



**Kocaeli Üniversitesi**

**Havacılık Malzemeleri  
Araştırma ve Geliştirme Laboratuvarı (HAMAG)  
2016 yılı Faaliyet Raporu**

## **Giriş**

Kocaeli Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi bünyesinde Ağustos 2016 tarihinde kurulan “Havacılık Malzemeleri Araştırma ve Geliştirme Laboratuvarı” hava araçlarında kullanılan ileri malzemelerin üretimi ve İleri işleme teknikleri ile malzemelerin fonksiyonelleşmesi konularında çalışmalar yapmaktadır. Laboratuvarın havacılık malzemelerin işlenmesi konusundaki fikirleri TÜBİTAK tarafından “Yüksek Adhezif Yapışma Dayanımı Sağlamak İçin Karbon Fiber Katkılı Kompozit Yüzeylerinin Lazer İle İşlenmesi Ve Optimum Parametrelerinin Belirlenmesi” başlıklı 1001 projesi ile desteklenmektedir. Bu bağlamda 2016 yılı içerisinde gerçekleştirilen çalışmalar aşağıdaki özetlenmektedir.

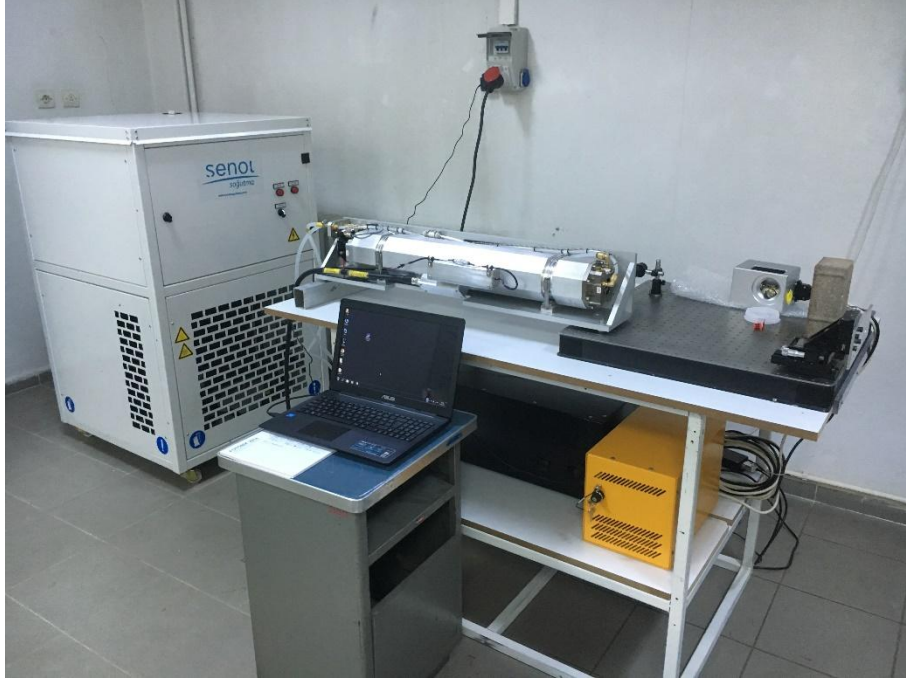
### **Adheziv Yapıştırma Dayanımını Arttırmak için Karbon Fiber Katkılı Kompozit Malzemelerin Yüzeylerinin İşlenmesi**

Karbon fiber katkıli kompozitler olağanüstü dayanıklılıkları, düşük yoğunlukları gibi özelliklerinin getirdiği avantajlar sebebiyle havacılık veya otomotiv sektöründe çok fazla tercih edilen kompozit malzemeler arasındadır. İlk olarak 1980’lerde CFRC malzemeler uçak üreticileri tarafından uçakların rudder (dikey stabilizer) gibi ikincil yapılarında kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde bu malzemeler Airbus A380’in uçak gövdesi gibi temel yapılarının %20’sini oluşturmaktadır. Otomotiv sektöründe ise metal parçaların yüksek performanslı kompozit malzemeler ile değiştirilmesi ağırlığında sağlayacağı %30-40 oranındaki azalma, düşük karbon yayılımının yanında %30-50 oranında da maliyet azalmasına neden olacağı ön görülmektedir. Ancak kompozit malzemelerin adı geçen sektörlerde arzu edilen miktarlarda kullanılması için bu malzemeler ile üretilecek yapıların yenilikçi tasarım ve üretim teknolojileri ile maliyetlerinin daha aşağıya çekilmesi gerekmektedir. Bir uçak gövdesinde montaj maliyetleri genellikle bir uçağın maliyetinin %50’si olarak hesaplanmaktadır. Günümüzde bu tür malzemelerin montajında perçin, vida ve cıvata kullanılmaktadır. Fakat bu tip bağlantılar yük taşıyıcı görevini üstlenen fiberlere zarar vermekte ve birleştirme noktalarında yüksek gerilme yığılmalarının oluşmasına neden olmakta ki bu da birleştirmenin beklenenden daha düşük bir yükte hasarlanmasına sebep olmaktadır. Bu durum fiber katkıli kompozitlerin getirdiği avantajları tam anlamıyla kullanılmasını engellemektedir.

