir bombardıman uçağı yapmak üzere olduğunu açıklamış ve o zaman haber bütün dünyada yankılar uyandırmıştı.

Görünmez uçak haberi, milyonlarca gazete okuyucusunu büyüledi. Haberi okuyanlar dünya politikasının ciddi sorunları, silahsızlanma ve askerî strateji pek umurlarında değıldi; onlar daha çok eski masalları düşünüyorlardı.

1982 kışının sonlarına doğru, Jimmy Carter'in sözünü ettiği proje efsane olmaktan çıkmış ve gerçekleşme yoluna girmiştir. Reagan yönetimi, bu görünmez bombardıman uçağının, 1990'lı yılların başında hizmete girecek kadar hızlı

geliştirilebileceğine emindir. Ayrıca, bu sihirli kılıflı bombardıman uçağın objektif biçimde inceleme yeterli bilgi elimize geçmiş bulunmaktadır. Hiç olmazsa, bu uçağın hangi teknikle radar ışınlarına karşı bağışıklık kazanacağını ilke olarak açıklayabiliriz. Aynı zamanda ikinci bir bilmeceyi de çözmemiz mümkündür. Neden ABD 1990'da görünmez kılıflı bir uçağı hizmete sokmayı planlamış olduğu halde hızla, yeni bir bombardıman uçağı olan B-1 lerden 100 kadarının yapımına girişmiştir? Bunun yanıtı şudur: B-1 olsun, görünmez kılıflı uçak olsun; her ikisi de bir tarafın gitgide gelişen radar sistemlerine karşı, diğer tarafın gitgide gelişen radara karşı-savunma usullerinin vardığı birer aşamayı göstermektedir. Bu sessiz mücadele İkinci Dünya Savaşı'nda başlamıştır. İlk olarak o devirde, radar ışınlarıyla bütün hava alanını taramak mümkün olmuştur. Karşı tarafın bölgesini aşan her uçak, otomatik olarak radar'ın görüş alanına giriyor, böylece bombardıman uçaklarının yeri kesinlikle belirlendiğinden karşı-hücum hedef olabiliyorlardı.

Bir süre sonra radar'a bir karşı-çare bulundu: Uçaklardan yere demet demet kalay kağıdı yağdırılıyordu. "Lametta" adı verilen her bir kağıt şerit, radar ışınlarını yakalayıp yere tekrar yansıtıyordu. Bu yüzden gözetleme istasyonlarının radar ekranlarında, sanki kar yağmış gibi ışıklı noktacıklar kaynaşmaya başlıyordu. Acaba bunlardan hangisi gerçek bir uçağı, hangisi kalay kağıdına aitti? Bunu kimse ayırt edemiyordu. Kısacası; radar gereçleri körletilmişlerdi.

Bu nasıl oluyor ve radar'lar nasıl böyle basit usullerle aldatılabilir? Bunu anlayabilmek için radar'ın nasıl işlediğini daha yakından incelememiz gerekir. Her radar gereci, aslında bir çeşit projektördür; ancak göze görünmeyen ışın-



B-52: Radar ışınlarını reflektör gibi yansıtır.



SR-71: Kedi balığı biçimi, radar "eko"sunu zayıflatır.



B-1: Bu gün erişilebilen en iyi anti-radar radar-dan gizlenme) biçimidir.

larla çalışır. UKW (çok kısa dalga) radyo yayınlarında ya da televizyonda kullanılanlara benzeyen, yalnız çok daha yüksek frekanslı, dalgayısıyla daha kısa dalgalı olan elektromagnetik ışınlar; dönebilen ve çoğu zaman çanak biçimindeki parabol antende, tıpkı bir projektörün reflektör aynasındaki gibi ışın demeti haline getirilerek yayınlanır. Radarın görüş alanında bulunan her madeni cisim, bu ışınlardan bir kısmına yakalanır ve görülmez biçimde aydınlanır. Madeni bölümler ayna görevini yapar. Yansıtılmış olan radar ışınları, yerdeki alıcı anten tarafından tekrar yakalanabilirler. Dalga hızları bilindiği için ( bütün elektromanyetik dalgalar

ışık hızıyla hareket eder), dalgaların yayılmasıyla, tekrar yakalanması arasındaki çok küçük zaman farkından, cismin uzaklığı belirlenebilir. Cismin yönü ise az veya çok hızla dönmekte olan antenin, o andaki doğrultusundan anlaşılabilir.

