

Askeri Saklambaç Kamuflej



Radar gözleriyle bakıldığında yer, deniz ve gök koyu renktir. Radarlar bu manzarayı belli aralıklarla parlak ışınlar göndererek tarar. Düşman bölgesindeki bir casus uçağı ya da uzaktaki bir sahile çıkacak özel kuvvetlerden oluşan bir takımı denize indiren fırkateyn için bu ışınlar, ışıltak ışıklarının İkinci Dünya Savaşı'ndaki uçaklar için olduğu kadar tehlike demektir.

Radar ışınları uydulardan, uçaklardan ve yerde konuşlanmış vericilerden gelebilir. Bir anda "dokundukları herşeyi aydınlatırlar." Binalar gibi büyük, düz nesnelere taşıma araçları ve metalden yapılmış hemen herşey radar sinyallerini iyi yansıtır ve bir fener gibi parlar. Ağaçlar, çalılıklar görünür, ancak plastikten yapılmış şeyler genellikle görünmez. İnsanlar parlak kemer tokaları, fermuarları ve gözlük çerçeveleri ile bezenmiş koyu renkli, karanlık figürlerdir.

Radar ışınının bir anlık parlamışına yakalanmak, ölümlerle zar atmak gibidir. Ancak nasıl saklanabilirsiniz ki? Görünür geri planla insanları ve makinaları birbirine katmak için tasarlanmış kamuflejin radar dünyasında hiçbir yararı yoktur. Bu dünyada saklanmak, farklı tekniklerin bir arada kullanımını gerektirir.

Termal görüntülemenin dünyasında görünmezlik daha da zordur. Radarların birkaç santimetre ya da

biraz daha uzun dalgaboyu varken, termal görüntüleme 8 ile 14 mikrometre arasındaki dalgaboylarını kullanır. Spektrumun bu bölgesinde, sıcak insanlar, motorlar ve egzoz gazları parlak olarak ışıldarken, metal nesnelere karanlıktır. Termal görüntüleyicilerden kaçmak, radardan kaçmaktan daha zordur, zira termal kamuflejde çevrenin sıcaklık örüntüsüne uyulması gerekir.

Dahası, endişelenilmesi gereken kısa dalgaboylu kızılaltı ve tabii ki görünür spektrum var. Aşırı duyarlı dinleme cihazlarını ve yavaş yavaş belirmeye başlayan milimetre dalgaboylu görüntülemeyi de eklerseniz, bir savaş alanında saklanmanın ne kadar zor olduğu açık şekilde ortaya çıkar.

Bu kadar çeşitlenmiş casus gözleri yüzünden, kamuflej, gizleme ve aldatma sanatları hiç bu kadar zorlu olmamıştı. Spektrumun her bölgesinde saklanmak yeterince zor değilmiş gibi, günümüz görünmezlik zanaatçıları tüm bu spektrumlarda taşıdıkları malzemeleri de gizlemeliler. İşte bu yüzden askeri bilim adamları yeni malzemeler, aygıtlar ve simülasyonlardan oluşan büyüleyici bir koleksiyonu (tanka benzeyen şişebilir yemler yani aldatmacalar, askerlerin ya da gemilerin içinde gizlenebildiği yapay sisler ve spektrumun herhangi bir bölümünde savaş alanını temsil eden sanal dünya-

lar) sorunu çözme amacıyla bir araya getiriyorlar.

Radar spektrumundaki öldürücü saklambaç oyunu 1960'larda, CIA'nin radardaki yansımaları nedeniyle hedef haline gelen casus uçaklarını korumak istemesiyle tüm şiddeti ile başladı. Uçak kamuflejindeki ilk çabalar, gelen radyo dalgasını aynı frekansta farklı fazda sinyaller yayarak söndürmek yönündeydi. Ancak 1960'ların başında bu aygıtları kullanan U-2'ler Rusya ve Çin üzerinde düşürüldü. Lockheed firmasından uçak tasarımcıları, füzelerin doğrudan farklı fazdaki sinyali hedef aldıkları sonucuna vardılar.

Bugünkü hayalet (stealth) uçaklar ve hayalet gemiler farklı ilkelere dayanıyor. İlk numara, gelen radyo dalgasının radar alıcısına geri yansımalarını durdurmak. Britanyalı bir mühendis olan Brian Spilman bunu karartılmış bir odada klinizde meşale ile durup, aynanın nerede olduğunu bulmaya çalışmanıza benzetiyor. Işık size ancak ışın aynaya dik olarak geliyorsa yansıyacaktır. Bunu durdurmak için, hayalet tasarımların birçoğunda garip açılı düzlemler vardır. Geçtiğimiz yılın başında Spilman'ın başı çektiği bir ekip tarafından tasarlanan Sea Wraith II adlı bir hayalet gemi, Britanyalı gemi üreticisi Vosper Thornycroft tarafından açıklandı.

