

Engel Arkası Görüntüleme Radar Sistemleri



Birçok insanın bilim kurgu ve fantastik filmlerde gördüğü “bir şeylerin arkasındakileri görebilme” fikri hep cezbedici bir konuydu. Güvenlik amaçlı objelerin içinin görülmesi yeni bir konu olmasa da savunma sanayii ve sivil kullanımda duvarların da arkasının izlenebildiği yeni sistemler heyecan yaratıyor.

İnsanların varlığını uzaktan ve bariyerlerin arkasından fark edilmeden tespit etmek ve izlemek için kullanılabilir teknoloji kolluk kuvvetleri, askeriye ve sağlık izleme uygulamaları için güçlü bir araç olabilir. Bu amaçla ultra geniş bantlı radar, gerçek zamanlı nesne görüntüleme sistemleri için umut vad ediyor. Kompakt Doppler radar çözümleri gibi benzer teknolojiler de sağlık alanında kardiyopulmoner aktivitenin invaziv olmayan tespitini ve izlenmesini sağlama potansiyelini ortaya koyuyor. Bu teknolojiler duvarların ve diğer engellerin içinden geçerek çalışıyor, hatta birden fazla insanı uzak bir konumdan tespit etmek ve fizyolojik olarak izlemek için ortamdaki radyo sinyallerinin varlığından bile yararlanabiliyor¹.

Engellerin arkasını görmek için kullanılan teknolojiler afetlerde de hayat kurtarma rolü oynayabiliyor. Depremlerde enkaz altında kalanların veya toprak kayması ile çıkış gibi afetlerde mahsur kalanların tespitinde avantaj sunan gelişmiş radar sistemleri önemli bir teknolojik gelişimi insanların kullanımına sunuyor².

Duvarların arkasında ne olduğunu tespit etmek için radyo dalgalarını kullanma fikri gelişmiş radar ekipmanları ve pahalı antenlerin de yardımıyla daha önce de düşünülmüştü. Ancak evlerdeki Wi-Fi yerel alan ağı oluşturmak için kullandığınız ekipmanlardan çok da farklı olmayan ekipmanların da kullanılarak daha ekonomik ve pratik çözümlerin elde edilme olasılığı heyecan veriyor³.

Engel Arkası Görüntüleme Radar Sistemleri Nasıl Çalışır?

Duvar Arkası Radar (Through-wall Radar -TWR), statik veya hareketli hedeflerin, özellikle de katı bariyerlerin veya duvarların arkasındaki insanların tespiti ve konumu için kullanılan taşınabilir el tipi radarları tanımlıyor. Bu teknoloji canlı ve cansız objelerin duvar üzerinden tespit edilmesini gerektiren savunma ve ulusal güvenlik uygulamaları için en uygun ekipmanlardan biri olarak düşünülüyor.

Taşınabilir bir el radarı olan TWR, tüm iletişim bağlantılarının kapalı olduğu bir binada rehinelere yerini tespit etmek için mükemmel bir çözüm sunuyor. Askeri operasyonlarda ise askeri personel veya kurtarma operatörleri

1 <https://ieeexplore.ieee.org/document/4263932>

2 <https://thinktech.stm.com.tr/tr/kahramanmaras-merkezli-depremler-odaginda-dogal-afetlerde-teknoloji-kullanimi>

3 <https://spectrum.ieee.org/household-radar-can-see-through-walls-and-knows-how-youre-feeling>

açısından düşmanların veya rehinelere yerini tespit etmek için önemli bir zaman avantajı sunuyor. Duvar İçi Radar teknolojisi önemli durumsal farkındalık sağlayarak askeri personel veya kurtarma ekiplerinin operasyonel yeteneklerini geliştiriyor ve bir yapı içindeki bireylerin ve silah gibi potansiyel olarak gizlenmiş nesnelerin varlığının tespit edilmesine yardımcı oluyor⁴.

Engel arkası veya daha yaygın adıyla Duvar Arkası Radar Görüntüleme (Through-wall Radar Imaging -TWRI) teknolojisi, kapalı yapıların içlerinin yüksek kaliteli görüntülerini sağlamak için uygulanabilir bir teknoloji olarak biliniyor. TWRI, binanın duvar malzemelerine nüfuz etmek için S bandının altındaki elektromanyetik dalgalardan yararlanıyor. İç mekân alanın görüntüsü yapı etrafına yerleştirilen her bir antenden faydalanarak ve alıcı antenlerden gelen veriler kullanılarak yeniden oluşturulabiliyor⁵.

