

Gizli Teknoloji nedir?

Stealth teknolojisi; özel amaçlı radar emici malzemeler kullanılarak RF radyasyonunu/dalga yansımalarını minimize etmeyi sağlayarak hava unsurlarının ya da diğer araçların radar izlerini büyük miktarda azaltan bir teknolojidir.

Hava savunma radarının çalışma prensibi

Hava savunma radarının çalışma prensibi; temelde elektromanyetik dalgaların hedef unsura gönderilmesi/yöneltilmesi ve yansıyan dalgaların hava savunma sisteminde (radar) toplanılması/değerlendirilmesi üzerinedir. Radar antenleri radyo frekansları gönderir ve frekanslar herhangi bir unsurla karşılaştığında geri yansır. Sonrasında radar antenleri bu yansıma ve varış sürelerini hesaplayarak hava yada diğer unsurların ne kadar uzakta olduğu hakkında bilgi verir. Uçakların metal gövdesi radar sinyallerini çok iyi seviyede yansıtır. Bu durum uçakların hava radarlarına kolaylıkla yakalanmasına/yüksek izde görünüme (Yüksek *RCS değeri) neden olur. Ancak bu dalgaları geri yansıtmak yerine farklı açılarda farklı konumlara yansıtması, absorblaması ya da karıştırması (jamming) durumunda radar izi (radar signature) minimize edilir.

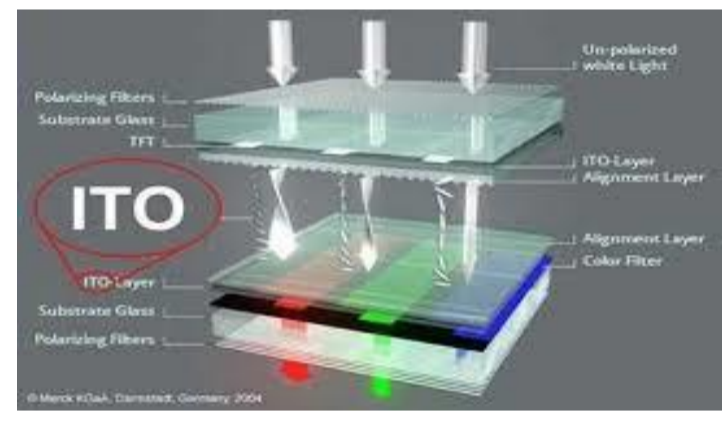
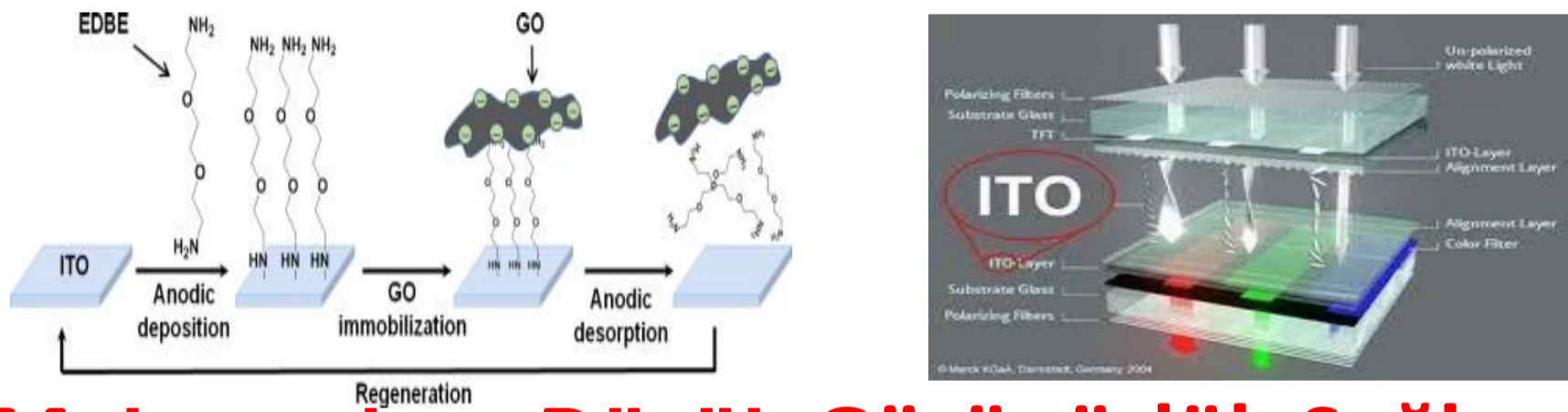
Radar Absorblayıcı Malzemeler

Radar absorblayıcı malzeme (RAM) tasarımında manyetik ve elektrik alanlarının (yayılm yoluyla) ısıya dönüşmesi ilkesi göz önünde bulundurulur.

