

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**D KESİT KÖPÜK DOLGULU TÜP MONTE EDİLMİŞ FİBERGLASS TEKNE / BOT
İMALATI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gemi İnşaatı Mühendisi Dursun Murat SEKBAN

**HAZİRAN 2012
TRABZON**

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

D KESİT KÖPÜK DOLGULU TÜP MONTE EDİLMİŞ FİBERGLASS TEKNE /
BOT İMALATI

Gemi İnşaatı Mühendisi Dursun Murat SEKBAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
"GEMİ İNŞAATI ve GEMİ MAKİNELERİ YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15.05.2012
Tezin Savunma Tarihi : 04.06.2012

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ercan KÖSE

Trabzon 2012

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalında
Dursun Murat SEKBAN tarafından hazırlanan

**D KESİT KÖPÜK DOLGULU TÜP MONTE EDİLMİŞ FİBERGLASS TEKNE /
BOT İMALATI**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 15 / 05 / 2012 gün ve 1456 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda

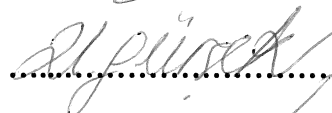
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

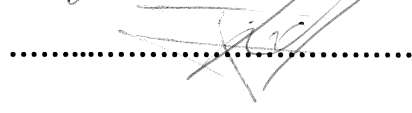
Başkan : Prof. Dr. Ercan KÖSE


.....

Üye : Doç. Dr. Gencağa PÜRÇEK


.....

Üye : Doç. Dr. Tefvik KÜÇÜKÖMEROĞLU


.....

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Gerek hafifliği gerekse de fonksiyonel üstünlüklerinden dolayı şişirilebilir tüp monte edilmiş fiber teknelerin kullanımı hızla artmaktadır. Bu tip teknelerde karşılaşılan en büyük problem sürekli basınç altında çalışan tüp kısımlarında yaşanmaktadır. Şişirilebilir tüpler sıcaklık değişimlerine ya da delici darbelere maruz kalması sonucu hava kaybı yaşayabilmekte ve buna bağlı olarak teknenin sevkini olumsuz etkileyebilmektedir. Sunulan çalışmada fiber karinalı teknelerde hava dolu şişirilebilir tüplere alternatif olarak polietilen köpük dolgulu tüp kullanımı uygulanmış ve etkileri deneysel olarak incelenmiştir.

Sunulan tez çalışması T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından desteklenen 00503 STZ.2009-2 kodlu SANTEZ projesi kapsamında hazırlanmıştır.

Hazırlamış olduğum yüksek lisans tezinde bana kendisiyle çalışma fırsatını tanıyan ve çalışmanın her aşamasında ilgisini esirgemeyen Sayın danışman hocam Prof. Dr. Ercan KÖSE' ye teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Ayrıca tüm çalışmam boyunca beni yakından takip eden ve değerli fikirleri ile yardımcı olan Doç. Dr. Gencağa PÜRÇEK başta olmak üzere Doç. Dr. Tevfik KÜÇÜKÖMEROĞLU ve Yrd. Doç. Dr. Yasin ALEMDAĐ hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım sırasında her türlü desteklerini esirgemeyen bölümümdeki değerli hocalarım ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Eğitim ve öğretim süresi içerisinde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme, yeğenlerime ve Demet GÜLPINAR'a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

D. Murat SEKBAN

Trabzon 2012

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘‘ D Kesit Köpük Dolgulu Tüp Monte Edilmiş Fiberglass Tekne / Bot İmalatı’’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr Ercan Köse‘nin sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 15.05.2012

Dursun Murat SEKBAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VII
SUMMARY.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar(ÇİZELGELER) DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Kompozit Malzemelerin Tarihçesi.....	2
1.3. Kompozit Malzemelerin Avantajları ve Dezavantajları.....	4
1.3.1. Kompozit Malzemelerin Avantajları.....	4
1.3.1.1. Mukavemet.....	4
1.3.1.2. Şekillendirilebilme ve Renklendirilebilme.....	5
1.3.1.3. Korozyon Direnci ve Elektrik İletimi.....	5
1.3.1.4. Titreşim Sönümlenme.....	5
1.3.2. Kompozit Malzemelerin Dezavantajları.....	5
1.4. Kompozit Malzemelerin Üretim Metodları.....	6
1.4.1. El Yatırma.....	6
1.4.2. Püskürtme.....	6
1.4.3. Elyaf Sarma.....	6
1.4.4. Profil Çekme.....	7
1.4.5. Reçine Transfer Kalıplama (RTM).....	7
1.4.6. Vakum Kalıplama.....	8
1.4.7. Hazır Kalıplama.....	8
1.5. Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları.....	8
1.5.1. Denizcilik Sektörü.....	8

1.5.2.	Havacılık Sektörü	9
1.5.3.	Spor Araçları Üretimi	9
1.5.4.	Sağlık Sektörü	10
1.5.5.	Ulaşım Sektörü	10
1.5.6.	Otomotiv Sektörü	11
1.5.7.	Tarım Sektörü.....	11
1.5.8.	İnşaat Sektörü.....	11
1.6.	Gemi İnşaa Sanaayinde Kompozit Malzeme Kullanımı.....	12
1.6. 1.	Sandviç Yapılar	12
1.7.	Kompozit Teknelerin Üretim Aşamaları	15
1.7.1.	Kalıp Üretimi.....	15
1.7.2.	Gövde Laminasyonu	16
1.7.3.	Destek Elemanları	17
1.7.4.	Gövde – Güverte Birleşimi	19
1.7.5.	Parça Montajı	20
1.8.	Literatür Özeti ve Çalışmanın Amacı.....	20
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	22
2.1.	Kullanılan Malzemelerin Seçimi ve Özellikleri.....	22
2.1.1.	Tekne Gövdesi İmalatında Kullanılan Malzemelerin Seçimi ve Özellikleri ..	22
2.1.2.	Tüp Kumaşının Seçimi ve Özellikleri	23
2.1.3.	Tüpte Kullanılan Köpük Malzemenin Seçimi ve Özellikleri.....	24
2.2.	Tekne Üretimi	25
2.3.	Tüp Üretimi.....	26
2.4.	Tüpün Ağırlığının ve Su Çekiminin Ölçümü	28
2.5.	Darbe Deneyleri.....	29
3.	BULGULAR VE İRDELEME.....	32
3.1.	Tüpün Ağırlık, Su Çekimi Ölçümleri ve İrdelemesi	32
3.2.	Darbe Deneylerinin Sonuçları ve İrdelemesi	32
3.3.	Kırılma Yüzeyleri	34
4.	SONUÇLAR	36
5.	ÖNERİLER.....	37
6.	KAYNAKLAR.....	38

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi
ÖZET

D KESİT KÖPÜK DOLGULU TÜP MONTE EDİLMİŞ FİBERGLASS TEKNE / BOT
İMALATI

Dursun Murat SEKBAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ercan KÖSE

2012, 38 Sayfa

Polimer esaslı kompozitler hafiflik ve korozyon direnci özelliklerinden dolayı son yıllarda özellikle 10 metrenin altındaki teknelerin inşaatında sıklıkla kullanılmaktadır. Üretilen kompozit teknelerde genellikle hava dolu tüpler kullanılmakta ve bu hava dolu tüpler, hava kaybına bağlı olarak sönmeye sorunuyla sıklıkla karşılaşmaktadır. Bu amaçla hava dolu tüplere alternatif olarak polietilen köpük doldurulan tüplerin kullanımı amaçlanmış ve çalışmada bu soruna çözüm olabilecek bir uygulama yapılmıştır.