Şimdi radar'ın kalay kağıdı şeritleriyle aldatılmasına geelim: Kalay kağıtları da madeni cisimlerdir. Eğer bir "lametta" şeridinin uzunluğu aşağı yukarı bir radar ışınının dalga boyu (ya da onun yarısı veya iki misli) kadarsa; kalay kağıdı, ışını özellikle şiddetli olarak yansıtır.

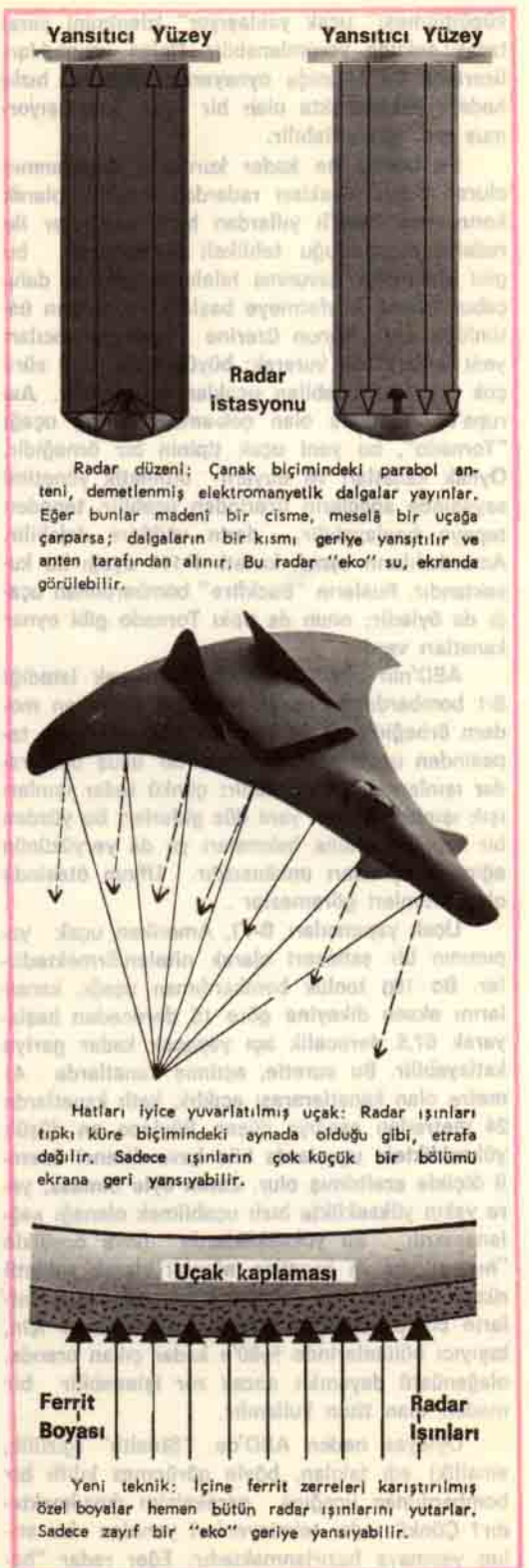
İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra bu alandaki gelişmeler sürüp gitti. Radar teknisyenleri, ka-

lay kağıdı şeritlerini uçaklardan ayıracak usuller bulmaya çalıştılar ve bunu başardılar. Böylece, İkinci Dünya Savaşı'ndakilerden daha "zeki" olan radar gereçleri yapılabilirdi. Bu gereçler yalnızca yansıtılmış dalgaları yakalayıp ekranda göstermekle kalmıyor, ayrıca incelemeyi geçiyordu. Eğer radar ışınları hızla hareket eden bir madeni cisimden yansırırsa, Doppler olayı ortaya çıkar; yani dalga uzunluğu değişir. İşte ayırım yapma olanağı da buradan doğmaktadır. Uçaktan atılan kalay kağıtları gitgide azalan bir hızla yavaş yavaş yere süzülürler; uçak ise hareketini sürdürür. Bundan dolayı yansıttığı ışınların dalga uzunluğu değişir. Bu sayede ikisini birbirinden ayırmak mümkün olur. Uçak ekranda açık seçik görülür, aldatıcı kalay kağıdı şeritleri ise elektronik süzücü tarafından ekrandan silinirler. Şunu eklememiz gerekir; Bu teknik buluştan polis te yararlanmıştır; çünkü otomobillerin hızını aynı ilkeye dayanan bir "Doppler" radarı ile ölçmektedir.