Yansımaları azaltmanın ikinci bir yolu da, geminin yüzeyindeki dik açıları en aza indirmektir. İki düzlemin dik açısıyla kesiştiği içbükey iki yüzlüler (dihedraller) ve dik üç düzlemin köşede kesiştiği üç yüzlüler (trihedraller), radyo dalgalarını kaynağına geniş bir açı aralığı ile yansıtır. Dik açılardan kaçınma yüzünden Sea Wraith'in ve ABD'nin F-117A hayalet savaş uçağının garip şekilleri ortaya çıkmış.

Gizlenmek için gerekli üçüncü bileşen, radar dalgalarını soğuran bo-



Önde B2 hayalet bombardıman uçağı, arkada F117 hayalet avcı uçakları.

ya. Bu boya, kötü çalışan birçok radyo vericisi gibi davranıyor. Radyo dalgasının hızla değişen elektrik alanı, ince şerit ya da tel şeklinde bir iletkenin içindeki elektronlarda hareket uyandırabilir. İletkenin içinde elektronlar serbestçe akar ve sinyali tekrar yayar. Ancak karbon elyafı gibi zayıf bir iletken malzemenin elektrik direnci, elektronların enerjisini ısıya çevirir. Benzer bir etki ferit olarak bilinen ve radyo dalgasının manyetik bileşenini ısıya çeviren bir manyetik malzemede de olur. Her durumda radyo dalgaları soğurulur.

Radar dalgalarını soğuran boya, hepsi rastgele doğrultulara yönelmiş elyaftan oluşan söndürücü bir kaplamadır. Boya, liflerin uzunluğu bir dalgaboyunun dörtte biri kadar olduğu zaman en iyi sonucu veriyor. Farklı elyaf boyları seçerek, boyayı belli dalgaboylarını soğurmak için ayarlamak mümkün.

Algılama radarın işinin sadece parçası. Aynı zamanda algıladığını tanımlamalı da. Tasarımı ne kadar iyi, boyaması da ne kadar verimli olursa olsun, bir gemi ya da uçak radar alıcısına bir miktar enerji yansıtır. Birçok durumda, bu küçük "imza" bile, askeri bir radar için uçağın ya da geminin tipini belirlemek için yeterlidir.

İşte bu yüzden Sea Wraith küçük bir aldatmaca kullanıyor. Geminin barış zamanlarında yükseltilebilir, dihedral ve trihedral parçalardan oluşan bir direği var. Bunlar radar sinyallerini çok güçlü olarak yansıtıyor ve geminin asıl imzasını maskeliyor. Spilman, "Barış zamanında geminin imzasını belirlemek isteyen kişi, yanlış bir saptama yapmış olacaktır" diyor. Savaş zamanında direk alçaltılıyor ve bu yüzden radar imzası değişiyor.

Sea Wraith spektrumun termal kısmında da gizlenmeyi başarıyor; böylece sıcaklığa yönelen füzelere karşı kendisini savunmuş oluyor. Bir geminin termal imzası genellikle boruları ısıtan egzoz gazlarından kaynaklanır. Sea Wraith bu etkiyi en aza indirmek için, dışarı atmadan önce egzoz gazlarını deniz suyunun içinden geçiriyor. Bu işlem sayesinde egzoz gazları 300°C'den çevre sıcaklığına düşüyor.



F117 hayalet avcı uçağı

Ancak bu önlem bile en son kuşak anti-gemi füzelerini aldatmaya yetmiyor. Bunlar hedeflerini termal video görüntüleri kullanarak belirliyorlar. Füzelerin içinde bulunan bir bilgisayar, görüş açısı değişse bile, belli bir gemi sınıfını tanıyabiliyor. Gemiye böyle bir füzeden korumanın tek yolu, gemiyi tamamen saklamak. Spilman ve ekibi de tam olarak bunu yapıyorlar.

Sea Wraith'ın görünür ve kızılaltı bölgelerdeki algılayıcılardan tüm gemiyi saklayabilen bir pelerin aygıtı var. Gemi havaya atomize su püskürten binlerce ince enjektör ile donanacak. Bunlar sayesinde gemi dev bir su damlacıkları bulutuyla sarmalanacak. Böylece hem kısa, hem uzun dalgaboylu kızılaltı ve görünür ışık soğurulacak, hem de geminin radarı normal olarak çalışmaya devam edecek.