Temel Prensibi

Radar izlerinin minimize edilmesi radikal dizayn özellikleri ve bazı metalik olmayan malzemelerin/nano malzemelerin kullanımı ile mümkün olmaktadır. Örneğin uçak kanopilerinde kullanılan birkaç nanometre büyüklüğündeki altın veya indiyum kalay oksit içerikli kaplamalar ile gelen elektromanyetik dalgalar farklı açılara yansıtılmaktadır.

Yüksek iletkenlik ve düşük enerji kapasitesi gösteren malzemeler (örn: metaller) yüksek dielektrik (enerji depolama kapasitesi) kayıp yaşarlar. Bu durumda malzeme içerisinde elektromanyetik dalganın penetrasyon derinliği minimal seviyede olup malzeme yansıtıcı gibi davranır.

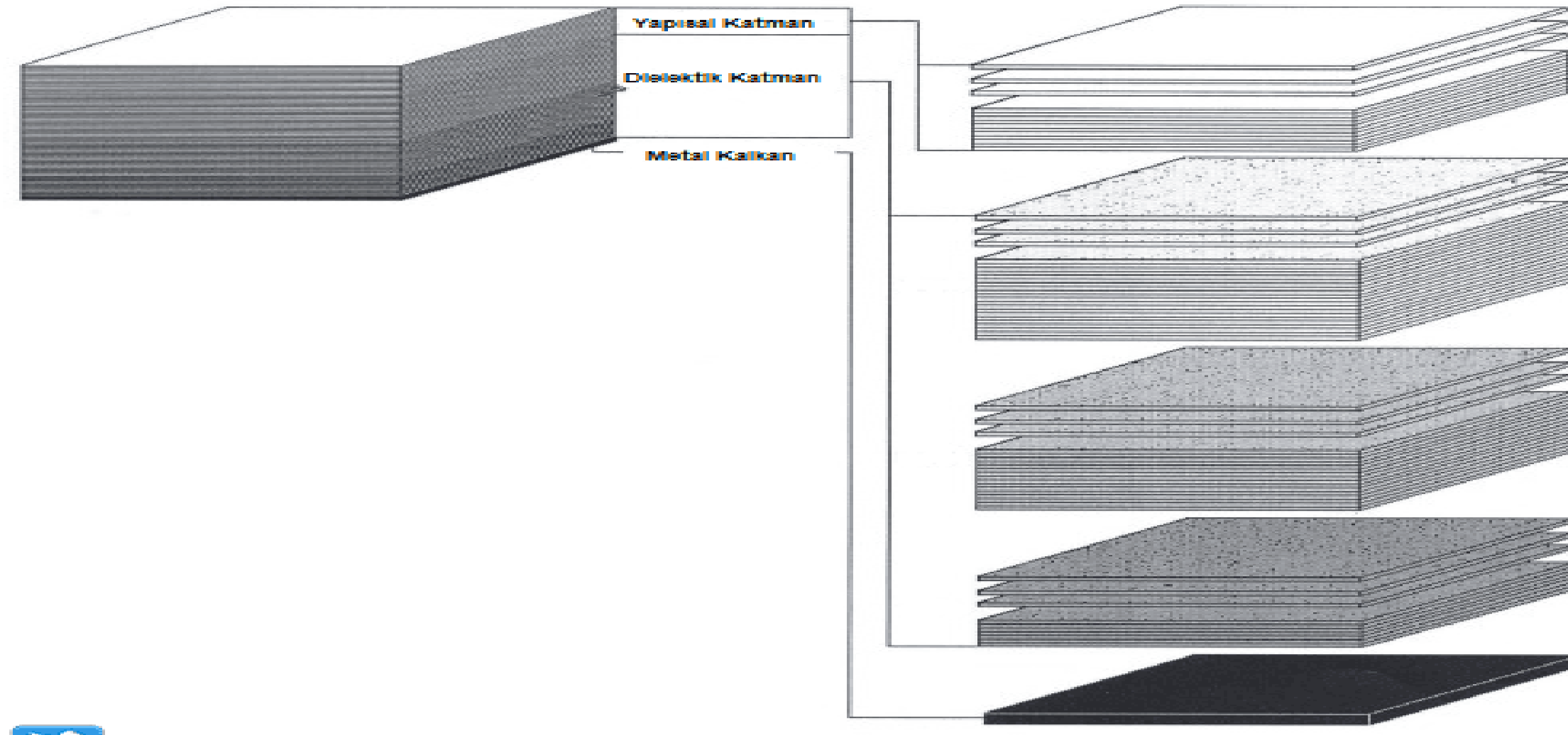
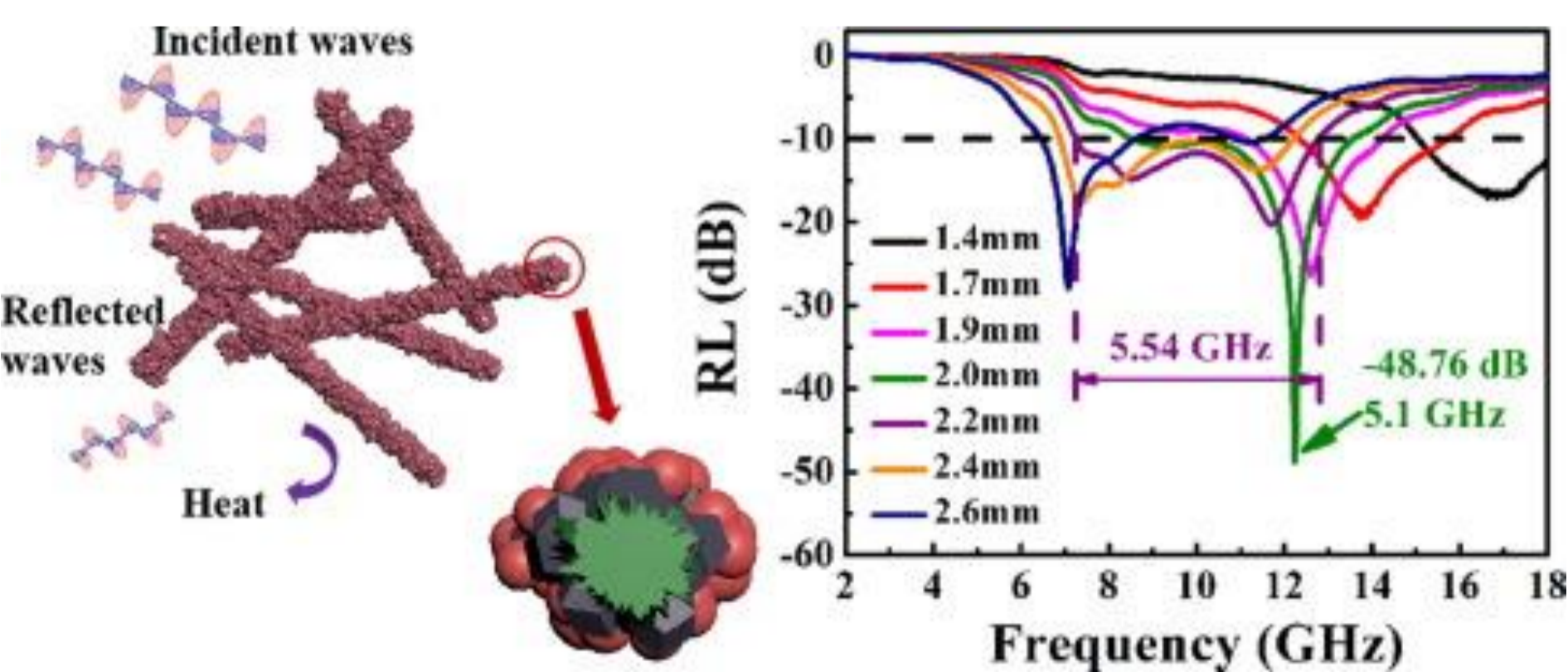


Malzemelere Düşük Görünürlük Sağlama Amaçlı Uygulamalar

- Karbon, metal, cam elyaftan yapılmış iletken fiberler
- Kaplama yapılmış iletken malzemeler (renkli kum görünümünde)
- İletken boya veya mürekkep içeren spreyleyler
- Boyanmış veya emici mürekkep/boya nüfuz ettirilmiş küçük hücreler içeren köpükler
- İnce tanecikli ferromanyetik veya ferritik partikül içeren manyetik radar absorblayıcı malzemeler