Bu çalışmada öncelikle kompozit malzemeler hakkında genel bilgiler ve kompozit malzemelerin gemi inşaa sanayinde kullanımı anlatılmıştır. Kompozit teknelerin genel üretim aşamaları hakkında bilgiler verilerek tekne üretimi safhasına geçilmiştir.

Tez kapsamında 6 metre uzunluğunda kompozit bir tekne üretimi yapılmış ve bu teknede polietilen köpük dolgulu tüp kullanılmıştır. Teknenin tamamlanmasından sonra tekne üretiminde kullanılan polietilen kompozit malzemeye ve tüp üretiminde kullanılan polietilen köpük malzemeye bir dizi deney yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda polietilen tüp kullanımının hava dolu tüp kullanıldığı duruma oranla tekneye ekstra darbe direnci sağladığı ve tüp kısmında olası yaralanma durumunda teknenin seyrini tamamlaması için hava dolu tüplere göre avantajlar sağladığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit malzeme, tekne, polietilen köpük

Master Thesis
SUMMARY

THE PRODUCTION OF FIBERGLASS BOAT D SECTION FILLED FOAM TUBE
WAS INBUILT

Dursun Murat SEKBAN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Naval Architecture and Naval Engineering
Supervisor: Prof. Dr. Ercan KÖSE
2012, 38 Pages

In recent years, polymer – based composites are frequently used the construction of boats which are especially below 10 meter length because of the features of its lightness and corrosion resistance. Generally the tubes which are full of air are used in produced composite boats and these tubes frequently face the matter of deflation due to deficiency of air. For this purpose, it was aimed to use tubes which are filled with polyethylene foam as an alternative to air – filled tubes and at this study and application that would be a solution to this problem was carried out.

At this study, initially it was explained to general information about composite materials and the using of composite materials at industry of boat construction. Having been given information about general production stages of composite boats, it was passed the phase of boat production.

For thesis, it was constructed a composite boat that is 6 meter length and it was used tube that is filled with polyethylene foam at this boat. A series experiment was carried out polyethylene foam material which was used production of tube and polyethylene composite material which was used in construction of boat after completion of boat. Consequence of these experiments it was obserued that using polyethylene tube provides extra impact resistance against the boat if we compare the situation of using air – filled tube and it provides advantages since it enables boat to complete its destination when there is a damage at the tube part compared with air – filled tubes.

Key Words: Composite material, boat, polyethylene foam

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Malzemelerin kullanımının tarihsel değişimi [3].....	2
Şekil 2. Kompozit bir malzeme olan kerpiçten yapılmış ev	2
Şekil 3. Cam lifi.....	3
Şekil 4. Kompozit malzeme üretiminde püskürtme metodu düzeneği.....	6
Şekil 5. Kompozit malzeme üretiminde profil çekme metodu düzeneği.....	7
Şekil 6. Kompozit üretiminde reçine transfer kalıplama metodu düzeneği [4].....	7
Şekil 7. Kompozit malzeme üretiminde vakum kalıplama metodu düzeneği.....	8
Şekil 8. Üretim aşamasında bir kompozit tekne.....	9
Şekil 9. Bir uçağın üretiminde kullanılan malzemeler ve oranları [7].....	9
Şekil 10. Kompozit spor araçlarından bazıları	10
Şekil 11. Sağlık sektöründe kullanılan kompozit araçlardan bazıları.....	10
Şekil 12. Tarım sektöründe kullanılan kompozit malzeme katkılı bir boru.....	11
Şekil 13. İnşaat sektöründe kullanılan kompozit levhalar	12
Şekil 14. Çekirdek malzeme kullanımının kompozit malzemeye olan etkileri.....	13
Şekil 15. Üretilen gövdenin kalıptan ayrılması	17
Şekil 16. Destek elemanlarının üretim aşaması.....	18
Şekil 17. Tekne gövdesinin üretim aşamasında çekirdek malzeme kullanımı.....	23
Şekil 18. Hypalon kumaşın yapısı [9].....	24
Şekil 19. RTM metoduyla üretilen tekne gövdesi kalıptan çıkarılmadan önce.....	25
Şekil 20. Üretilen tekne gövdesi kalıptan çıkarıldıktan sonra kesme işlemleri yapılırken ..	26
Şekil 21. Üretimden vazgeçilen ilk tüp sistemi protatipi	26
Şekil 22. Teknede kullanılan tüp sisteminin protatipi	27
Şekil 23. Ürettiğimiz tüpün tekneye monte edildikten sonra arkadan görünüşü.....	27
Şekil 24. Üretilen tüp tekneye monte edildikten sonra teknenin görünüşü.....	27
Şekil 25. Polietilen köpük numunenin ağırlığının ölçülmesi	28
Şekil 26. Darbe deneyi düzeneği şematik gösterimi.....	29
Şekil 27. Yöne bağlı darbe dayanımı ölçüm numuneleri.....	30
Şekil 28. Darbe deneyi için hazırlanan numuneler.....	31

Şekil 29. Ölçülen darbe deneyi değerlerinin grafiksel gösterimi.....	33
Şekil 30. Darbe deneyleri uygulanan numunelerin kırıldıktan sonraki hali.....	34

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Çekirdek malzemeler ve taleplere göre performansları	14
Tablo 2. Deneylerde ölçülen kırılma enerjileri değerleri	32
Tablo 3. Numunelere uygulanan darbe deneyi sonucu ölçülen değerler	33

SEMBOLLER DİZİNİ

m	: Kütle
V	: Hacim
ρ	: Yoğunluk
A	: Alan
l	: Uzunluk
π	: Pi Sayısı
h	: Yükseklik

1. GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

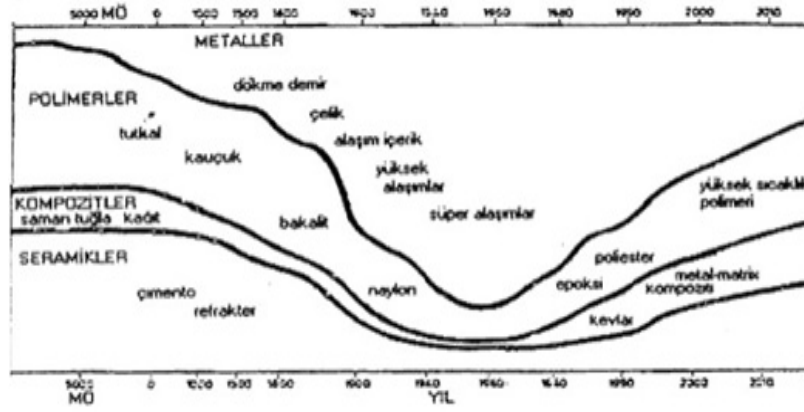
İnsanla malzeme arasındaki ilişki insanlığın tarihi kadar eskilere dayanmaktadır. İnsanın kendisini diğer canlılardan ayıran özelliklere sahip olması, araç kullanabilmesi ve zekası, kendiliğinden oluşan bir malzeme gereksinimini doğurmuştur. İlk malzemenin kullanımıyla ilgili kesine yakın bir tarih vermek gerekirse, ilk insanın var olduğu veya insan özelliklerinin görüldüğü tarihin verilmesi doğru olacaktır.