Görünmez olma ile ilgili benzer bir uygulama ABD askeri yönetimi tarafından da isteniyor. Birkaç yıl önce Batılı generaller, gece görüşüne

sahip oldukları için, gece savaşırken belirgin bir avantajlarının olduğuna inanıyorlardı. Bu görüntüleyiciler, spektrumun 0,4 ile 1 mikrometre arası kısa dalgaboylu kızılaltı bölgesinde en yoğun olan yıldız ışığında görebilirler.

Ancak bugün dünyadaki tüm orduların gece görüş olanağı var. Amerikalılara göre bu durum avantajlarını azaltıyor. Onlar da avantajlarını tekrar kazanmak istiyorlar. ABD kızılaltı bölgenin uzun dalgaboyunda çalışan ve geceleri iyi görüntü üreten termal görüntüleme teknolojilerinde hâlâ başı çekiyor. Bu yüzden askeri yöneticiler Savunma İleri Araştırmaları Projeleri Ajansı'ndan (Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA) gece görüşünü engelleyecek, ancak termal görüntüleyicilerin çalışmasına da izin verecek bir yol geliştirmelerini istediler.

DARPA'nın yanıtı, görünür ve kısa dalgaboylu kızılaltı durduran ama uzun dalgaboylarına geçiş yapan sis olan, Magic Vision (büyülü görüş) oldu. Şu anda Magic Vision gelişiminin ilk basamaklarında ve DARPA bu konuyu tartışmaya isteksiz. Ancak önlerinde zorlu bir görev var. Sis, görünür ve kısa dalgaboylu kızılaltı spektrumundaki ışığı soğuracak ya da dağıtacak. Sis jeneratörü hafif olmak zorunda. Bir kişi, 19 litre yakıtla birlikte onu taşıyabilmeli ve jeneratör, sisi küçük bir grup askeri çevreleyecek şekilde kısa sürede üretebilmeli. Sis mümkün olan en uzun süre boyunca havada





ABD'nin Sea Shadow adlı hayalet gemisi.

asıllı kalmalı. Herhalde en zor olanı da, zehir içermeyecek ve çevreye zararlı olmayacak şekilde bir sis elde etmek.

Böyle bir sis korumasının yokluğunda, askeri tasarımcılar kamuflajın daha geleneksel biçimlerine geri dönmek zorunda kalıyorlar. Bunun içinde, spektrumun her bir bölgesinde teçhizatlarının (tank ya da üniforma) nasıl görüldüğünü bilmek zorundalar, ancak bu şekilde ekipmanı, o spektrumdaki çevre ile kaynaştırabilirler. Görüntüler, gündüz ya da gece, yaz ya da kış olduğuna ve teçhizatın kırsal bölgede mi yoksa şehirde mi kullanıldığına göre değişir. Farklı yerlerde farklı teçhizat kullanılması ise hem para, hem de zaman harcamayı gerektiriyor. İşte bu yüzden, Britanya'daki Savunma Giyimi ve Tekstil Ajansı (Defence Clothing and Textile Agency, DCTA) bir başka seçeneğin öncülüğünü yapıyor.

DCTA, Savunma Bakanlığı için eklenebilir (add-on) kamuflaj geliştiriyor. Ürettiği kamuflaj malzemesi tanklardan ve askerlerden, taşınabilir köprüler ve yerdeki uçaklara kadar herşeyi gizlemekte kullanılır. DCTA'da bir matematikçi olan Mark Rodgers, kullanılacağı ortamı simüle ederek, hem görünür, hem termal spektrumda kamuflaj tasarlayacak programlar geliştiriyor. Rodgers, "Yapmak istediğim, arazinin 250 fotoğrafını bilgisayara yükle-

mek ve o arazi için en uygun kamuflajı ortaya çıkarmak." Sadece görünür spektrumda dahi bu kolay bir iş değil. Bir bilgisayar kolaylıkla bir manzaradaki ortalama rengi bulabilir, ancak sabit bir ortalama rengi kullanan kamuflaj hemen belli olacaktır için bunun bir yararı olmaz.

Bunun yerine Rodgers, bilgisayarını verilen bir alanda, belli bir boyutta ne kadar yama olduğunu sayması ve renklerini ölçmesi için programlamış. Bilgisayar ayrıca farklı renklerin birbirinin yanında ne kadar sık ortaya çıktığını da sayıyor; daha sonra bu sayılara uyan bir örüntü üretiyor. Yamaların optimum boyutu, Rodgers'ın hâlâ boğuşmakta olduğu önemli bir sorun.

