



HAVACILIK VE UZAY YAPILARINDA MANTAR KOMPOZİTLER VE ECOCORK PROJESİ

Doç. Dr. Selim Gürgen
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Uçak Mühendisliği Bölümü
sgurgen@ogu.edu.tr

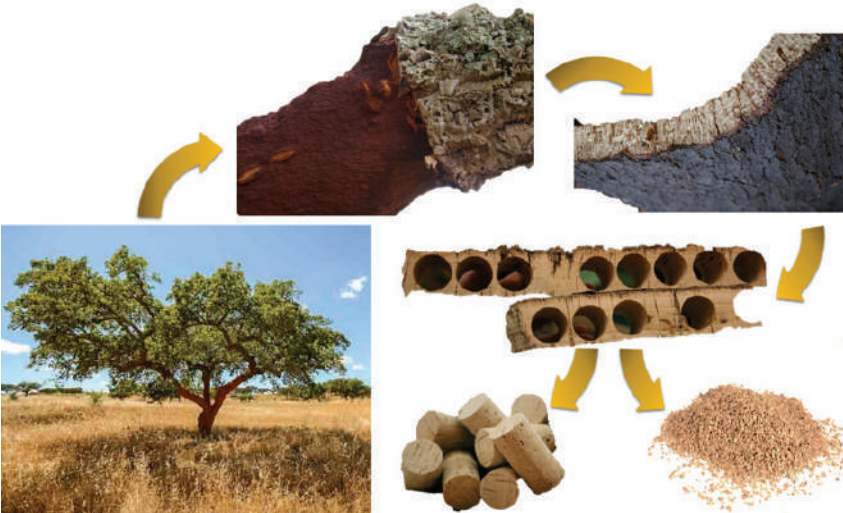
Kompozitler iki veya daha fazla malzemenin bir araya getirilmesiyle elde edilen ve hedeflenen bazı malzeme özelliklerinin ön plana çıkarıldığı karma malzemelerdir. Kompozitlerin öne çıkan en temel avantajı, yüksek özgül dayanım yani dayanım/yoğunluk oranıdır. Buna ek olarak, korozyon direnci, ısı yalıtım, yorulma ömrü ve aşınma direnci gibi malzeme özellikleri de uygulama alanına özgü olarak iyileştirilebilen parametreler arasındadır. Günümüzde her sektörde sıklıkla kullanılan kompozit malzemeler, özellikle havacılık ve uzay uygulamalarına hızla adapte edilmektedir. Kompozitlerin bu sektördeki geçmişi 1930'lu yıllara uzanmaktadır. Fenolik reçine içine ahşap kirşer yerleştirilerek 140°C'de kalıplanan

kompozit plakalar, hafif ve yüksek mukavemetli uçak yapısal parçaları olarak kullanılmıştır. Duramold olarak bilinen bu yöntem, alüminyumdan yaklaşık olarak %80 daha dayanımlı kompozitlerin üretilmesini sağlamıştır [1]. Özellikle alüminyum ve çelik gibi hammaddelerin temininde büyük sıkıntılar yaşandığı İkinci Dünya Savaşı yıllarında bu kompozitler, savaş içindeki ülkelerin hava güçleri için etkin bir kaynak olmuştur. Ahşap gibi doğal ürünlerin ardından cam elyaf takviyeli polimerlerin uçak yapılarında ilk kullanımı, 1940'lı yıllarda gündeme gelmiştir. O yıllarda henüz keşfedilme aşamasında olan cam elyaf takviyeli kompozitler, 1960'larda hızla yaygınlaşmıştır. Cam elyafıyla beraber karbon elyafın polyster ve epoksi reçinelere

takviye edilmesiyle, günümüz havacılık ve uzay sektöründe sıklıkla kullanılan ileri kompozit malzemelerin temelleri atılmıştır.