Hamle yapma sırası şimdi karşı tarafa gelmişti. Karşı taraf, doğuda ve batıda uçakları radardan korumakla görevlendirilmiş olan teknisyenlerden oluşuyordu. Bunlar, bir radar gerecini aldatmanın çeşitli hile ve püf noktalarını buldular.

Birinci örnek: Yan ışın demetlerinden yararlanılır. Bilindiği gibi, radar gereci uzaklık arttıkça daha da genişleyen "lobut" biçiminde ışın demetleri yayınlar. Bu demetler; bir ana-demet yanında, ışınlara daha zayıf olan yan-demetlerden meydana gelir. Eğer uçak bir yan-demete yakalanırsa, uçaktaki elektronik savunma gereçleri otomatik olarak işlemeye başlar ve hemen uçağa çarpan ışınların dalga uzunluğunu belirleyerek hiç gecikmeden yere, o dalga uzunluğunda, çok daha güçlü bir yayın gönderirler. Yerdeki gözleyiciler, yan değil ana demete yakalandığını, yani bambaşka bir yönden geldiğini sanacaklardır. Bu hayali yöne fırlatılan bir füze, tabii ki herhangi bir hedefe vuramayacaktır.

İkinci örnek: Uçak ana-demetin alanına girdiği zaman, uçağın elektronik gereçleri, gelen ışınları "geciktirir", örneğin binde bir ile binde üç saniye kadar sonra yere geri yansıtırlar. Bu, aldatıcı bir etki yapar ve yerdeki gözletleyicilere, uçağın aslında olduğundan çok daha yüksekte uçtuğu izlenimini verir. Daha önce sözünü etmiş olduğumuz Doppler olayı da aldatma için kullanılabilir. Eğer gelen ışının dalga uzunluğu biraz değiştirilebilirse, radar gözletleyicileri uçağın yönü konusunda yanıltılabilirler. Örneğin, dalga boyunun büyütülmesi, radar tarafından "uçak uzaklaşıyor", buna karşı dalga boyunun



küçültülmesi" uçak yaklaşıyor" izlenimini yaratacak şekilde yorumlanabilir. Dalga uzunlukları üzerinde bu biçimde oynayarak, aslında hızla hedefe yaklaşmakta olan bir uçak, uzaklaşıyor-muş gibi gösterilebilir.

Bu hileler ne kadar kurnazca tasarlanmış olursa olsun, uçakları radardan devamlı olarak koruyamaz. 1960'lı yıllardan beri, computer ile radarın oluşturduğu tehlikeli kombinezon, bu gibi elektronik savunma hilelerini gitgide daha çabuk olarak keşfetmeye başladı ve radarın üstünlüğü arttı. Bunun üzerine uçak yapımcıları yeni yollara baş vurarak; büyük hızla uzun süre çok alçaktan uçabilen uçaklar tasarladılar. Avrupa'da yapılmış olan çok-amaçlı savaş uçağı "Tornado", bu yeni uçak tipinin bir örneğidir. Oynak kanatları ve duyarlı otomatik yönetimi sayesinde ağaçların üzerinden uçabilir, tepeden tepeye hoplayabilir, derin vâdilere dalabilir. Amerikalıların oynak kanatlı F-111 uçağı bu kuşaktadır. Rusların "Backfire" bombardıman uçağı da öyledir; onun da tıpkı Tornado gibi oynar kanatları vardır.

ABD'nin şimdi yapımına başlamak istediği B-1 bombardıman uçağı, belki bu türün en modern örneğidir. O da Tornado gibi, ağaçların tepesinden uçabilecektir. Böyle bir uçuş onu, radar ışınlarından koruyabilir; çünkü radar ışınları ışık ışınları gibidir, yani düz giderler. Bu yüzden bir tepenin ardına bakmaları ya da yeryüzünün eğimine uymaları imkânsızdır. Ufkun ötesinde olup bitenleri göremezler .