Malzemeleri metaller, seramikler ve polimer malzemeler olarak 3 ana gruba ayırabiliriz. Bu 3 ana grubun yanında iki ya da daha fazla sayıdaki, aynı veya farklı gruptaki malzemelerin en iyi özelliklerini tek bir malzemedeki toplamak amacıyla üretilen kompozit malzemeleri de ekleyebiliriz. Bu tanımdan da anlayabileceğimiz üzere kompozit malzeme; farklı özelliklere sahip malzemelerin yeni bir özellik göstermesi amacıyla makro düzeyde birleştirmesiyle oluşan malzemelerdir. Kompozitler yapay ve çok fazlı malzemelerdir. Kompozitlerde yapıyı oluşturan fazlar belirgin bir ara yüzey bulundurur ve fazların yapıları kimyasal olarak farklılıklar içerirler [1].

Kompozit malzemeler nispeten yeni bir alan olup 2. Dünya savaşı esnasında mevcut konvansiyonel malzemeler tek başlarına teknoloji karşısında belli ihtiyaçlara cevap veremez hale gelmesi ile başlamış ve o zamandan beri de bu malzemelerin üretimi ve mekanik özellikleri üzerine araştırma ve geliştirme faaliyetleri genişleyerek devam etmiştir. Bu gelişmeler için teşvik edici güç malzemelerde yüksek dayanım / yoğunluk ve yüksek elastik modülü / yoğunluk oranı elde etmek olmuştur. Kompozit malzemelerde malzemenin özelliğini etkileyen başlıca faktör konsantrasyondur. Aynı zamanda konsantrasyon kompozit malzemenin özelliklerini değiştirmek için kolaylıkla kontrol edilebilen bir parametredir [2]. Bu nedenle özel uygulama alanlarında kullanımları hızla artmaktadır. Bu malzemeler, belirli uygulama alanları için üstün mekanik ve fiziksel özellikler elde etmek amacıyla belli özel konfigürasyonda değişik fazdaki malzemelerin bir araya getirilmesi ile oluşan malzemeler olduklarından çok fazlı malzemeler olarak da adlandırılırlar.

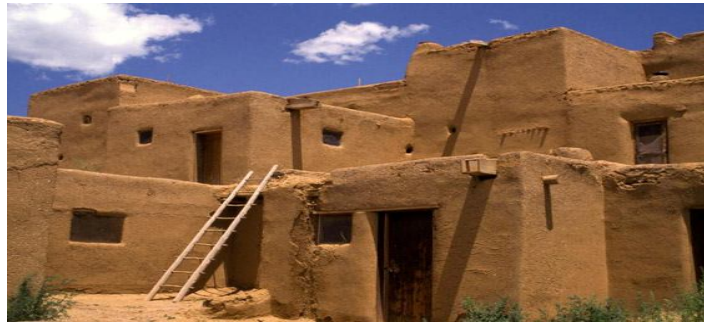
1.2. Kompozit Malzemelerin Tarihçesi

Günümüzde tekne yapımından bina yapımına, ev aletlerinden uzay teknolojisine kadar hemen her alanda çok yaygın bir kullanım alanı bulunan kompozit malzemenin üretimi son birkaç yüzyılda önemli ölçüde artış göstermiş olsa da aslında çok eskilere dayanmaktadır.



Şekil 1. Malzemelerin kullanımının tarihsel değişimi [3].

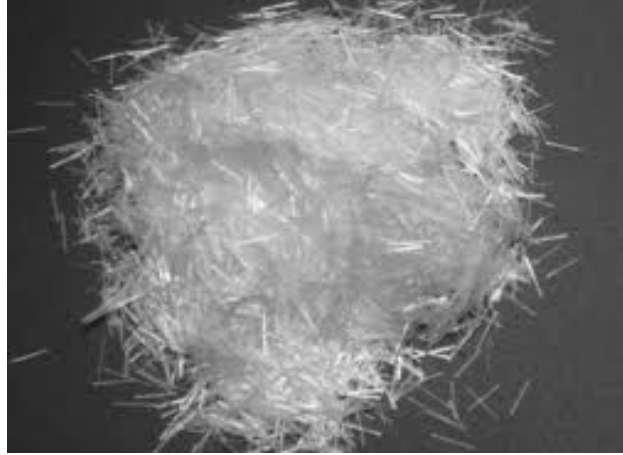
İlk çağlardan beri insanlar kırılğan malzemenin içine bitkisel ve hayvansal kaynaklı lifler koyarak bu kırılğanlık özelliğinin giderilmesine veya azaltılmasına çalışmışlardır. Bu konuda en iyi örneklerden biri olarak kerpicci gösterebiliriz. Çok eski çağlardan beri geleneksel bir malzeme olarak kullanılan kerpiçte, kil hamuruyla birlikte bitkisel liflerin ve samanın, alçı sıva veya kartonpiyer olarak kullanıldığında ise keten veya kenevir liflerinin, kıtık ve at kuyruğu, keçi kılı gibi hayvansal liflerin kullanıldığı bilinmektedir. Şekil 2'de görüldüğü üzere kerpiç eski çağlardan beri konut inşasında kullanılmıştır.



Şekil 2. Kompozit bir malzeme olan kerpiçten yapılmış ev

Günlük uygulamalarda en çok kullanılan kompozit malzemeler; asbest lifleriyle donatılı çimento ve cam lifleriyle donatılı polyester kompozitlerdir.

Özellikle harç ve betonlar konusundaki çalışmalar başlangıçta Danimarka'da West ile Kranchel, Amerika Birleşik Devletleri'nde Romualdi, İngiltere'de Yapı Araştırma Kurumu'nda Nurse ve Majumdar'ın öncülüğünde başlamış ve çeşitli ülkelerde bu alandaki araştırmacıların çalışmalarıyla devam etmiştir [4]. Liflerle donatılı kompozitler üzerindeki bu çalışmalar gittikçe farklı alanlarda gelişmiştir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde bilim adamları ve mühendisler betonu matris malzemesi olarak kabul ederek naylon ve polipropilen gibi lifler başta olmak üzere çok farklı liflerle özellikle de çelik lifler ve tellerle donatı üzerindeki çalışmalarını derinletmişlerdir. Buna karşılık olarak İngiltere'de Yapı Araştırma Kurumu 1966 yılından itibaren özellikle cam elyafı ile donatı, buna uygun matris malzemesinin seçimi ve donatıda kullanılacak cam lifinin özelliklerinin iyileştirilmesi üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmıştır [4]. İnce tabaka şeklindeki uygulamalar burada ağırlık kazanmıştır. Özellikle, betonda alkali ortamda tahrip olan E-camı lifleri yerine 1971 yılında Pilkington Firması'nın "CEM Fil" diye tanınan alkali ortama dirençli cam liflerini üretmesi bu alanda bir dönüm noktası olmuştur. Şekil 3'de cam lifi görülmektedir.



Şekil 3. Cam lifi

Burada sözü edilen çalışmaları yine Pilkington'daki ve Japonya'daki daha üstün nitelikli cam liflerini üretme çalışmaları izlemiştir. Polipropilen, naylon gibi sentetik lifler ve karbon liflerinin uygulanabilirliği konusunda çalışmalar yürütülmüştür. Ancak bu liflerin 1970'li yılların teknolojisi ile cam lifleri kadar kolay üretilmemesi buna bağlı

olarak da maliyetinin yüksek oluşu cam lifinin ve çelik tellerin önemini yitirmemesine sebep olmuştur.

Öte yandan liflerle donatılı sentetik reçineler 1950’li yılların ortalarından itibaren endüstride kullanılmaya başlanmıştır. Özellikleri açısından liflerle donatılı harç ve betonlara göre farklılık gösteren bu malzemelerin en tanınmış grubunu ‘‘cam lifi donatılı polyester reçinesi kompoziti yani bildiğimiz adıyla fiberglass oluşturmaktadır. 1960’lı yılların başından itibaren Türkiye’de sıvı depoları, çatı levhaları, küçük boyda deniz araçları yapımı gibi yerlerde kullanılmışlardır. Ülkemizde seri üretimi yapılmış ilk yerli otomobil olan Anadol’un kaportası da bu malzemedan yapılmıştır.