Karbon fiber katkıli kompozitlere adhezif olarak yapılan yapıştırma bu malzemelerin getirdiği avantajları tam anlamıyla kullanabilmek için alternatif bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Adhezif yapıştırma prosesinde bağlanma kalitesini belirleyen belki de en önemli faktör malzeme yüzeyidir. İleri malzeme işleme yöntemlerinden biri olan lazer ile yüzey işleme, karbon fiber katkıli kompozitlerin işlenmesinde kullanım potansiyeli olan bir tekniktir.

Karbon fiber katkıli kompozit malzemelerin yüzeylerinin işlenmesinde kullanılan lazerlerden biride karbon dioksit lazeridir. 10,6 µm dalgaboyunda ışına veren bu lazer ile optimum parametrelerle işleme yapıldığında yük taşıyıcı olarak görev yapan karbon fiberler zarar vermeden epoksi malzeme yüzeyden kaldırılabilen ve güçlü bir yapışma sağlanabilmektedir.

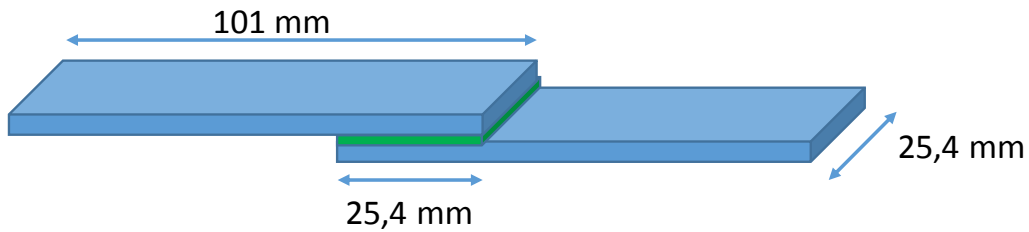
Havacılık Malzemeleri Araştırma ve Geliştirme Laboratuvarı karbon fiber malzemelerin yüzey işlemlerini gerçekleştirmek amacı ile dönem içinde ortalama gücü 200 W, atım süresi mikrometre mertebelerinde olan ve 100 kHz tekrarlama oranlarında atımlar üreten bir CO2 lazeri bünyesine kazandırmıştır (Şekil 1).



**Şekil 1.** Karbon fiber katkılı kompozit malzemelerin yüzeylerinin işlenmesinde kullanılan CO2 lazer.

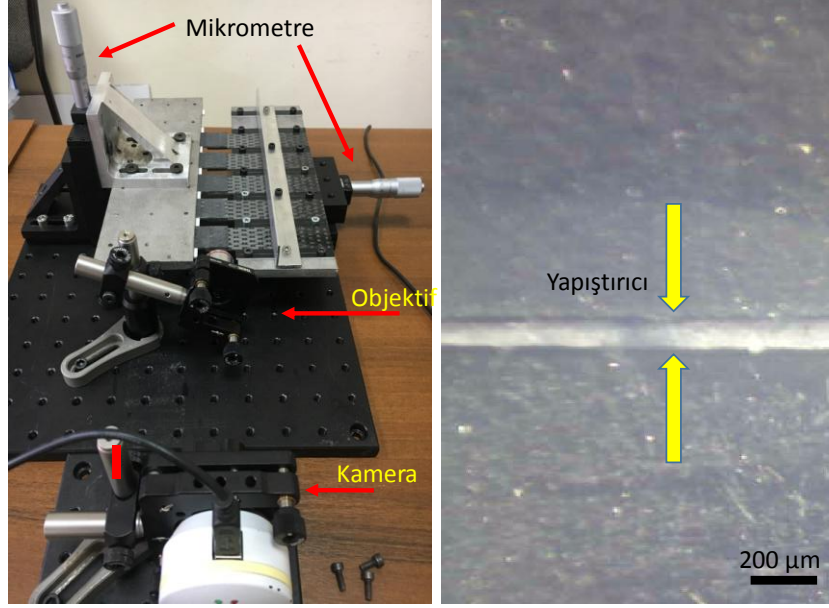
### **Karbon Fiber Katkılı Kompozit Malzemelerin Yapıştırılma Prosedürü**

Yapıştırma işleminde kullanılacak numuneler ASTM D5868 standartlarında belirtilen boyutlara göre (Şekil 2) hazırlanarak yüzey işlemleri gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 2.** ASTM D5868 standartlarına göre tasarlanan yapıştırma numunelerinin boyutları.

Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda yapıştırıcı kalınlığını kontrol etmek ve kullandığımız yapıştırıcı için optimum kalınlığı belirlemek için Şekil 3’de görülen yapıştırılacak yüzeylerin arasındaki mesafeyi kontrol edebilecek düzenek hazırlanmıştır.



Şekil 3. Kontrollü yapıştırma kalınlığı sağlamak için tasarlanan düzenek.