Uçak yapımcıları B-1'i, Amerikan uçak yapımının bir şaheseri olarak nitelendirmektedirler. Bu 180 tonluk bombardıman uçağı, kanatlarını eksen dikeyine göre 15 dereceden başlayarak 67,5 derecelik açı yapacak kadar geriye katlayabilir. Bu suretle, açılmış kanatlarda 41 metre olan kanatlararası açıklık, katlı kanatlarda 24 metreden aşağıya düşer. Böylece en düşük yükseklikteki uçuşlarda bile hava direnci önemli ölçüde azaltılmış olur. Zaten öyle olmasa, yere yakın yükseklikte hızlı uçabilmek olanağı sağlanamazdı. Bu yüksekliklerde hava özellikle "hırçın" dir ve kanatlar, sürekli olarak şiddetli rüzgar darbelerine dayanmak zorundadır. Kanatların böyle basınçlar altında kırılmamaları için, taşıyıcı bölümlerinde %80'e kadar çıkan oranda, olağanüstü dayanıklı ancak zor işlenebilir bir maden olan titan kullanılır.

Öyleyse neden ABD'de, "Stealth" (gizlilik, sinsilik) adı takılan, böyle görünmez kılıflı bir bombardıman uçağına gereksinim duyulmaktadır? Çünkü radar teknisyenleri yeniden bir atılım yapmaya hazırlanmaktadır. Eğer radar "ha-

valanırsa", alçaktan uçan uçakları da keşfedebilir. Amerikalıların AWACS uçakları gibi, Sovyetler Birliği'nin de radarlı uçakları vardır ve bunlar çok yüksekte aşağılara "bakarak" yerde hareket eden her şeyi algırlar. Çok güçlü computer'ler de yansıyan sinyalleri filtreden geçirirler. Eğer sinyal yeryüzünden geliyorsa dik-kate alınmaz. Hareket eden cisimler ise, sinyalin dalga uzunluğunun değişmesinden anlaşılabilir.

O halde, uçakları radardan korumak için yeni yolların araştırılması gerekmektedir. İşte, görünmez kılıflı bombardıman uçağı projesi bundan doğmuştur. Resimlerinden de açıkça görülebileceği gibi; "Stealth" uçağı, şimdiye kadarki uçak tiplerinden, hatta B-1'den çok başka bir görünümüne sahip olacaktır. Yapımcılar son 20-30 yılda mümkün olduğu kadar iyi uçan uçaklar yapmaya yönelmişlerdi. Şimdiyse, kendilerine verilen görev başkadır: Uçak her şeyden önce küçük bir radar profiline sahip olmalıdır.

Daha önce, her uçağın radar ışınlarını yansıtan bir çeşit "ayna" olduğunu söylemiştik. Örneğin 1950'li yılların B-52 dev bombardıman uçakları birer "süper ayna" gibidir. Radar ışınları karşısında "kedi gözü", diğer deyimle, otomobil ya da bisikletlerdeki reflektörler gibi davranırlar. Bilindiği gibi, reflektörler küçük uçgen aynalar biçimindedir ve ışığı tam geldiği yere geri yansıtırlar. Otomobil ya da bisikletlerde istenen amaç ta budur. Ancak askeri uçakların "kedi gözü", radar ışınlarını ne kadar etkili olarak geri yansıtırsa, yerlerini o kadar çabuk belli ederler. Bir uçağın gövdesindeki her keskin sırt, her dik hat, gövde ile kanatlar arasında ya da dikey ve yatay dümen düzenleri arasında olsun her açı, jet motorlarının hava kanalları gibi her çıkıntı, bir "kedi gözü" etkisi yapar.

O halde, uçaklara şimdikinden başka biçimler vermek gerekecektir. Ancak bu gereksinim şimdi ortaya çıkmış değildir. Bugün piyasaya çıkan her uçak bir öncekinden daha küçük bir radar profili göstermektedir. Örneğin B-1 bombardıman uçağı 12 metre karelik bir radar yansıtma alanına sahiptir. (Bu, çeşitli yönlerden yani önden, yandan, yukarıdan ve aşağıdan gözüken ayna alanının bir ortalamasıdır.