TWRI teknolojisi çok sayıda sivil ve askeri uygulamada kullanılabilmesi nedeniyle çeşitli sektörlerde büyük ilgi görüyor. Duvar arkası radar, duvarlarla çevrili odaların içinde bulunan nesnelere hedef alıyor. Bu teknoloji Çok Yollu Geri Dönüş Sinyallerinin (Multi-Path Returned Signals) ve Doğrudan Geri Dönüş Sinyalinin (Direct Returned Signal) üst üste binmesiyle çalışan bir yöntem olarak öne çıkıyor. Geleneksel dar bant radar sistemlerinde geri dönen sinyalleri, zayıf menzil ve gecikmeli zaman nedeniyle gerçek hedefin sinyallerinden ayırmak zordur. Alternatif olarak ultra geniş bantlı (Ultra-Wide Band -UWB) duvar içi radar sistemleri doğrudan ve çok yönlü geri dönen sinyali ayırtmak için yeterli aralık çözünürlüğü sağlayabilir⁶.

STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.'nin (STM) geliştirdiği Duvar Arkası Radar (DAR), Ultra Geniş Bant (UGB) sinyalleri aracılığıyla kapalı alanların içerisinde bulunan sabit veya hareketli hedef konum bilgilerini iki boyutlu olarak elde etmek için kullanılan bir sistem olarak geliştirildi. DAR sistemi elde kullanılabilir şekilde tasarlanmış olup tripod ve benzeri araçlar yardımıyla hedef bölgeye yerleştirilerek tablet ile uzaktan kumanda edilebilir özelliğine de sahip ve savunma sanayiinde büyük avantajlar sunan bir teknoloji. DAR; rehine kurtarma, terörle mücadele ve iç güvenlik operasyonları gibi askeri senaryolarda görev yapabiliyor. DAR ayrıca deprem, çığ, yangın gibi çeşitli afetler sonrasında arama kurtarma faaliyetleri, insan ticareti ve göçmen kaçakçılığı ile mücadele gibi sivil amaçlar için de kullanılabilir⁷.

Duvar arkası hedeflerin tespiti için kullanılan bir diğer yöntem de Wi-Fi antenleri gibi basit ekipmanların kullanıldığı bir düzenekten oluşuyor. İnsanlar bu gibi sistemlerde genellikle radar ekipmanının kısa bir radyo darbesi yaydığını ve ardından geri gelen yansımalarındaki gecikmenin ölçüldüğünü düşünür. Bu uygulanabilir bir yöntem olarak bilinir. Ancak teknik olarak bunu yapmak zordur. Araştırmacılar, iletilen ve yansıyan dalgaların frekansını karşılaştırarak mesafeyi ölçen, Frekans Modülasyonlu Sürekli Dalga (Frequency-Modulated, Continuous Wave -FMCW) radarı adı verilen daha kolay bir yöntemle zorlukları aşmayı planlıyor. Araştırılan sistem yaklaşık 5 ila 7 gigahertz arasında çalışıyor. Bu sistemde Wi-Fi gücünün yalnızca yüzde 0,1'i kadar olan sinyaller iletiliyor ve birkaç santimetre içindeki bir nesneye olan mesafe belirlenebiliyor.

Bir verici anten ve farklı konumlara monte edilmiş birden fazla alıcı anten kullanılarak her bir verici-alıcı anten çifti için radyo yansımalarının ölçülmesine olanak sağlanıyor. Bu ölçümler bir radyo sinyalinin vericiden ayrılması, yan odadaki kişiye ulaşması ve alıcıya geri yansımaları için geçen süreyi gösteriyor. Bu çok kısa zaman aralığını ışık hızıyla çarpıp, sinyalin vericiden kişiye ve alıcıya kadar katettiği mesafeyi veriyor. Ortaokullarda verilen geometri dersinden hatırlanabileceği gibi bu mesafe bir elipsi tanımlıyor ve iki anten elipsin iki odağında yer alıyor. Yan odada yansımayı oluşturan kişinin ise bu elipsin üzerinde bir yerde bulunması gerekiyor³.

4 https://www.mistralsolutions.com/defence_products/through-wall-radar/

5 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B978012396500400017X>

6 <https://asp-eurasipjournals.springeropen.com/articles/10.1186/s13634-020-0660-2>