1.3.Kompozit Malzemelerin Avantajları ve Dezavantajları

Kompozit malzemelerin üretim amacını 3 temel malzeme olan metal, seramik ve polimerlerin özelliklerini inceleyerek anlayabiliriz. Metaller; magnezyum, alüminyum ve berilyum gibi birkaç türü dışında genelde çok ağır malzemelerdir. Seramik malzemeler ise metallere göre daha düşük yoğunluğa sahip fakat sert, kırılğan ve şekillendirmeleri zordur. Polimer malzemeler düşük yoğunluk, kolay şekillendirilebilirlik ve yüksek kimyasal dirence sahip olmasına karşın mekanik kararlılıklarının ve ısı dayanımlarının düşük olması sebebiyle yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılamamaktadır. Göreceğimiz üzere her türün kendine has avantaj ve dezavantajları vardır. Kompozit malzemelerde bu bağlamda özellikle hafif fakat dayanıklı ve yüksek sıcaklıklarda kullanılacak malzeme gereksinimi sonucu ortaya çıkmıştır.

1.3.1 Kompozit Malzemelerin Avantajları

Bazı mekanik ve fiziksel özellikler açısından kompozit malzemelerin avantajları şu şekildedir.

1.3.1.1 Mukavemet

Kompozitlerin çekme ve eğme mukavemetleri birçok metalik malzemeye göre daha yüksektir. Ayrıca kompozitlere istenilen yerde ve yönde gerekli mukavemet verilebilir.

1.3.1.2 Şekillendirilebilme ve Renklendirilebilme

Kompozit malzemelerde büyük ve karmaşık parçaları tek kalıp halinde üretmek mümkün olduğundan malzeme ve işçilik yönünden avantajlıdır. Ayrıca üretim esnasında jelkota katılan renk pigmentleri sayesinde ürün istenilen renkte üretilebilir. Bunun ek bir işçilik ve masraf gerektirmemesi önemli bir avantajdır.

1.3.1.3 Korozyon Direnci ve Elektrik İletimi

Kompozitler hava etkilerinden, korozyondan ve kimyasal etkilerden zarar görmezler. Bu özelliğinden dolayı kimyasal tanklar, tekne ve deniz araçları gibi yerlerde sıklıkça kullanılırlar. Ayrıca kompozit üretiminde uygun malzemenin seçilmesiyle iyi bir iletken veya iyi bir yalıtkan malzeme üretilebilir.

1.3.1.4 Titreşim Sönümlenme

Kompozit malzemeler sünek yapılar olduğu için iyi bir sönümleyici ve titreşim yutucu malzeme olarak nitelendirilebilirler.

1.3.2 Kompozit Malzemelerin Dezavantajları

Kompozit malzemeler kendisini oluşturan malzemelerin kötü özelliklerinden direkt olarak etkilenirler. Örneğin matris yüksek sıcaklıklarda çalışmıyorsa onun oluşturduğu kompozit de bu özellikten etkilenir ve yüksek sıcaklıklarda çalışamaz.

Kompozit malzemelerin dezavantajları şunlardır:

- a) Malzemenin içindeki hava zerrecikleri, yorulma özelliklerini olumsuz etkiler.
- b) Her doğrultuda aynı özellik göstermezler. (İzotropik değildirler)
- c) Aynı kompozit malzeme için çekme, basma, kesme ve eğilme mukavemet değerleri farklılıklar gösterir.
- d) Kompozit malzemelerde delik delme, kesme gibi işlemler, liflerde açılmaya neden olduğundan hassas imalat yapılamaz.

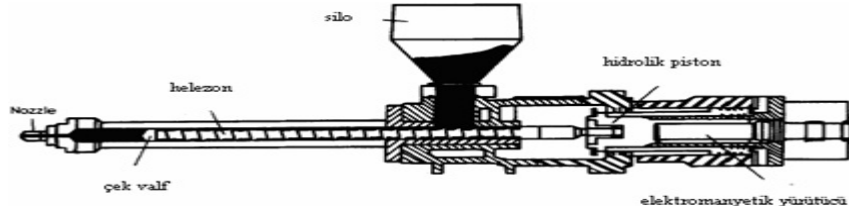
1.4 Kompozit Malzemelerin Üretim Metodları

1.4.1 El Yatırma

Yöntem temel olarak; dokuma veya kırılmış elyafların kalıp üzerine elle yatırılması ve üzerine sıvı reçine sürülmesiyle ürünün oluşturulmasıdır. Yöntemde işlem aşamaları kalıbın temizlenmesi ve jelkotun sürülmesiyle başlar. Jelkotun sertleşmesinden sonra elyaf yatırma işlemi gerçekleştirilir. Son aşama olarak da elyaflara reçine sürülür. Kompozit ürünün kalitesi açısından reçinenin elyaflara iyi nüfuz etmesi çok önemlidir. Bunu sağlamak için reçine içinde kalan hava bir rulo yardımıyla çıkartılır. Elle yatırma yöntemi az sayıda parça üretimleri için daha uygundur.

1.4.2 Püskürtme

Bu yöntemde kırılmış elyaflar kalıba, reçine ile birlikte Şekil 4’de görülen düzeneğe benzer özel bir tabancadan püskürtülür. Daha sonra rulo ile içerde kalan hava alınarak ürün hazırlanmış olur. Tekneler, tanklar ve duş ünitesi gibi büyük ve karmaşık şekilli parçaların üretiminde el yatırması yöntemine göre daha avantajlıdır.



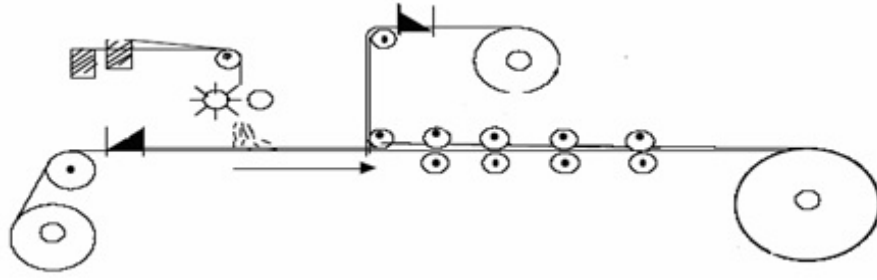
Şekil 4. Kompozit malzeme üretiminde püskürtme metodu düzeneği

1.4.3 Elyaf Sarma

Elyaf sarma yönteminde elyaf lifleri reçine ile ıslatılarak bir makaradan çekilir ve dönen bir kalıp üzerine sarılır. Liflerin kalıba farklı açılarla sarılması sebebiyle yöne bağlı olmayan farklı mekanik özelliklerde ürünler elde edilebilir. Elyaf kalınlığı istenilen düzeye ulaştığında ürün sertleşir ve döner kalıptan ayrılır. Bu yöntem genelde yat direkleri, araba şaftları gibi özel biçimli parçaların üretilmesinde kullanılır.

1.4.4 Profil Çekme

Şekil 5'deki düzenekteki gibi sisteme aktarılan elyaf reçine banyosundan geçirilerek 120 - 150°C 'ye kadar ısıtılan şekillendirme kalıplarından geçirilerek sertleştirilir. Takviye yönünde çok yüksek mukavemet değerleri elde edilir. Profil çekmede kalıplar genelde krom kaplanan çeliklerden yapılır. Düşük maliyetli ve seri bir üretim yöntemidir.