CO<sub>2</sub> lazer kullanılarak işlenen yüzeylerin karakterizasyonunda laboratuvarımız bünyesinde oluşturulan temas açısı ölçüm cihazı (Şekil 4) kullanılmıştır. Ayrıca optik mikroskop görüntüleri ile yüzey işlemleri değerlendirilmiştir.



Şekil 4. Yüzeylerin karakterizasyonunda kullanılan temas açısı ölçüm cihazı.

Birleştirme işlemi gerçekleştirilen örneklerin mekanik testleri DARTEC niversal çekme cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (şekil 5).



**şekil 5.** rneklerin mekanik testlerinin gerçekleřtirildiđi DARTEC niversal çekme cihazı.

### **Sonuçlar**

Dönem içinde laboratuvarımıza deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere karbondioksit lazeri dahil edilmiştir. Uluslararası düzeyde kompozit malzemelerin yüzey işleme konuları hakkında yapılmış çalışmalar incelenerek uygulanan yöntemler, analizler ve literatürdeki eksiklikler belirlenmeye çalışılmıştır. Sonrasında CO2 lazer kullanılarak yüzeylerin işlenmesi, karakterizasyonu ve mekanik testleri gerçekleştirilmiştir.

## Yayınlar

- 1- "Compositional and micro-scratch analyses of laser induced colored surface of titanium", **Erhan Akman**, "Ecem Cerkezoglu", Optics and Lasers in Engineering, 84, 37-43, (2016).
- 2- "Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> micro- and nanostructures affect vascular cell response", "Karin Kiefer, Gurler Akpınar, Ayman Haidar, Tuba İkier, Çağrı Kaan Akkan, **Erhan Akman**, Juseok Lee, Marina Martinez Miro, Elif Kaçar, Arif Demir, Michael Veith, Dilek Ural, Murat Kasap, Mehmet Kesmez, Hashim Abdul-Khaliq Cenk Aktas, RSC Advances, 6, 17460, (2016).
- 3- "DAMAGE CHARACTERIZATION OF REPEATEDLY IMPACTED GLASS FIBER REINFORCED POLYESTER-ARMOUR STEEL COMPOSITES WITH CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY TECHNIQUE", Sinan Fidan, Mustafa **Özgür Bora**, **Onur Çoban**, Volkan Tuna, POLYMER COMPOSITES, 37-2, 583-593, (2016).
- 4- "THE INFLUENCE OF DIFFERENT CIRCULAR HOLE PERFORATIONS ON INTERLAMINAR SHEAR STRENGTH OF A NOVEL FIBRE METAL LAMINATES", **Mustafa Özgür Bora**, **Onur Çoban**, Tamer Sınmazçelik, İsmail Cürgül, Polymer Composites, 37-3, 963-973, (2016).
- 5- "EFFECT OF MIXED SIZE PARTICLES REINFORCING ON THE THERMAL AND DYNAMIC MECHANICAL PROPERTIES OF Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ PPS COMPOSITES ", **Onur ÇOBAN**, **Mustafa Özgür BORA**, Tamer SINMAZÇELİK, POLYMER COMPOSITES, 37 (11), 3219–3227, (2016).
- 6- "THE SCRATCH BEHAVIOR OF ACCELERATED AGED CARBON FIBRE REINFORCED EPOXY MATRIX COMPOSITE ", Sinan Fidan, **Mustafa Özgür BORA**, **Onur ÇOBAN**, Eyüp AKAGÜNDÜZ, POLYMER COMPOSITES, 37-12, 3527-3534, (2016).
- 7- "Composition analysis of medieval ceramics by laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS)", **B. Genc Oztoprak**, M. A. Sinmaz, F. Tülek, Appl. Phys. A, 122, 557, (2016).
- 8- Thermal, viscoelastic and mechanical properties' optimization of polyphenylene sulfide via optimal processing parameters using the Taguchi method", **Onur Çoban**, Talha Kıvanç, **Mustafa Özgür Bora**, Burcu Özcan, Tamer Sınmazçelik, Sinan Fidan, JOURNAL OF APPLIED STATISTICS, 43-14, 2661-2680, (2016).
- 9- "Effect of Silane as Coupling Agent on Dynamic Mechanical Properties of Volcanic Ash Filled PPS Composites", **O. Çoban**, **M.Ö. Bora**, T. Kutluk, S. Fidan, T. Sınmazçelik, ACTA PHYSICA POLONICA A, 129, 492-494, (2016).

- 10- "Surface Modification Effect of Volcanic Ash Particles Using Silane Coupling Agent on Mechanical Properties of Polyphenylene Sulfide Composites ", **M.Ö. Bora, O. Çoban, S. Fidan, T. Kutluk, T. Sinmazçelik**, ACTA PHYSICA POLONICA A, 129, 495-497, (2016).
- 11- "Silane Coupling Efficiency on Thermal Properties of Volcanic Ash Filled PPS Composites ", T. Kutluk, **O. Çoban, M. Ö. Bora**, S. Fidan, T. Sinmazçelik, ACTA PHYSICA POLONICA A, 129, 498-500, (2016).