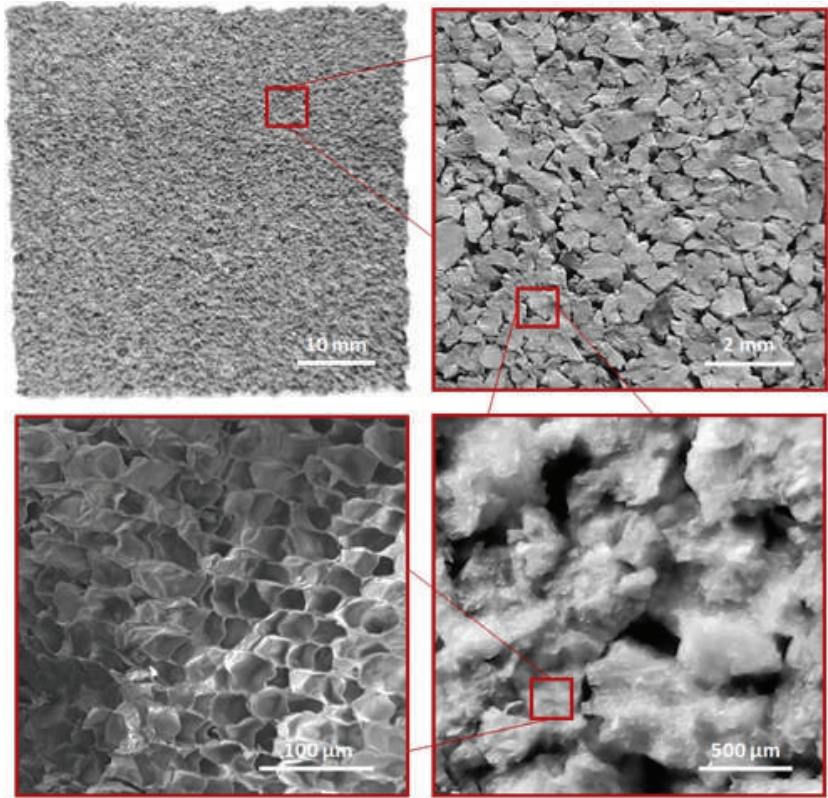
Dayanımın ön planda olduğu yapısal uygulamalarda elyaf takviyeli kompozitlerden yararlanılmakla birlikte kompozitlerden beklenen ikincil özelliklerden bazıları ısı ve titreşim yalıtımıdır. Hava, iyi bir yalıtım malzemesi olarak bilinmektedir. Dolayısıyla yalıtım malzemelerine havayı dâhil etmek, sistemin verimini arttırırken ağırlık açısından da avantajlar sunmaktadır. Bu amaçla, köpük ve sünger gibi gözenekli yapıların yalıtım açısından düşünülmesi, içlerinde havanın hapsedilmesi sayesinde verimli yalıtıcı sistemlerin tasarlanmasını sağlamaktadır. Isı ve titreşim yalıtımında birçok farklı sentetik malzeme, gözenekli yapıda üretilerek piyasada kullanılmaktadır. Ancak sentetik ürünlerin çevre ve insan sağlığına tehdit oluşturduğu da bir gerçektir. Son yıllarda gelişen çevre bilinci sayesinde önemi fark edilen mantar, sentetik yalıtım malzemelerine alternatif bir doğal malzemedir.

Mantar meşesi (*Quercus Suber L.*), Portekiz ve İspanya başta olmak üzere Akdeniz ülkelerinde yetişen mantar ürünlerin hammaddesidir. Her dokuz yılda bir bu ağaçların gövde kabukları soyularak ürün olarak gördüğümüz mantarların üretim serüveni başlanmaktadır (Şekil 1). Bin yılı aşkın ömre



Şekil 1. Mantar üretim süreçleri

sahip mantar meşeleri, kabuk soyma hasadından herhangi bir zarar görmemektedir. Soyulan mantar kabukları kaynar su içinde yumuşatılarak, şekil verilmesi kolay haldeyken düz plakalar haline getirilmektedir. Şişe mantarı, mantar plakalardan üretilen en önemli ürünlerden biridir. Milyonlarca adet üretim hacmine sahip sektör, özel kalıp ve kesiciler sayesinde plaka halindeki kabuklardan şişe mantarları üretmektedir. Arda kalan artık plakalar ise öğütücülerden geçerek, farklı boyutlardaki mantar granüllere dönüşmektedir. Şişe mantarı dışındaki birçok uygulamada mantar esaslı ürünler, granül halden üretilmektedir. Havacılık ve uzay sanayisi de dâhil birçok sektör, mantar granüllerin bir yapıştırıcı ile harmanlanıp kalıplanması sonucunda oluşan mantar kompozitleri kullanmaktadır. Granül halden üretilen mantar kompozitler, yoğun olarak plaka, levha, şilte gibi hallerde kullanılmaktadır. Buna rağmen, kalıplama aşamasında farklı geometrilerde üretilen mantar kompozitler de mevcuttur.



