



**EGE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**



**LİSANS BİTİRME TEZLERİNE TÜBİTAK'TAN
MADDİ DESTEK BAŞVURUSU**

Gerekli Belgeler

- Transkript imzalı
- cv
- Sanayiden alınan belgeler imzalı
- Referans Mektubu imzalı
- Proje Öneri Formu imzalı
- Başvuru çıktısı imzalı

BİDEB Yazışma Adresi

TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı
Akay Caddesi No:6 06420
Bakanlıklar / ANKARA

14.09.2015

TUBİTAK BİLİM İNSANI DESTEKLEME DAİRE BAŞKANLIĞINA
ANKARA

Proje konusu sanayi kuruluşumuzun ihtiyacına hitap eden bir konudur ve laboratuvar vb. olanaklar bu projeyi yürütebilmek için yeterlidir.

Ad Soyad

FİRMA:
ADRES:
TEL:

14.09.2015

TUBİTAK BİLİM İNSANI DESTEKLEME DAİRE BAŞKANLIĞINA

“Grafen Katkısının Karbon/Epoksi Kompozitlerin Elektriksel Ve Mekanik Özelliklerine Etkisi” konulu proje çalışmasında yapılacak araştırmaların ileride AR-GE faaliyetleri açısından faydalı olacağını ve firmamız açısından ilgili proje sonucunda elde edilecek verilerin çalışmalarımıza katkısı olacağı kanaatindeyim.

Ad Soyad

FİRMA:
ADRES:
TEL:

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU
SANAYİ ODAKLI LİSANS BİTİRME TEZİ DESTEKLEME PROGRAMI
YÜRÜTÜCÜLÜĞÜ'NE

Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü 05110000613 numaralı 4. sınıf öğrencisi BAVER GÜMÜŞTAŞ'ın “Grafen Katkısının Karbon/Epoksi Kompozitlerin Elektriksel Ve Mekanik Özelliklerine Etkisi” proje çalışması Yrd.Doç.Dr. Seçkin ERDEN danışmanlığında yürütülecektir.

Bilgilerinize arz ederim.

Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Makine Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. Aydoğan ÖZDAMAR

Proje Başlığı	Grafen Katkısının Karbon/Epoksi Kompozitlerin Elektriksel Ve Mekanik Özelliklerine Etkisi
Projenin ilgili olduğu tematik alan	MALZEME VE PROSES TEKNOLOJİLERİ
Eğitim kurumu	Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
Proje çıktılarını kullanmaya talip olan kuruluşun adı San. Ve Tic. Ltd. Şti.

ÖĞRENCİNİN BİLGİLERİ	
Adı ve Soyadı	Baver Gümüştaş
T.C. Kimlik No	
Anabilim Dalı	Makine Mühendisliği
Tarih	
İmzası	

DANIŞMANIN BİLGİLERİ	
Unvanı, Adı ve Soyadı	Yrd.Doç.Dr. Seçkin ERDEN
Anabilim Dalı	Makine Mühendisliği
Tarih	
İmzası	

SANAYİ DANIŞMAN BİLGİLERİ	
Adı ve Soyadı
Anabilim Dalı
Tarih	
İmzası	

2. Özet (Proje fikrini, proje fikrinin hayata geçirilmesi için izlenen yöntem ve metodları, kullanılan modelleme, simülasyon, test, prototip üretimi vb. doğrulama yöntemlerini ve elde edilen/edilmesi beklenen sonuçları anlatmalıdır.)

Bu çalışmada, grafen nanopartikül takviyeli karbon/epoksi kompozitler üretilerek, grafen nanopartikül yüzdesine bağlı olarak kompozit yapının hem mekanik hem de elektriksel özellikleri incelenecektir. Kompozit bileşenleri olarak karbon iplik, epoksi reçine ve grafen nanoparçacık kullanılacaktır. Karbon/epoksi nanokompozitler, film kompozit (prepreg) makinesi kullanılarak düzgün doğrultulu olarak üretilecek, sonra da ısıtmalı pres kullanılarak tabakalı hale getirilecektir. Epoksi reçine ise, grafen eklenerek modifiye edilecek ve nanoepoksi haline getirilerek karbon/epoksi kompozit üretiminde kullanılacaktır. Üretilmesi planlanan kompozit yapı içersine ağırlıkça %0,5, %1, %5 ve %10 grafen nanoparçacık eklenecektir.