Termal kısımda işler daha da karmaşık. Görünür kamuflaj renkleri, günün saatinden bağımsız olarak geri planlarındaki renklere benzer görünür. Ancak arazideki nesnelerin sıcaklıkları gün boyunca farklı hızlarda ve sürekli olarak değişir. Herhangi bir zamanda bir arazinin sıcaklığını modellemek, çok sayıda değişikliğe (güneş ışınımının yoğunluğu ve malzemenin ısı kapasitesi, nem ve hava sıcaklığı gibi) bağlı olması nedeniyle çok zor. Yine de Rodgers, hesaplama gücündeki iler-



Ünlü SR-71 casus uçağı.

lemelerin ona yardımcı olacağı konusunda iyimser.

DCTA'nın bilgisayarları aynı zamanda savaş alanını radarın dünyasındaki gibi simüle ediyor. Bundaki amaç, radar operatörlerinin tank bulduklarını sanmalarına yol açacak yemler geliştirmek. Bir tank namlusu taretle birleştiği yerde dik açı oluşturabileceği için, buradan radar dalgası kuvvetlice yansiyabilir. Ayrıca tekerleklerin, aracın kenarı ile buluştuğu yan taraflarından da radar dalgaları yansır. Bu yansıma örüntüsünü taklit edecek yem henüz son halini almamış.

Uçuş halindeki bir uçağın imzasını taklit eden daha gelişmiş radar yemleri ABD Hava Kuvvetleri'nde sınanmaya başlamış bile. MALD kod adlı, bir çay fincanı boyutuna küçültülmüş jet motoru, çok daha büyük uçakların radar sinyallerini taklit edebilen aerodinamik yüzeylerle donatılabiliyor. MALD'ların üretilmesindeki düşünce, bunların düşman bölgesine hayalet uçaklarca taşınıp bırakılması ve bir arada 30 dakika kadar uçmaları. Bu yalancı filonun birden tepelerinde ortaya çıkışı, düşmanlarını yok etmek için programlanmış anti-uçak radar sistemlerini devreye sokmaya zorlayacak. Her bir MALD 30 000 ABD dolarından daha az tutuyor ve rahatlıkla gözden çıkarılabilir.

Elbette çağdaş kamuflaj sistemleri iyileştikçe elbette bunları görmek için kullanılan algılayıcılar da gelişiyor. Yakın gelecekte bilgisayarlar, gizlenmiş araç ya da askerlere dair anlamlı bir işaret bulabilmek için savaş alanını spektrumun her bölgesinde sürekli taramaya başlayacak.

Amerika'nın hayalet uçakları dahi bu kedi-fare oyunundan kaçamıyor. Milimetre dalgalarının dünyasında, radar dalgalarını soğuran boyaları olsun olmasın, uçaklar belirgin bir şekilde ortaya çıkıyor. Milimetre dalga kameraları şu anda çok geniş bir kullanıma sahip değil. Ancak Spilman ve Howard gibi bilim adamları yarının teknolojilerini bulmak için yarışıyorlar. Pek çok hayat, onların başarısına bağlı olabilir.

New Scientist, 6 Aralık 1997
Çeviri: Murat Maga

Hayal değil gerçek!

NOKIA 6110

Cep telefonundan beklediğiniz herşey fazlasıyla onda!

Nokia 6110, bugüne dek üretilmiş cep telefonlarından çok farklı. Cep telefonundan bekleyebileceğiniz tüm özellikler onda toplandı. Artık cep telefonunda yepyeni bir çağ başlıyor. Nokia 6110 Çağı. Bu çağı bir an önce yakalayın.



- + 3-12 Gün Bekleme Süresi
- + 3-5 Saat Konuşma Süresi
- + Saat / Alarm
- + Takvim / Ajanda
- + Hesap Makinesi
- + Bilgisayar Oyunları
- + Telefonda Telefona, Telefonda Bilgisayara, Telefonda Yazıcıya, Kablosuz - Kızılötesi İletişim
- + Kişisel / Sosyal Arama Tercihleri
- + Optimal Ağırlık / Ergonomik Dizayn
- + Yüksek Ses Kalitesi
- + 5 Satır Grafik Ekran
- + Tanımlayıcı Ekran Grafikleri
- + İşığa Göre Değişken Renkler



NOKIA
CONNECTING PEOPLE
"Konuşturur"

BAŞARI ELEKTRONİK®

Size en yakın Nokia yetkili satıcısını öğrenmek için lütfen bu numaraları arayınız.

Ankara (0312) 384 20 00 • İstanbul (0216) 416 01 50 - (0212) 259 08 02 / 03 • İzmir (0232) 483 40 40

• Adana (0322) 457 59 00 • Bursa (0224) 271 82 66 Türkiye tek yetkili distribütörü Başarı Elektronik'tir. <http://www.basari.com.tr/> / www.nokia.com.