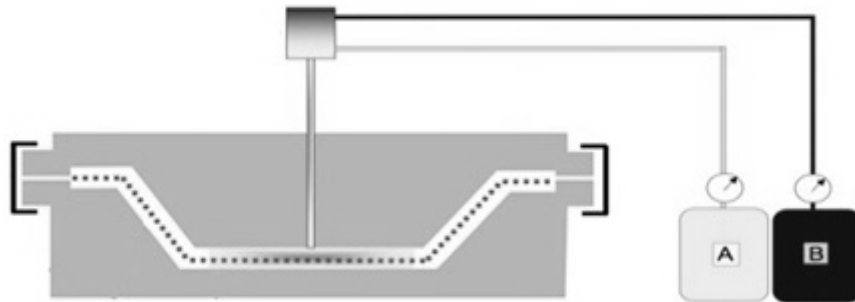


Şekil 5. Kompozit malzeme üretiminde profil çekme metodu düzenegi

1.4.5 Reçine Transfer Kalıplama (RTM)

Her iki yüzeyinde düzgün olması istenilen durumlarda kullanılan bu yöntem elle yatırmaya göre daha hızlı ve daha uzun ömürlüdür. 2 adet kalıp gereklidir ve kalıplar kompozit malzemedenden üretilebilir.

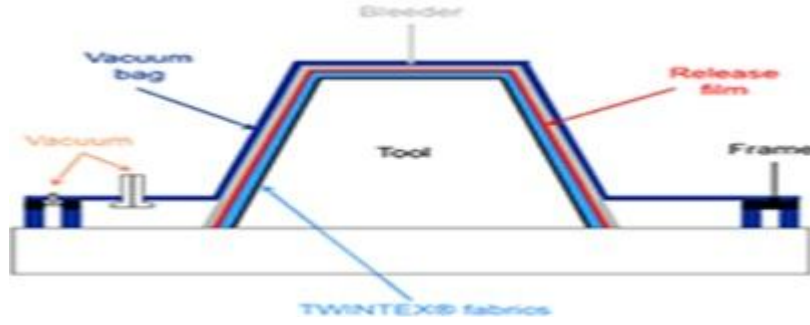
Şekil 6'da görüldüğü gibi takviye malzemesi kalıp boşluğuna yerleştirilir ve kalıp kapatılır. Reçine basınçla kalıba pompalanır. Bu yöntemde içerideki havanın dışarı çıkarılması için vakum kullanılabilir. Kapalı kalıpta üretim gerçekleştiği için zararlı gazlar azalır ve gözeneksiz ürünler elde edilir. Karmaşık yapıları ürünler bu methodla üretilebilir.



Şekil 6. Kompozit üretiminde reçine transfer kalıplama metodu düzenegi [5].

1.4.6 Vakum Kalıplama

Şekil 7’de görüldüğü üzere kalıba yerleştirilen kompozit malzemenin en üst katmanı olarak bir vakum torbası gerilir ve içerideki hava emilerek vakum torbası malzemenin üzerine çekilir. Son olarak tüm birleşim fırına verilerek ısıtılır. Bu yöntem genelde elyaf sarma ve elyaf yatırma işlemleriyle bağlantılı olarak kullanılır. Özellikle kompozit malzemelerin tamiri bu yöntemle gerçekleştirilebilir.



Şekil 7. Kompozit malzeme üretiminde vakum kalıplama metodu düzeniği

1.4.7 Hazır Kalıplama

Reçine transfer kalıplama yöntemine benzer bir yöntemdir. Bu yöntemde farklı olarak reçine / elyaf karışımı kalıp dışarısında karıştırılır ve eritilerek basınç altında kalıba enjekte edilir. Bu yöntemde kullanılan reçineler düşük viskoziteli ve termoset yapıda olmalıdırlar. Yüksek alev dayanımı, montaj kolaylığı, düzgün yüzey ve geniş tasarım esnekliği gibi büyük avantajları vardır. Ayrıca diğer yöntemlere göre daha hızlıdır. Hazır kalıplama yöntemi otomotiv endüstrisinden uçak parçalarına kadar birçok alanda kullanılır.

1.5 Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları

1.5.1 Denizcilik Sektörü

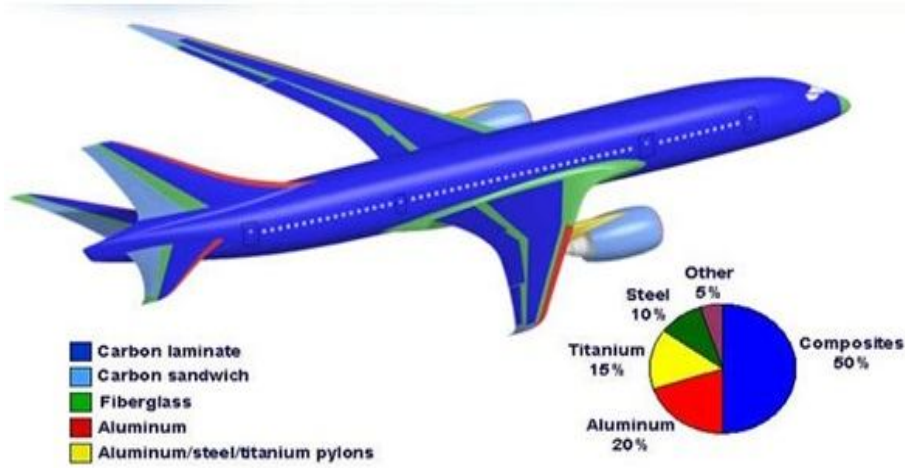
Kompozit malzemeler günümüzde sıklıkla küçük teknelerin ve kanoların yapımında kullanılmaktadır. Kompozit malzeme teknelere hızlılık, hafiflik ve rahat manevra yapabilme özelliği katar.



Şekil 8. Üretim aşamasında bir kompozit tekne

1.5.2 Havacılık Sektörü

Özellikle ileri düzey kompozit malzemeler havacılık sanayiinde geniş kullanım alanı bulmaktadır. Hafiflik ve bu hafifliğe oranla üstün mekanik özellikler sağlaması kompozit malzemelerin tercih edilme sebebidir. Kompozitlerden imal edilen uçak parçalarının ağırlığı diğer malzemelerden imal edilenlere göre yaklaşık % 60 daha hafiftir [6].



Şekil 9. Bir uçağın üretiminde kullanılan malzemeler ve oranları [7]

1.5.3 Spor Araçları Üretimi

Kompozit malzemelerin son zamanlarda en çok kullanıldığı alanlardan biri de spor araçları üretimidir. Özellikle ağırlığının azalması dolayısıyla hareket kabiliyetinin artması ve dayanıklılığın artmasına neden olan cam ve karbon elyaflı kompozitler kullanılır.



Şekil 10. Kompozit spor araçlarından bazıları

1.5.4 Sağlık Sektörü

Ortopedi ve dişçilik uygulamalarında sıklıkla kullanılırlar. Şekil 11’de görülen kompozit malzemeler, ortopedide kırık kemik onarımında iç ve dış bağlantı sistemi olarak ve eklem - kemik yenilemelerinde kemik çimentosu olarak kullanılır. Diş hekimliğinde ise diş dolgusu olarak kompozit reçineler, diş destek materyali olarak kolijen lif ile güçlendirilmiş epoksi reçineler kullanılır.