Üretilen kompozitlerin elektriksel ve mekanik özelliklerine nanopartikül katkı miktarının etkisi incelenecektir. Elektriksel özelliklerin belirlenmesi için DC ve AC

iletkenlik değerleri ölçülecektir. Üretilen karbon/epoksi nanokompozitlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için ise, üniversal çekme test cihazı kullanılacaktır. ASTM D3039 standardına göre çekme ve ASTM D790 standardına göre eğilme testleri yapılacaktır.

Deney sonucunda, karbon/epoksi yapılarına takviye edilen grafenin elektriksel ve mekanik özelliklere etkisi incelenmiş olacaktır.

3. Motivasyon: Bu projeye başlanılmasının nedeni nedir? Proje başarılı olursa neler sağlanabilecektir? Proje çıktısını kullanmaya talip olan kuruluşun tanıtımı, çalışma konusu ve faaliyetleri? Proje çıktısı bu kuruluşta ne amaçla ve nerede kullanılacaktır? ve benzeri sorular cevaplandırılmalıdır. Bu bölümde ekonomik açıdan değerlendirmeler, başabaş hesabı, maliyet, rekabet edebilirlik, tasarruf, emisyon, fayda/maliyet oranı vb. hesaplar sunulabilir. Projenin çıktısının: proje sonuçlarını kullanmaya talip olan kuruluş dışında başka kuruluşlara, sektöre veya ülkeye yönelik katkıları varsa bunlar bu bölümde açıklanmalıdır.

Gelişen teknoloji ile birlikte mühendislik tasarımlarında istenilen özellikleri karşılayabilen, daha hafif ve dayanıklı mühendislik malzemelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Kompozit malzemeler bu ihtiyaca cevap verebilen ve gelişimi süratle devam eden bir malzeme kategorisidir. Bu nedenle kompozit malzemeler üstün özellikleri nedeniyle birçok endüstri alanında geleneksel metal malzemelerin yerlerini almışlardır. Geniş malzeme yelpazesi içindeki bu çalışmaların gelecekte de yoğun şekilde çalışılacağı düşünülmektedir.

Karbon iplik takviyeli polimerik kompozitlerin sahip oldukları yüksek rijitlik ve dayanım/ağırlık oranlarından dolayı yüksek performans gerektiren yapısal uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu kompozitin grafen eklenerek daha üstün hale getirilmesi, Türk sanayisinin gelişmesine önemli bir katkı sağlayacaktır.

Hava araçlarında tercih edilen karbon/epoksi kompozit malzemeler düşük iletkenlik özellikleri nedeniyle, uçak yapılarında oluşan statik elektriğin veya uçuş esnasında yıldırım düşmesi sonucu oluşan elektriğin uçak üzerindeki akışını sağlayamamaktadır. Bu akışı uçağa zarar vermeden sağlamak amacıyla bu çalışmada, iletkenlik özelliği olan kompozit yapılar geliştirilmesine olanak sağlanacaktır.

Projenin gerçekleştirileceği firma olan film kompozit ve tabakalı kompozit üretimi yapmaktadır. Kompozit çalışmaları, karbon, cam, aramid vb. elyaflar ve değişik nitelikte reçine sistemleri üzerinde şekillenmektedir. Bu kapsamda kompozit tasarım aşamasının başında tasarım birimi ile ortak çalışmalar yürütülerek müşteri isteklerini ve ilgili standartları karşılayacak malzeme araştırması gerçekleştirilir. Atölyesi, kompozit prototipleme, modelleme ve imalat taleplerine cevap verebilmek amacıyla ileri kompozit malzeme imalat

çalışmaları gerçekleştirmektedir. Bu çalışma, firmadaki ürünlerin gelişimine katkı sağlayacaktır. Bu nedenle, proje çıktıları firmanın yararına olacaktır.