Şekil 2. Kapalı hücrelerden oluşan mantar mikroyapısı [2]

Mantar, $150-200 \text{ kg/m}^3$ yoğunluğa sahip inanılmaz derecede hafif bir malzemedir. Kapalı hücreli mikroyapısı sayesinde sıvı ve gaz geçirmez niteliktedir (Şekil 2). Viskoelastik özelliğe sahip mantar, oldukça esnek davranışa sahiptir. Yüksek aşınma dayanımı ile birlikte mükemmel ısı, ses ve titreşim yalıtımı göstermektedir. Ayrıca

alev geciktirici özelliğe sahiptir. Tüm bu avantajlarının yanı sıra, geri dönüştürülebilir olması çevre dostu bir ürün olarak birçok uygulamada tercih sebebidir.

Havacılık ve uzay yapılarında, üstün ısı ve titreşim yalıtımı nedeniyle mantar uygulamaları mevcuttur. Titreşim

sönümlenme sebebiyle, braket gibi birçok metal bağlantı parçalarının oturma yüzeyleri mantar şiltelerle kaplanmaktadır. Mantar esaslı ürünler, sızdırmazlık özelliği sayesinde helikopter gibi hava araçlarının yakıt tanklarında sızdırmazlık elemanı olarak da kullanılmaktadır. Son yıllara kadar yalıtım gibi ikincil sebeplerle havacılıkta

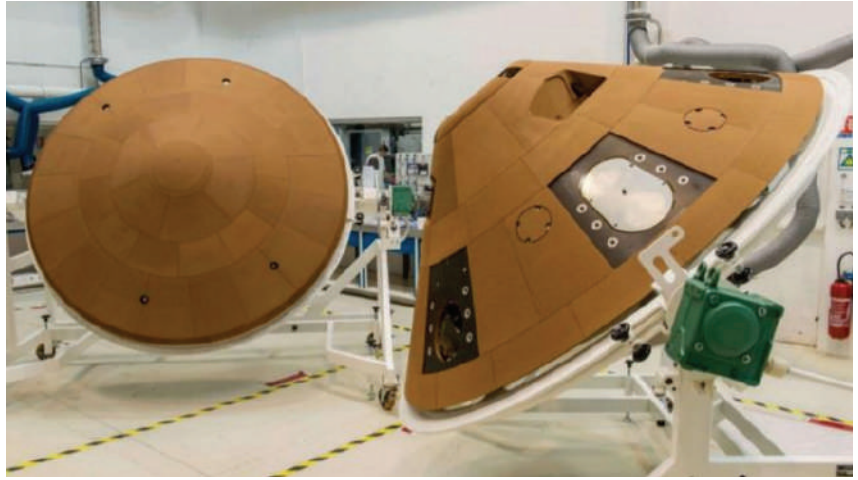


Şekil 3. Mantar kompozitlerden üretilen hücum kenarı ve kanat kaburga yapıları [3]

GÖRÜŞ

yer alan mantar kompozitler, hafif uçak üreticisi Dyn'Aéro firmasının 2009'da başlattığı bir proje ile yapısal parça olarak kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu projede, mantar kompozitlerden üretilen hücum kenarı ve kanat kaburga yapısal parçaları başarı ile hafif uçak platformlarına entegre edilmiştir (Şekil 3). Uzay araçlarında ısı yalıtımı, mantar kompozitler için en önemli uygulama alanıdır. Isıl Koruma Sistemleri (Thermal Protection Systems), uzay araçları için kritik öneme sahiptir. Kapsül içi ortamın, atmosferden çıkış ve atmosfere giriş fazlarında hava direnci kaynaklı ısıdan korunması, Isıl Koruma Sistemleri sayesinde gerçekleşmektedir. Bunun yanı sıra, yörünge uçuşlarında kapsül içi ısının uzay ortamına kaçışını engellemek için de bu yalıtım sistemleri kullanılmaktadır.