Şekil 11. Sağlık sektöründe kullanılan kompozit araçlardan bazıları

1.5.5 Ulaşım Sektörü

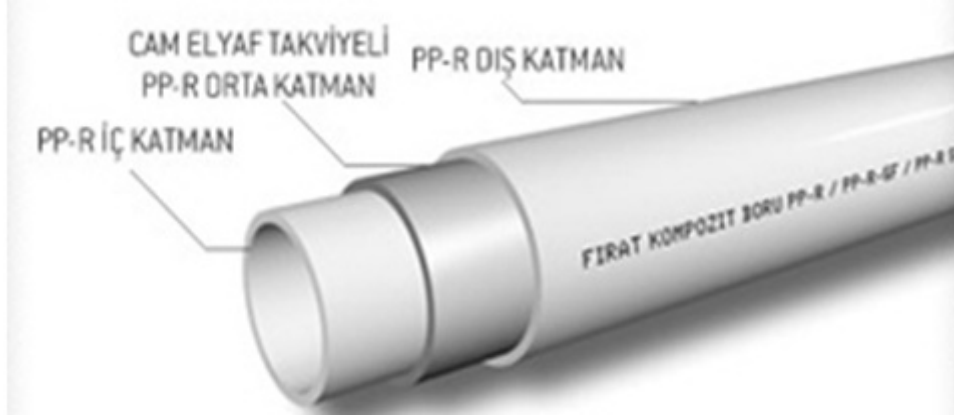
Araç konstrüksiyonlarında maliyet ve ağırlık düşürmek amacıyla kompozit malzemeler kullanılır. Ağırlığın düşürülmesiyle hem enerji tasarrufu sağlanır hem de daha hızlı araçlar geliştirilebilir.

1.5.6 Otomotiv Sektörü

Otomotiv sektöründe kompozit malzemeler daha hafif otomobiller üretebilmek için kullanılmaktadır. Bu sayede otomobiller daha çabuk hızlanabilir ve daha çabuk durabilirler. Ayrıca daha hafif otomobil daha ufak bir motor ve daha az benzin tüketimi anlamına geldiğinden günümüzde otomotiv sektöründe kompozit malzeme kullanımı büyük artış göstermektedir.

1.5.7 Tarım Sektörü

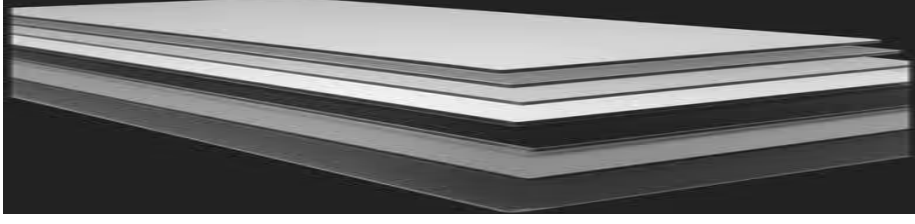
Tarım sektöründe kompozit malzemeler istenildiğinde ışık geçirebilmesi, tabiat şartlarına ve korozyona olan direnci, düşük yatırım ve kolay montaj gibi avantajlar sağlaması nedeni ile sıklıkla tercih edilmektedir. Tahıl ambarları, su boruları ve sulama kanalları imalatında sıklıkça kompozit malzemeler kullanılır. Şekil 12’de kompozit bir su borusu görülmektedir



Şekil 12. Tarım sektöründe kullanılan kompozit malzeme katkılı bir boru

1.5.8 İnşaat Sektörü

Esnek ve kolay tasarım, nakliye ve montajda büyük avantajlar sağlaması nedeniyle inşaat sektöründe tercih edilir. Ayrıca izolasyon problemini çözmek ve bakım giderlerini azaltmak amaçlı kompozit kullanımı da mevcuttur. Otobüs durakları, soğuk hava depoları, tatil evleri ve cephe kaplamaları gibi birçok kullanım alanı mevcuttur.



Şekil 13. İnşaat sektöründe kullanılan kompozit levhalar

1.6 Gemi İnşaa Sanaayinde Kompozit Malzeme Kullanımı

Elyaf takviyeli plastik, tekne gövde ve güvertelerinde oldukça sıklıkla kullanılır. Günümüzde bu malzemeye olan ilgi oldukça artmıştır. Elyaf takviyeli plastik kullanılan yapılarda katmanların dayanım özellikleri ayarlanabilir ve buna bağlı olarak daha hafif ve daha güçlü yapılar oluşturulabilir.

Çelik, alüminyum ve ahşaptan farklı olarak elyaf takviyeli plastik elde etmek için reçine ve elyaf kullanarak kendi malzememizi kendimiz üretmiş oluruz. Değişik miktarlarda elyaf reçine oranı ile malzemeyi üretebileceğimiz için elyaf takviyeli plastiklerde tipik bir dayanım değeri veremeyiz. Tekne inşaatı endüstrisinde en çok kullanılan elyaf türü cam elyaflardır. Sadece dayanım olarak düşünüldüğünde daha iyi elyaflar bulunabilir fakat maliyet, dayanım ve etkinlik üçlüsünü bir arada düşünürsek cam elyaf oldukça iyi bir seçimdir.

Teknelerde elyaf – reçine oranı dışında kompozit malzemenin dayanımını etkileyen en önemli faktörler ıslak tabakalar ve yorulmadır. Kuru tabakalar için kopma dayanımı değerleri belirlense de pratikte teknelerde bu değerler beklenmemelidir. Tekneler su içinde çalışır ve suda uzun süre kalan tabakaların dayanımı azalır. Fakat şu da bilinmelidir ki tekne kullanım süreci dışında karada muhafaza edilir ve tabakalar kurutulursa ilk dayanım değerlerine tekrar ulaşılabilir. Kompozit tabakalar için diğer önemli dayanım zayıflatıcı faktör yorulmadır. Teknenin dalgalı denizdeki seyri, titreşimli arma, salma ve dümen yükleri teknedeki yorulma yüklerini meydana getirir.

1.6.1 Sandviç Yapılar

Tekne yapımında temel olarak sandviç yapıda kompozitler kullanılır. Sandviç yapılar üç ana bileşenden oluşur. Bunlardan birincisi yüksek mukavemetli, rijit yapıya sahip ince

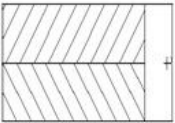

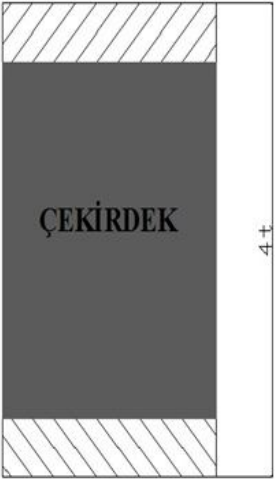
yüzey malzemesi, ikincisi kalın ve yüzey malzemesine göre daha hafif ve düşük mukavemetli çekirdek, üçüncüsü de bu iki malzemeyi yapışma ara yüzeyinde hasar oluşmayacak kadar güçlü şekilde bağlayan yapıştırıcı malzeme reçinelerdir.

Temel olarak sandviç yapıda bir tekne inşa etmek için 3 sebep vardır.

1- Daha hafif bir inşa ağırlığı sağlar. Ayrıca dış kaplamanın tek katmanlı ince tabaka olması halinde rıhtıma yanaşma, karaya oturma ve tekne inşaatı sırasında oluşacak darbelere karşı yeterli dayanım olmayacaktır.

2- Sandviç yapı tüm teknenin toplamda kendi kendisini destekleyen stifnerin olmadığı bir yapı kullanmaya elverişlidir.

3- Sandviç yapılar teknenin kalıp olmadan tek olarak inşa edilebilmesi için elverişlidir.