Karbon iplik takviyeli epoksi kompozitlerin hava taşımacılığı, savunma sanayi uzay uygulamaları (uzay mekiği, uydu parçaları) ve sportif amaçlı kullanım (raket, golf sopası, olta çubuğu, bisiklet kadrosu, kayak, vb) , biyomedikal uygulamaları (kemik plağı, alt ekstremite protezleri, eksternal fiksatorler) üzerine yapılan çalışmalar ise devam etmektedir. Bu gelişmeler ışığında, karbon iplik takviyeli polimerik kompozitlerin, 2025 yılında 25 milyar USD'lik bir pazara ulaşması beklenmektedir. Artan yüksek teknoloji ve mühendislik uygulamaları ile seri üretimdeki artış sonucunda, karbon elyaf tüketiminin günümüzde, 30.000 ton/yıla yaklaştığı, fiyatının 1970'teki 300 USD/kg'den 5 USD'ye indiği ve 2015'te 2,3 milyar USD'lik bir pazar ulaşacağı rapor edilmektedir. Bu veriler gözönüne alındığında, proje çıktılarının yukarıda sıralanan sektörlerde de kullanılacağı son derece açıktır.

4. Projenin İçerdiği Yenilik unsuru: Cevap aranan sorular şu şekildedir:

Proje Fikrinin İçerdiği Yenilik unsuru Uluslararası, Ulusal veya Firma düzeyinde yenilik kategorilerinden hangisinin kapsamına giriyor. Proje çıktısı olan ürün, yöntem veya sürecin öncelilere veya benzerlerine göre farklılık veya üstünlükleri nelerdir? Projenin ara çıktıları veya nihai çıktıları için patent, endüstriyel tasarım, copyright vb. fikri/sınai mülkiyet hakkı elde etme olasılığı nedir? Önceden alınmış olan diğer tescillere göre ne gibi farklılığı var?

Bu çalışmada hava endüstrisindeki uçak yapısal parçalarında ve otomotiv endüstrisinde kullanılan kompozit malzemelerin, elektriksel iletkenlikleri ve mukavemet özelliklerini iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Böylece, firmaya, ülkemize ve bu sektörlerle uğraşan diğer ülkelere büyük bir katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Diğer bir uygulama alanı olarak da tarihi ve yığma yapılarda deprem vb. etkiler altında yapının komple göçmemesi, tarihi görünümünü koruması ve orijinal yapısının bozulmaması ile ilgili çalışmalar düşünülebilir. Bu durumda klasik olarak uygulanan çeşitli güçlendirme yöntemlerinin yapı sistemini ve görünümü değiştirmesi, ağırlığını arttırması, çelik, betonarme vb. elemanların mevcut taş, tuğla elemanlarla birlikte çalışmasının etkin olarak sağlanmaması gibi giderilemeyen veya giderilmesi çok zahmetli olan problemler ortaya çıkmaktadır. Pek çok durumda FRP malzemeler bu dezavantajları ortadan kaldırmaktadır. FRP malzemelerden burada bahsedilecek olanları karbon, cam ve aramid dokumalar, karbon ince plakalardır. Bu malzemeler arasında en yaygın olarak kullanılanlar karbon lif takviyeli (CFRP) ve cam lif takviyeli (GFRP) kompozitlerdir.

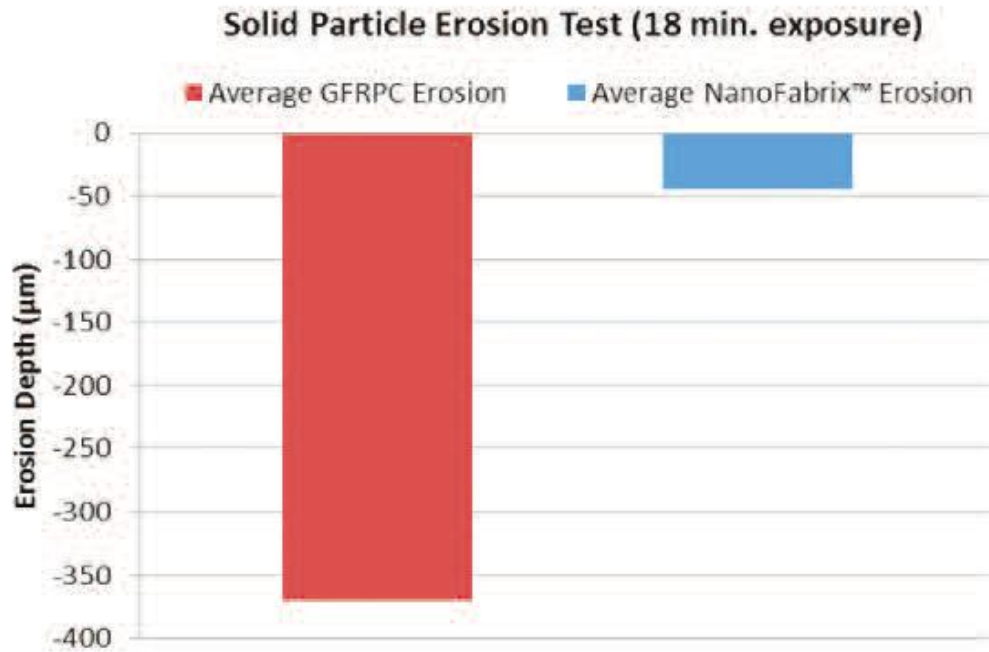
Projede geliştirilmesi düşünülen ürünün ticari benzerleri incelenecek olursa, aşağıdaki iki örnek görülebilir:

1) Uluslararası firma kategorisinde var olan ZYVEX firması, havacılık sektöründe kullanılmak üzere karbon/epoksi kompozitlerin içine CNT takviyesi yapmıştır. Böylece, ticari uçaklarda yüksek ısıya dayanıklı, hafif ve mekanik özellikleri gelişmiş bir yapı elde etmişlerdir. Firma, yarış arabalarının tamiri için epoksinin içine CNT takviyesi ile yarış sırasında kırılan parçaları birbirine kaynatmayı başarmıştır. Kaynatılan parçalar birbirine daha iyi yapışarak ve mekanik olarak iyileşerek dayanıklı hale gelmiştir. Aynı firma denizcilikte gemilerin kapılarını mekanik olarak iyileştirmek ve daha hafif yapmak için yine kompozit malzeme kullanmıştır.

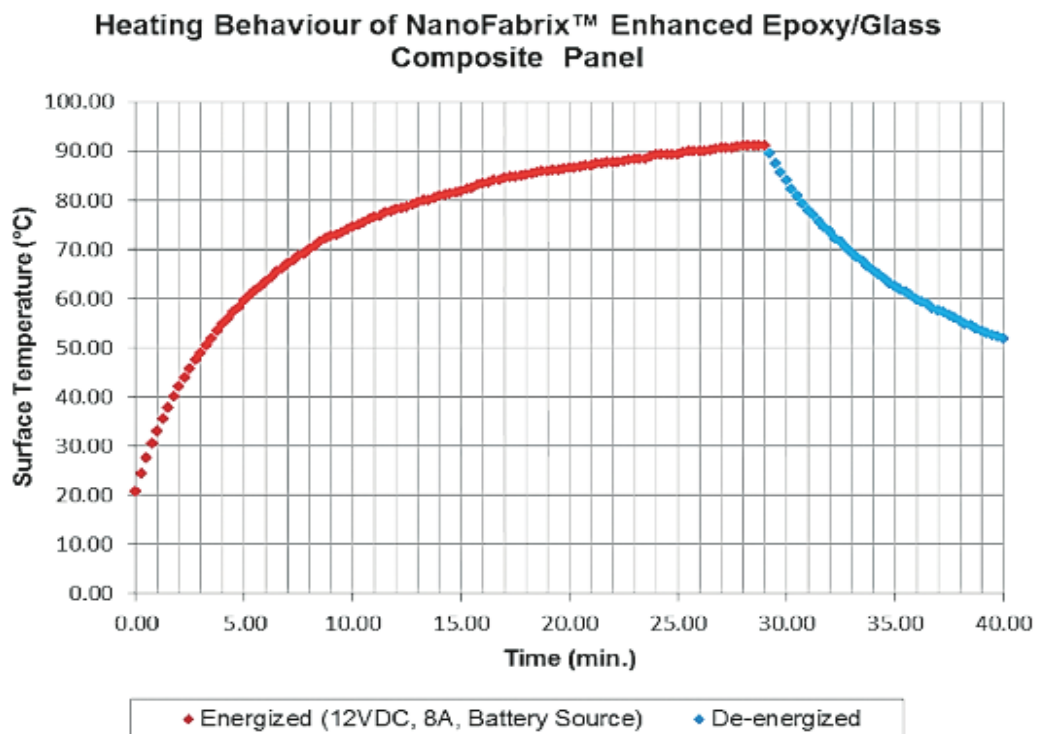
2) Prepreg üretimi yapan uluslararası bir firma olan NILES NANOFABRIX yaptığı MWNT takviyeli cam/epoksi kompozit uygulamalarından bazıları şunlardır;

- Hava araçları için uçak kanatlarının donmasını engellemek, erozyonuna engel olmak ve daha hafif kokpit elektroniği yapmak,
- rüzgar türbinleri için kanadın donmasını ,erozyonunu ve şimşek çarpmasını önlemek,
- otomotiv sanayi için elektrostatik olarak boyanması ve alevlenmeyi geciktirici bir yapı elde edilmiştir.