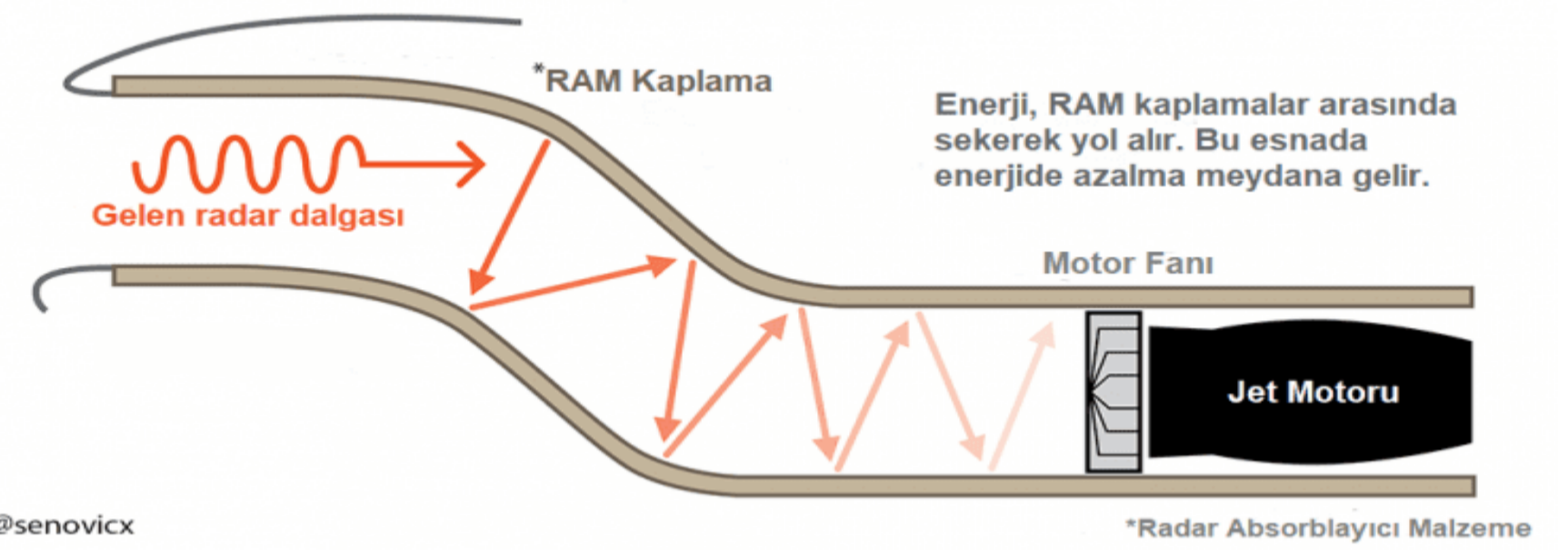
Ni-Co Manyetik Malzemelere Dayalı Radar Emici Malzemeler

Yapılan çalışmalarda Polimerik Poliakrilonitril (PAN) kumaşların manyetik metal nano partiküller için koruyucu ve emici uygulamalar için bir konakçı matris olarak kullanımı uygun görülmüştür ve bu teknolojiye kullanılması onaylanmıştır.



@senovicx

Yukarıdaki görselden görüldüğü üzere radar absorblayıcı malzeme; dış katman, dielektrik katman ve metal kalkan olmak üzere üç ana kısımdan meydana gelmiştir. Dielektrik katman (yalıtken katman); cam elyaftan yapılmış olup, cam elyaf içerisinde emici dolgu malzemesi olarak karbonize elyaf barındırır. Malzemenin enerji depolayabilme kapasitesi dış katmandan (yapısal katman) metal kalkana doğru artış gösterir. Dielektrik katman en az iki dizi yapısal tek katman cam elyaf ve farklı içerikte emici dolgu malzemesi barındırır. Ayrıca petekli malzemeler (honeycomb) uçak kontrol yüzeylerinde enerji sönmüleyici özellikleri dolayısıyla sıklıkla kullanılan bir malzemedir.



@senovicx

Radar absorpsiyon malzemelerinin emici özellikleri, yapısında barındırdığı ferromanyetik malzemelerden gelmektedir. Karbon, polipirol-polimer kompozitler ve polianilin RAM olarak kullanılan bazı bileşiklerdir.

İyi Bir Absorblayıcı Madde Nasıl Olmalı?