Bir karşılaştırma yapalım: Eski B-52 uçağı, yaklaşık 60 metre karelik bir yansıtma alanı gösterir. Oysa, "Stealth" bombardıman uçağı projesinde amaçlanan, uçağın sadece 1 metre karelik yansıtma alanı olmasını sağlamaktır. Bu amca ulaşabilmek için başvurulacak yöntem, bütün şekilleri yuvarlaklaştırmaktır. Dolayısıyla

Stealth uçakları, bildiğimiz uçaklardan çok dev bir kedi balığını andırıcaktır.

Böyle bir biçimin yararlarını bir cep aynasının yardımı ile anlayabiliriz. Ayna güneş ışınlarını gayet iyi biçimde belli bir yöne yansıtabilir. Buna karşılık yansıtıcı bir maden tabakası ile kaplanmış bir küre güneşe tutulursa bambaşka bir olayla karşılaşırız: Güneş ışınları her bir yöne dağılırlar. Bu demektir ki, benzer şekilde olan uçaklara çarpan radar ışınlarından pek azı, tekrar yer istasyonuna geri yansiyabilecektir. Dahası da var: B-1'lerde, hatta F-16 avcı uçağında, artık kanatlar gövdeden dikine çıkmamaktadır. Özellikle SR-71 uçağında, gövdeden kanada geçiş yumuşaktır. Stealth uçağında ayrıca, motor yuvaları gizlenebilecektir. Eğer bunlar gövdenin altı yerine, sırta yerleştirilebilirse, radar ışınlarına yakalanabilecek bir bölümden daha kurtulmak mümkün olur. Pilot kabininde bile değişiklikler yapılabilir: Kabine yukarıdan gelen radar ışınları, camdan geçerek kabin içine ulaşabilmektedir. Bu, kabin camının ince bir altın tabakasıyla kaplanması sayesinde önlenebilir. Bu takdirde pilot rahatlıkla dışarısını görebilir ama, radar ışınları içeriye geçemez.

Şimdi, Stealth uçaklarının en önemli sırrını söyleyelim: Yapılacak en basit iş, uçağa ayrıca radardan gizleyecek bir kılıf geçirmektir. Yapımı tasarlanan da budur. Yıllardan beri, batılı ve doğulu uçak yapımcılarının laboratuvarlarında, radar dalgalarını zayıflatan, hatta yutan özel boya ve tabakalar üzerinde deneyler yapılmaktadır. Plastik veya seramikten yapılmış, madeni olmayan tabakalarda, radar dalgaları tıpkı bir labirentteki gibi dönüp dolanacaklar ve bu arada enerjilerinin büyük bir kısmını kaybedecek ya da bir daha dışarıya çıkma yolunu bulamayacaklardır. Bu olay, bir masa tenisi topunun davranışı ile karşılaştırılabilir: Top, düz ve sert bir yere çarparsa sıçrar; yumuşak bir yastığa düşerse olduğu yerde kalır.

Ne var ki; şimdye kadar yapılan bütün deneyler, radar gereçlerinin çok değişik frekans ve dalga uzunluğu kullanmaları yüzünden başarısız kalmıştır. Yer radarı çoğunlukla saniyede 3-4 milyarlık salınımla çalışır. (Elektromanyetik salınımlarda, ışık hızının frekansa bölümü dalga boyunu vereceğinden, ışınların dalga uzunluğu, örneğin 3 milyarlık bir salınımda 300.000 km/s: 3.000.000.000 eşit 10 cm. dir) Bundan dolayı dalga uzunlukları santimetrelerle ifade edilir. Avcı uçaklarında ve erken uyarı AWACS uçaklarında bulunan gereçler, 18 milyar ya da daha yüksek salınımlı olan ve dalga boyu milimetrelerle ölçülen yayınlar yaparlar. Bir koruyucu tabaka ise

ancak, yaklaşık olarak tabakanın kalınlığına eşit dalga boyu olan ışınları emebilir. Bunun anlamı şudur: Uçağı yer radarına karşı ancak santimetrelerce kalınlığı olan bir tabaka koruyabilir. Böyle bir tabaka, uçağın ağırlığını çok arttıracak ve uçağın madeni gövdesine dayanıklı biçimde kaplanması ise çok zor olacaktır.