2016 yılında Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ve Rus Uzay Ajansı (RosCosmos) ortaklığı ile başlatılan Mars keşif görevi ExoMars programında, Schiaparelli kapsülü kullanılmıştır [4]. Bu kapsülün Isıl Koruma Sistemleri, mantar granüller ve fenolik reçine karışımından oluşan kompozit şiltelerden üretilmiştir (Şekil 4). Mantar kompozitler, bu görevdeki başarısı ile Isıl Koruma Sistemleri için uygun malzeme olduklarını kanıtlamıştır. Mantar kompozitlerin uzay serüveni, Apollo Programı'na kadar uzanmaktadır. Apollo uzay aracında, aerodinamik ısınmaya karşı motor egzoz kaplaması mantar plakalardan oluşmaktadır. Isı yalıtımı için tasarlanan bu mantar esaslı kaplama, aynı zamanda yanmış gazların sebep olduğu dumana ve ise karşı da etkili bir şekilde kullanılmıştır [5]. 1964 yılında, Isıl Koruma Sistemleri üzerine gerçekleştirilen testler sonucunda, Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA), mantarın ısı yalıtım performansını onaylamaktadır. Isı yalıtım amaçlı mantar kompozitlerin uzay araçlarında kullanıldığı başlıca alanlar; roket burun konisi, gövde çevresi, itki sistemleri egzoz çevresi, dış tank bağlantı halkaları olarak sayılabilmektedir. Mantar kompozitler, Delta, Atlas ve Titan gibi birçok roketlerde başarı ile kullanılmaktadır. Önümüzdeki yıllarda mantarlar, hafiflik, dayanım, ısı



Şekil 4. Schiaparelli kapsülünde kullanılan mantar kompozit esaslı Isıl Koruma Sistemi [4]

ve titreşim yalıtımı sayesinde havacılık ve uzay uygulamalarında geniş yer bulacaktır.

Bu potansiyeli görerek, bir Avrupa Birliği projesinde yürütücülük rolü üstlenen ESOĞÜ Uçak Mühendisliği Bölümü, Avrupa'dan dört üniversite ve bir endüstri kuruluşu ile mantar kompozitler üzerine bir konsorsiyum oluşturmuştur. "Havacılık ve Uzay Uygulamalarında Sürdürülebilir ve Çevre Dostu Mantar Kompozitleri Kullanımı için Eğitimsel Gelişim: ECOCORK" adlı Avrupa Birliği projesinde, Portekiz, İspanya, Polonya ve Litvanya'daki üniversitelerden alanlarında öncü araştırmacılar görev almaktadır. Ayrıca, mantar sektörünün öncü şirketi olan Portekizli Amorim Cork Composites şirketi de bu projede yer almaktadır. 269.045 Avro'luk bütçeye sahip olan ECOCORK projesi, havacılık ve uzay

uygulamalarında mantar kompozitlerin geliştirilmesini ve bu doğa dostu malzemelerin tanıtılmasını hedeflemektedir (Şekil 5). Mantar kompozitler üzerine farkındalık yaratmayı amaçlayan bu projedeki hedef kitle, havacılık ve uzay alanında yetişen öğrenciler ve bu sektörde görev alan mühendis ve teknik personellerdir. 2020 yılında başlayan ECOCORK, 2023 yılına kadar devam edecek ve bir havacılık şehri olan Eskişehir için de önemli kazanımlar sağlayacaktır. Proje çıktılarının başta Eskişehir havacılık sektörü olmak üzere ülkemizdeki havacılık ve uzay sektöründe faaliyet yürüten kuruluşlarla paylaşılması hedeflenmektedir. 2019 yılında kurulan ESOĞÜ Uçak Mühendisliği Bölümü olarak 2025 yılında mezun edeceğimiz ilk öğrencilerimizin, ileri teknoloji malzemeler konusunda yetişmesi için ECOCORK projesini önemli bir fırsat olarak görmekteyiz.



Şekil 5. ECOCORK Projesi

Kaynakça

- [1] T. Vladimir, A Brief History of Aircraft Materials, Thomasnet, 2019.
- [2] S. Gürgen, F. A. O. Fernandes, R. J. A. de Sousa, M. C. Kuşhan, "Development of Eco-friendly Shock-absorbing Cork Composites Enhanced by a Non-Newtonian Fluid," Applied Composite Materials, 28, 165-179, 2021.
- [3] Amorim Cork Composites, Portuguese aeronautical industry is developing an Eco-Aeroplane, 2009.
- [4] O. Drescher, M. H. Eggers, G. Pinaud, M. Po-deur, "Cork Based Thermal Protection System For Sounding Rocket Applications - Development and Flight Testing", 1-9, 2019.
- [5] Amorim Cork Composites, Reinventing Thermal Protection in Aerospace Applications, 2013.