			
Bağıl Katılık	100	700	3700
Bağıl Dayanım	100	350	925
Bağıl Ağırlık	100	103	106

Şekil 14. Çekirdek malzeme kullanımının kompozit malzemeye olan etkileri [8].

Şekil 14’de görebileceğimiz üzere sandviç yapının en büyük avantajı ağırlıkta büyük artışlar yapılmadan dayanım ve katılığın artırılabilmesidir. Tabaka kalınlığı sabit tutularak panel kalınlığı eklenmesiyle, toplam boyut 2 katına çıkarıldığında katılık 7 kat dayanım ise 3,5 kat artmıştır. Yine aynı şekilde toplam boyut 4 katına çıkarıldığında ise katılık 37, dayanım ise 9,25 kat artmıştır.

Çekirdek malzeme seçimi ihtiyaçlara göre belirlenir. Aşağıdaki tabloda bazı çekirdek malzemelerin değişik durumlardaki davranışları derecelendirilmiştir.

Tablo 1. Çekirdek malzemeler ve taleplere göre performansları [8].

Talepler	Kontraplak	Balsa	Poliüretan	Doğrusal PVC	Çapraz Bağlantı PVC
Hafiflik	-1	2	2	2	2
Su Emme	0	-1	0	2	2
Kesme Dayanımı	2	2	0	1	1
Yorulma	2	2	-1	2	2
Darbe Dayanımı	2	1	-1	1	0
Yapışma	2	2	1	0	2
Isıl Direnç	2	2	1	1	1
Isı Yalıtımı	1	2	2	2	2
Yanma Direnci	-1	-1	0	2	2
Yaşlanma	-1	-1	2	2	2
Su Direnci	0	0	0	1	2
Onarım	0	0	0	0	0
Ekonomi	0	2	1	0	0
TOPLAM	8	12	8	17	18

-1= zayıf , 0=uygun , 1=iyi , 2=mükemmel

Tablo 1’de görüldüğü üzere tekne inşaatında kullanılan çekirdek malzemelerden doğrusal veya çapraz bağlı PVC köpük diğer çekirdek malzemelere göre daha avantajlıdır ve tekne inşaatında en sık kullanılan çekirdek malzemeleridir.

Sandviç yapıda bir tekne inşaatında karşılaşılan en büyük sıkıntı kalıbın eğri kısımlarında çekirdek malzemenin küçük küplere bölünme gereksinimi ve bu küplerin birbirine yapıştırılmasında karşılaşılan sıkıntılardır. Küplerin birbirine yapıştırılması olayını reçinenin hallettiği düşünülse de bunun aslında birçok sıkıntısı vardır. Bunlardan ilki boşlukların tam anlamıyla dolduğundan emin olunamamasıdır. Diğer bir sıkıntı ise

reçine fazlalığından dolayı ağırlığın önemli ölçüde artması ve yüzeyler arasında sert noktaların artması ile panelin darbe kuvvetlerine olan direncinin azalmasıdır. Bu sorunu çözmek için genelde ya boşluklar çekirdekdeki maddenin dayanım elastiklik özelliklerine yakın mikro – balon dolgularla kaplanır ya da her iki yüzey tabakalandıktan sonra çekirdeğin içine dolgu malzemesi enjekte edilir.

1.7 Kompozit Teknelerin Üretim Aşamaları

1.7.1 Kalıp Üretimi

Fiberglas kalıplar genellikle istenen şekil ve boyuttaki malzemenin önce erkek kalıbının oluşturulmasıyla yapılır. Erkek kalıplar elle, ahşap veya çelik iskelet ve genellikle ahşap ya da kontrplak kaplama kullanılarak yapılır. Ahşap yüzey düzeltilir, fiberglas kumaşı uygulanabilir ve yüzey yine düzeltilir.

Erkek kalıplar, bilgisayar destekli dizayn ve üretim programları kullanılarak da yapılabilir. Bu uygulamada gemi inşa mühendisinin modelleme çizimlerinden oluşan bilgisayar verilerini kullanarak beş eksenli bir freze makinesine kumanda eden ve büyük bir köpük bloğundan gövdenin ya da teknenin başka bir kısmının formunu ortaya çıkartan bir program kullanılır. Sonra bu köpük kalıp, kalın ve yoğun bir dolgu malzemesiyle kaplanır. Daha sonra 2,5 cm' in binde oranlarında bir kalınlık oluşturacak şekilde çok hassas bir toleransla freze işleminden geçirilir.

Bazı yapımcılar CAD-CAM ve geleneksel metotları bir arada uygular; örneğin gövdenin kalıp iskeletini CAD-CAM kullanarak çıkarırlar ve sonra iskelet üzerini kaplama ve kalıbı düzgünleştirme işlemlerini elle yaparlar.

Erkek kalıp ayna düzgünlüğüne gelip tamamlandığında, dişi kalıbı oluşturma zamanı gelmiştir. Erkek kalıbın yüzeyi, yapışmayı önleyecek şekilde bir film tabakası oluşturmak üzere birkaç kez cilalanır ve bir yüzey aktif ayırıcı madde tatbik edilir. Sonraki adımda kalıp yapmak için özel olarak formüle edilmiş jelkot tabakaları uygulanır. Daha sonra kalın bir kırpmaya ya da keçe laminantı ve sonra fiberglas takviye tabakaları uygulanır. Bazen kalıpların sertliğini ve mukavemetini artırmak için aynı teknelerde olduğu gibi kalıplarda da çekirdek malzeme kullanılır. Sonra dişi kalıbın erkek kalıptan çıkartılırken formunu kaybetmesini önlemek için dış tarafına destek amacıyla bir iskelet eklenir.

Tamamlanmış dişi kalıp bundan sonra erkek kalıptan çıkartılır ve gövde, güverte ya da köprü güverte gibi bir tekne parçasını üretmeye artık hazırdır. Kalıp bundan sonra cilalanır ve yüzey aktif ayırıcı madde uygulanır.

1.7.2 Gövde Laminasyonu

Kalıp hazır olduktan sonra, 0,05 ile 0,08 cm kalınlıkta renkli bir jelkot püskürtülerek jel haline gelmesi ve kısmen sertleşmesi beklenir. Gövde dıştan içe doğru lamine edildiğinden en dışta gördüğümüz bitmiş ve henüz boyanmamış yüzey jelkottur. Jelkot gövdeye düzgün, parlıtlı görünümünü ve rengini verirken alt fiberglas tabakalarını da korumaya yardımcı olur.

Jelkottan sonra “kabuk” tabaka gelir; bu kat genellikle bir-iki kırpma yada elle serilmiş keçe takviye tabakalarından oluşur. Bu katlar jelkotun üzerinde bol reçineli bir bariyer tabakası oluşturur. Kırpma ya da keçe takviyelerin bu noktada kullanılmasının nedeni iki tip takviyenin de düzgün bir dağılımla sertleşmesi ve elyaf motiflerinin rastgele bir yapıda olmasıdır. Sertleşme sırasında jelkot çekip, büzülmez böylece gövde kalıptan alındığında iz yapma durumuyla karşılaşılmaz.

Kullanılan katalizörler reçineye dikkatle, çabuk sertleşme oluşturmadan, yeterli çalışma süresi sağlayacak şekilde eklenmelidir; reçineye karıştırılacak uygun katalizör miktarı, ortam sıcaklığının bir fonksiyonudur. Çok fazla katalizör veya fazla kalın laminant kullanmak, çok yüksek bir ısı açığa çıkaran bir reaksiyon oluşturur. Ayrıca böyle uygulamalar, ozmos direncinin düşmesi deformasyon ve fiberglas takviyenin iz yapması şeklinde sonuçlar verebilir.