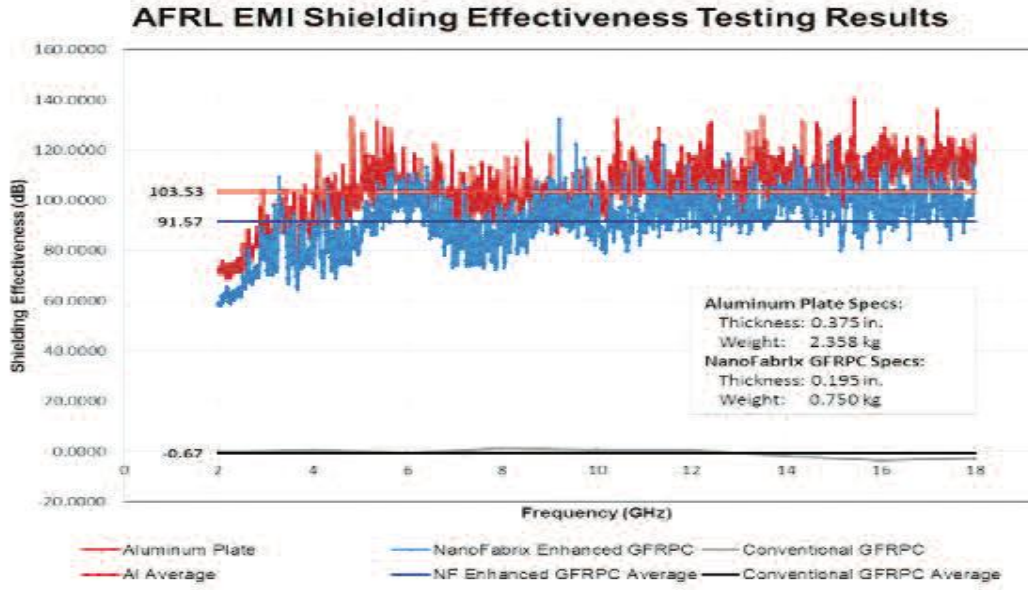
- **Erozyon koruma**



- **Donmasını Engelleme**



- **Elektromanyetik koruma**



Diğer yandan, konuyla ilgili bir akademik çalışmada ise, grafen katkıli kompozitlerin yıldırımdan koruma üzerine etkisi araştırılmış. Yıldırım çarpması, hava taşına bir saniyede 10.000 ile 20.000 amperlik bir akım ve binlerce voltluk enerji verir. Böylece elektromanyetik alan ile elektronik çiplere zarar görür veya yakıt dolu tankların patlaması ile korkunç kazalara neden olur. İplik takviyeli kompozitlerde reçinenin buharlaşması ve ipliğin kopması söz konusudur. Bunları önlemek için iplik-takviyeli kompozite grafen ilave edilmiştir.[Arlington, 2012]

Yukarıdaki örneklerden ve farklı sektörlerdeki uygulama alanlarından anlaşılacağı üzere, önerilen projenin ara çıktıları veya nihai çıktıları için patent, endüstriyel tasarım, copyright vb. fikri/sınai mülkiyet hakkı elde edilmesi kuvvetle muhtemeldir.

5. Projede Kullanılan Yöntem ve Metodlar: Proje fikrinin hayata geçirilmesi için kurgulanan çözüm, izlenen yol, kullanılan araç, teknik ve metodlar açıklanmalıdır. Bu bölümün, proje çıktılarının doğrulanması veya geçerli kılınması için yürütülen faaliyetleri de içermesi beklenilir.