Şimdi, yepyeni bir buluş sayesinde uçaklar için koruyucu bir kılıf hazırlamak olanağı doğmuştur. Japon bilginleri, içine mikroskopik küçük ferrit zerrelere karıştırılmış özel bir boya geliştirmişlerdir. Ferritler, demir bileşimleridir ve sürekli mıknatıslar ile alıcı radyo antenlerinin yapımında kullanılırlar. Ferrit boyalarının şaşılacak özellikleri olduğu ileri sürülüyor. Söylenildiğine göre bu boyalar, gigahertz (1 gigahertz = saniyede 1 milyar salınım) alanındaki birkaç santimetrelik dalgaları çok iyi emebilmekte ve hatta milimetrelik dalgalar alanında bile etkili bir koruma sağlayabilmektedir. Gerekli olan boya tabakası kalınlığı sadece, 1 milimetrenin onda biri ile onda üçü kadardır. (Devamı 6'da)



Modelde uçağın iyice yuvarlatılmış biçimi görülüyor. Radar ışınlarını kuvvetle yansıtan köşe ve kenarlardan sakınılmıştır. Jet motorları bir tunelde gizlenmiş ve uçağın radar "gölge"sinde kalan üst bölümüne yerleştirilmiştir.



## GÜNEŞE ÇARPAN KUYRUKLU YILDIZ

ABD, Ordu Deniz Araştırma Laboratuvarı fizikçisi Donald J. Michels, bu fotoğrafların, Güneş'le çarpışan bir kuyruklu yıldız ilk kez belgelediğini sanıyor.

Bir Savunma Bakanlığı uydusu tarafından çekilen fotoğraflar, Güneş'in çevresindeki "Güneş Taç" ile ilgili bilgi toplamak için, henüz analiz edilmiştir.



Birinci fotoğraf, yuvarlak görünümdeki Güneş'e doğru bir kuyruklu yıldızın uzantısını göstermektedir. 13 saat sonra çekilen diğer fotoğrafta ise, uzayın içine 4 milyon mil yayılan bir döküntü halesi görülmektedir. Güneş taçının bu olağan dışı görünümü, yıldızın kuyruğunun, Güneş ışıklarından dolayı aldığı bir görüntü de olabilir, ama Michels, kuyruklu yıldızın yoluna devam edişi ile ilgili bir kayıt olmadığını söylüyor.

SCIENCE 82'den

## RADARLAR VE UÇAKLAR

(Sayfa 5'den devam)

Henüz ferrit boyalarını büyük miktarda üretmek mümkün olamamıştır. Ancak bu, bir zaman meselesidir. Sovyet laboratuvarlarında da bu boyaların geliştirilmesi için yoğun çabalar harcandığı bilinmektedir. Şu var ki, ferrit boyaları da bir uçağı, radar ışınları tarafından tümüyle görünmez hale getiremez. Ferrit antenleri de, gelen ışın enerjisinin en büyük kısmını yutmakla birlikte, geriye yine hafif bir eko (yankı) yollamaktadır. Her şeye karşın, yuvarlak biçim ve

ferrit boyasının yardımı ile radara, sadece 1 metre karelik yansıtma alanı gösterme amacına ulaşmak mümkün görünmektedir. Ancak silâh tekniğinin tarihi; bir tarafın kaydettiği ilerlemenin, öteki tarafın karşı-tehditlerini doğurduğunu göstermiştir. Belki Stealth bombardıman uçağı da, uçağın radara karşı kesin zaferini sağlayamayacaktır. Radara karşı duyarlı olmayan uçakların yarattığı tehdit o kadar büyüktür ki; bütün taraflar, ışınlarından kaçınılamayan bir arayıcı projektör yapmak için ellerinden gelen çabayı harcayacaklardır. İşte o zaman saklambaç oyunu yeniden başlayacaktır.

P.M. Magazin'den çeviren: Dr. Ergin Korur