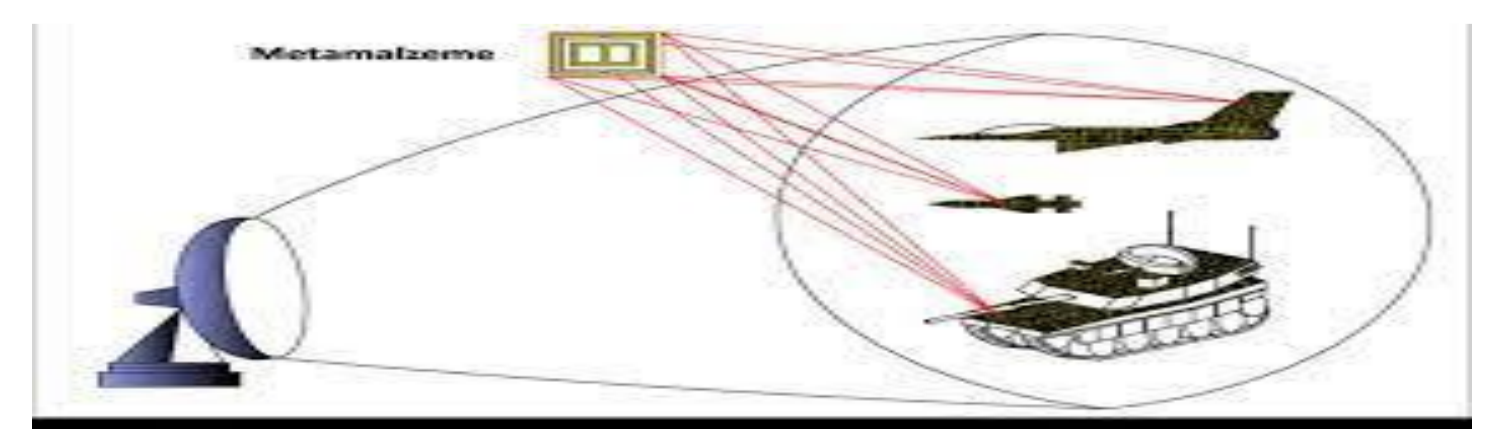
- İyi bir radar absorblayıcı malzeme aşağıdaki özellikleri taşımalıdır:
- Geniş bir frekans aralığında yüksek absorpsiyon özelliği göstermek
- İnce ve hafif olmak
- Basit kaplama katman yapısı (Acil durumlarda hızlı aksiyon almada öneme sahip)

Radar Soğurucu Malzemelerin Bor Kullanılarak Sentezlenmesi ve Karakterizasyonu

Üretilen malzemelerin ince, hafif ve soğurma kapasitesi yüksek olması hedeflenmiştir. Proje süresince, manyetik ve dielektrik nano/mikronaltı tanecikli yapılar sentezlenerek kompozit malzemeler oluşturulacaktır. Bu malzemeler, farklı tanecik boyutlarında, farklı kalınlıklarda, farklı manyetik/dielektrik oranlarında hazırlanarak mikrodalga özelliklerinin nasıl etkilendiği araştırılacaktır. Ayrıca bu kompozit malzemelerin üzeri iletken polimerle ile kaplanmak suretiyle mikrodalga soğurma özelliğinin değişimi incelenecektir. Projenin hedefi nihai ürün geliştirmeye yönelik olup, hem endüstriyel hem de askeri amaçlı Mikrodalga soğurucu malzemeleri elde etmek ve bu malzemelerin sentez koşullarını toplu üretim (mass production) amaçlı optimize etmektir.

Metamalzemeler

Metamalzemeler, bilinen doğal malzemelerin aksine farklı elektromanyetik özellikler gösteren yapay malzemelerdir. Son yıllarda keşfedilen özelliklerinden bir tanesi de gelen elektromanyetik dalgaya karşı mükemmel emilim göstermeleridir. Bu özellikleri sayesinde uzaktan algılama sistemlerine karşı mikrodalga bandından optik banda kadar görünmezlik uygulamalarında kullanılabilecekleri değerlendirilmektedir. Buna göre bir platformun metalmalzeme ile kaplanması, o platformun radarda görünürlüğünü temsil eden radar kesit alanı (RKA) değerini azaltabilecektir.



KAYNAKÇA

1. Unver İ. Kavas H. Aktas B. Knitted radar absorbing materials (RAM) based on nickel-cobalt magnetic materials <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2015.12.056>
2. Akman E. Investigation of physical, mechanical and radio frequency absorption properties of Ag and Co nanoparticles doped the polyvinyl butyral nanocomposites 2019, 124 pages
3. Ozden K. Ozer A. Kocer H. Metalmalzeme tabanlı geniş bant ışın emici yapılar kullanılarak radar kesit alanının azaltılması 10.17341/gazimmfd.278466
4. <https://malzemebilimi.net/stealth-teknolojisi-ve-radar-absorblayici-malzemeler.html> (10.06.2023)