7 <https://www.stm.com.tr/tr/cozumlerimiz/komuta-kontrol/dar>

Engel Arkası Görüntüleme Radar Sistemleri Örnekleri ve Ekipmanları

Engel arkası görüntüleme teknolojisini kullanan radar sistemi dört bölümden oluşabiliyor. Bunlar donanım, anten dizisi, görüntüleme algoritması ile veri toplama ve Grafik Kullanıcı Ara Yüzünden (Graphical User Interface -GUI) oluşuyor. Bu sistemin çekirdeği menzil kapılı bir FMCW radarından oluşuyor. Doğrusal Frekans Modülasyonlu (Linear Frequency-Modulated -LFM) iletim yapan cihaz yüzde 50 görev döngüsünde 1 W tepe iletim gücüyle 1 ms'de 2-4 GHz arasında ses dalgası çıkarıyor. Bu radar hedefleri Aralık Geçiş Algoritması (Range Migration Algorithm -RMA) kullanarak çözüyor. Veri Toplama (Data Acquisition -DAQ) sistemi, radardan veri alarak işlenmiş verileri görüntüleyen ve gerçek zamanlı radar görüntüleme kare hızlarını kolaylaştırmak için veri işleme algoritmalarını destekleyen bir GUI aracılığıyla sistem kontrolü sağlıyor. Radar sistemi bu işlemlerle engel arkası obje veya hedef konumu hakkında fikir edinilmesini sağlıyor⁸.

Hindistan ve ABD merkezli Mistral şirketinin geliştirdiği elde taşınabilir radar ise L ve S bandında çalışan radyo frekans alt sistemi, sinyal ve görüntü işlemcisi, radar kontrol cihazı, Ekran/İnsan Makine Arayüzü (Human Machine Interface -HMI), kablosuz video verici ve geniş bant verici ile alma antenlerinden oluşuyor. Cihaz, Kademeli Frekanslı Sürekli Dalga (Stepped Frequency Continuous Wave -SFCW) radar mimarisini kullanıyor. Cihaz ayrıca HMI ve 2D yüksek çözünürlüklü bir ekran içeriyor. HMI'da güç açma/kapama, aralık seçimi, çalışma modu seçimi, kablosuz iletim, sistem sıfırlama ve oynatma için birden fazla fiziksel düğme bulunuyor⁴.


Türkiye'de STM tarafından geliştirilen DAR'ın teknik özellikleri de dikkat çekiyor. Bu sistem elde kullanılabilecek şekilde tasarlanmış olsa da tripod ve benzeri araçlar yardımıyla ilgili hedef bölgeye yerleştirilerek tablet aracılığıyla uzaktan kumanda edilebilme özelliğine de sahip. 6,5 kg ağırlığında olan cihaz 22 metre menzile sahip ve 4 saat aralıksız çalışabiliyor⁷. DAR kompakt yapısı sayesinde başka ek bir modüle ihtiyaç duymadan çalışabiliyor⁹.

Geçen yıl yaşanan Maraş merkezli büyük deprem sonrası göçük altında kalan 50'den fazla vatandaşın kurtarılmasında etkin rol oynayan DAR'ın yakın zamanda Denizli İtfaiyesi tarafından da envantere alındığı ve arama kurtarma operasyonlarında kullanılacağı biliniyor¹⁰.

TÜBİTAK'ın geliştirdiği ve Milimetre Dalga ve Terahertz Teknolojileri Araştırma Laboratuvarı (MİLTAL) tasarımı olan duvar arkası görüntüleme sistemi de 30 cm'ye kadar kalınlıkta duvarlarda 10-15 metre arası bir menzille çalışabiliyor¹¹.

Türkiye merkezli bir firma olan Kayacı Savunma'nın geliştirdiği DAGR-1412 de duvar arkası görüntüleme sistemi olarak savunma sanayiinde kullanım alanı buluyor. Toplam ağırlığı 8 kg'dan az olan DAGR-1412, 14'' geniş ekranı ile dikkat çekiyor¹².

Engel veya duvar arkası sistemler, askeri operasyonlarda personel güvenliğinde önemli bir rol oynama potansiyeli gösteriyor. Benzer şekilde arama kurtarma operasyonları ile sağlık uygulamalarında da kullanım imkânı olan bu teknoloji birçok endüstride çok büyük avantajlar vadediyor.

Bu yeni teknolojide Türkiye'nin önde gelen savunma şirketleri uluslararası alanda dikkat çekiyor. Gelişen yeni teknolojilerin de katılmasıyla daha taşınabilir hâle gelen engel veya duvar arkası izleme radar sistemleri operasyonel düzlemde büyük fark yaratacağa benziyor. 

8 https://www.ll.mit.edu/sites/default/files/page/doc/2018-05/19_1_4_Peabody.pdf

9 <https://www.defenceturkey.com/en/content/stm-debuts-the-through-wall-radar-technology-2272>

10 <https://www.gazeteduvar.com.tr/denizli-belediyesi-itfaiyesi-duvar-arkasi-radar-sistemini-kullanacak-haber-1676783>

11 <https://www.milliasavunma.com/tubitak-miltar-duvar-arkasi-goruntuleme-sistemi/>

12 <https://www.kayacisavunma.com/tr/radar-donanimlari/13/dagr-1412-duvar-arkasi-radar-goruntuleme-sistemi>