Matris modifikasyon işlemleri genel olarak elyaf hacim oranı (%60) doğrultusunda belirlenen epoksi reçine sisteminin içine grafen nanoyapı takviyesini kapsamaktadır. Epoksi reçine içersine ağırlıkça yüzdeleri %0,5, %1, %5 ve %10 olan Grafen nanoparçacıklar konularak numuneler

hazırlanacaktır. Matris modifikasyonu işleminde, epoksi reçinelerin içine belirtilen oranlarda grafenin, ultrasonik homojenizatör ve mekanik karıştırıcıyla dağılması sağlanacaktır. Modifiye reçine sistemlerinin hazırlanmasının ardından film kompozit üretimi, prepreg makinesinde sarılarak gerçekleştirilecektir. Jelleşme sıcaklığında, jelleşme süresi boyunca ısıtılacak olan sarım, derin dondurucuya konarak film kompozit üretimi tamamlanmış olacaktır. Sonrasında, ısıtılmalı pres kullanılarak tabakalı kompozit plakalar üretilecektir.

Üretilen kompozitlerin elektriksel ve mekanik özelliklerine nanopartikül katkı miktarının etkisi incelenecektir. Elektriksel özelliklerin belirlenmesi için DC ve AC iletkenlik değerleri ölçülecektir. DC iletkenlik ölçümü için, dijital multimetre (FLUKE 340), AC iletkenlik ölçümü için ise masatipi LCR Metre (Gw INSTEK LCR-821) kullanılacaktır. Karbon/epoksi nanokompozitlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için üniversal çekme cihazı kullanılacaktır. ASTM D3039 standardına göre çekme ve ASTM D790 standardına göre eğilme testleri yapılacaktır.

6. Proje İş-Zaman Planı: Gantt Şeması veya MSProject vb. yazılım çıktısı şeklinde bir proje süresince uygulanmış olan plan ile projenin içerdiği iş paketleri ve her bir iş paketinin içerdiği iş paketi faaliyetlerini, zaman ve sorumluluklarla ilgili planlamaları içermelidir.

İP NO	İP ADI	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Malzeme ve ekipman tedarigi(Karbon iplik, epoksi ve garfenin satın alınması)	■	■	■						
2	Karbon/nanoepoksi üretimi			■	■	■				
3	Tabakalı film kompozit üretimi				■	■	■			
4	Numunelerin mekanik ve elektriksel deneyleri yapılması					■	■	■	■	■

7. Sonuç: Bu bölümde projeden elde edilen/edilmesi beklenen sonuçlar irdelenerek değerlendirilmeli ve yorumlanmalıdır. Eğer proje çıktıları bir endüstri kuruluşunda uygulanmış ise bugüne kadar elde edilen sonuçlar bu bölümde sunulmalıdır.

Deney sonucunda grafenin karbon/epoksi kompozitlerin elektriksel ve mekanik özelliklerini önemli bir miktarda artıracağı düşünülmektedir. Geleneksel polimer matrisli kompozitlerin özellikleri, CNT, grafen, karbon nanofiber gibi nanoparçacıkların ilavesiyle artmaktadır. Matrisin mukavemeti ve darbe direncin azalmasına sebep olan mikroskopik dolgulu malzemeler aksine, nanoparçacıklar malzemenin sertliği, tokluğu ve ısıya dayanıklılığını etkiler. Kompozit malzemenin kırılma tokluğunu arttırması, nanoparçacığın en büyük ayrıcalığıdır (Gojny et al., 2004).

8. Kaynaklar:

- Amir Ghorbani, Karbon İplik Dolgulu Grafen/Epoksi Nanokompozitlerin Özellikleri, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi
- Volkan Acar, Karbon İplik Dolgulu Termoset Film Kompozitlerde Arayüzey Çalışmaları, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi
- A. Lonjon, P. Demont, E. Dantras, C. Lacabanne , "Electrical conductivity improvement of aeronautical carbon fiber reinforced polyepoxy composites by insertion of carbon nanotubes", 2013 June, Physique des Polymères, Cırimat/Institut Carnot, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 9, France
- Zyvex Technologies, Nano-Engineered Composites, <http://www.zyvextech.com> [20.08.2015]
- NANOFABRIX™, www.nilesnanofabrix.com [20.08.2015]
- İzzet Değirmenci ve Mehmet Sarıbyık, Tarihi Yapıların Güçlendirilmesinde Yenilikçi Yaklaşımlar ve FRP Malzemelerin Kullanımı, Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Sakarya, Türkiye
- Multifunctional Graphene Composites for Lightning Strike Protection: Structural Mechanics and System Integration, Program Manager Mechanics of Multifunctional Materials and Microsystems Arlington, VA, 30 July – 3 Aug, 2012