Serme işlemi oldukça basittir. Kalıba ya da daha önceden sertleşmiş takviye tabakasına ince bir kat reçine uygulanır. Bu ıslak reçine katının üzerine, kuru takviye tabakası istenildiği şekilde yerleştirilir; ve sonra püskürtücüyle ya da reçine uygulanarak ıslatılır. Yivli metal rulolar ve süpürücü silindirlerle fazla reçine ve hava kabarcıkları laminanttan atılır. Bu işlemle ayrıca takviyenin tamamen ıslanması da garantilenmiş olur.



Şekil 15. Üretilen gövdenin kalıptan ayrılması

Şekil 15’de görüldüğü gibi kalıptan ayrılan gövde gerekli kesimler yapıldıktan sonra gövde – güverte birleşimi yapılarak tekne inşaatı sonuçlandırılır.

1.7.3 Destek Elemanları

Çekirdek malzeme kullanıldığında bile her gövde, genellikle iç içe geçen bölme perdeleri, postalar ve stringerler şeklindeki ek destek elemanlarına ihtiyaç gösterir. Bölme perdeleri esasen gövdeyi enine kat eden duvarlardır. Çoğunlukla karşılıklı iki bordaya ve tabana saplama biçiminde tutturulan kontrplaktan yapılırlar; ayrıca çekirdek malzeme kullanılmış fiberglastan da üretilebilirler.

Bölme perdeleri suyun bir bölmeden diğerine akmasını önleyen ve böylelikle su sızdırmazlığı sağlayan elemanlardır.”Ara” perdeler gövdeye yapısal destek verirler, ancak üstlerindeki güverteye ulaşacak kadar yüksek olmadıklarından, su sızdırmazlığı sağlamazlar. Gövdeye fiberglasla tutturulmamış perdeler, gövdenin mukavemetine pek katkıda bulunmazlar, ancak mobilya veya diğer tali montaj elemanlarına destek olarak işlev yaparlar.

Stringerler gövde tabanını uzunlamasına kat eden destek elemanlarıdır. Köpükten, ahşaptan veya fiberglas içinde sıkıştırılmış kontrplaktan veya üzerinde perde ve posta yerleri bırakılmış tek bir ızgara sistemi şeklindeki bir kalıp olarak yapılabilirler; gövde kalıptayken ızgara alçaltılarak gövde içine fiberglasla yada yapıştırılarak takılır. Ahşap bir teknede enine destek elemanları kaburga yada ıskarmoz adını alır. Bu yapılar gövde kabuğunun mukavemetini artırır ve stringerlerle birlikte taban panellerinin boyutunu belirlerler.



Şekil 16. Destek elemanlarının üretim aşaması

Şekil 16’da kompozit destek elemanlarının üretim aşaması görülmektedir. Taban laminantının kalınlığı ve bu panellerin ebadı teknenin önceden tayin edilen hızı ve ağırlığına göre boyutlandırılır. Belli bir laminant kalınlığı için daha hızlı daha ağır bir tekne daha küçük paneller gerektirir. Diğer yandan çekirdek malzeme kullanılması halinde panellerin boyutu daha büyük olabilir. Her bir destek elemanının mukavemeti de gövde üzerinde beklenebilecek yüklere uygun şekilde hesaplanmalıdır. Destek elemanları gövde kabuğuna hiç ayrılmayacak şekilde sağlam yapıştırılmalıdır.

Perdeler ve stringerler, gövde kalıp içindeyken yerlerine takılmalıdır. Yoksa, gövde yapısal destek elemanları takılmadan kalıptan çıkarılırsa, deforme olarak şeklini kaybedebilir. Stringerler ve bölme perdeleri ile gövde arasındaki ikinci yapıştırma işleminde elde edilen bağ zayıftır; bu elemanlar gövdeye sağlam bir şekilde takılmalı ve birleşim yerlerine yüksek zorlanmaları azaltacak şekilde kavis verilmelidir.

Gövde kabuğu görece ince ve sert dalga etkisinin oluşturduğu yüklere maruz kalan bir yapı olduğu için, perdelerin ve stringerlerin gövde tabanına destek verdiği noktalarda özel uygulamalar gereklidir. Kontrplak perdeler aslında hiçbir zaman kabukla temas halinde olmamalıdır; yani kabuğa fibreglasla belli mesafede tutturulmalıdır. Bir çok tekne yapımcısı perdelerin etrafına gövde boyunca köpükten ya da balsa ağacından bir yatak şeridi monte eder ve tüm köşelerin iç taraflarını kavislendirirler. Bölme perdesinin saplama kısmı, perdenin gövde kabuğunda dönme yaptığı yer olan bu şeridin üzerine geçer. Bu şekilde perdenin meydana getirdiği zorlamalar gövde kabuğu boyunca çok daha düzenli bir şekilde dağılım gösterir.

Stringerlerdeki sintine su yolları, suyun sintinenin en alçak bölümüne geçişini sağlar ve su buradan tekne dışına pompalanır. Sintine su yollarının nasıl yapıldığı, hem suyun

tamamen dışarı tahliyesini sağlamak, hem de ister ahşap ister köpükten olsun stringer çekirdeğine su sızmasını sağlamak açılarından önem taşır. Çekirdek malzemesi ahşaptan olan stringerlerde, bölme perdelerinde ve kış aynalarında karşılaşılabilecek en kötü durum bu yapıların içine su sızması ve bunu izleyen çürümedir.

Sentine su yollarını açmak için en iyi yöntemlerden biri ahşap ya da köpük parçalar tekneye takılmadan önce bu su yollarını açmaktır; bu uygulamada kesilen bölge fiberglaslanır ve sonra stringer gövde de istenilen yere saplamayla tutturulur. Bu şekilde su yolları direk fiberglasla açılabilir.

1.7.4 Gövde – Güverte Birleşimi

Bir tekne sert dalgalarda seyrederken, gövde ve güverte sürekli olarak birbirinden ayrılma eğilimi gösterir. Makro ölçekte baktığımızda tekne güvertesinin en üst kısmı ve gövde tabanı bir I krişin çıkıntıları gibi davranır. Bu açıdan gövde – güverte birleşim yerinin maruz kaldığı önemli büyüklükteki kesme kuvvetlerine direnç gösterebilmesi gerekir. Bu nedenle gövde ve güvertenin birbirine sıkıca ve sağlam tutturulmuş olması ve birleşim yerinin hiçbir şekilde su sızdırmaması önemlidir.

Tipik olarak güvertenin iç kenarı ve gövdenin üst kenarı boyunca yapıştırma amaçlı bir dolgu malzemesi ya da bolca kuvvetli bir yapıştırıcı uygularlar. Yapıştırıcının bolca kullanılması önemlidir; çünkü karşı karşıya gelen yüzeylerde bazı düzensizlikler olabilir ve çıkıntılı kısımların sürekli ve kararlı bir şekilde birbiriyle temas etmesi sağlanmalıdır. Ayrıca yapışkanın teknenin içini kuru tutacak şekilde bir sızdırmazlık sağlaması gerekir.

Yapıştırıcı uygulandıktan sonra güverte, gövdeyle karşı karşıya gelecek şekilde alçaltılır. Sonraki adım, genellikle tekne çevresi boyunca 15 ile 20 cm'lik aralarla kendinden kılavuzlu vidaları takmaktır. Bu noktada vidalar iki fiberglas parçayı birbirine kenetleyerek iyi bir yapışma olmasını sağlarlar. Yapıştırıcı sertleşip kuruduktan sonra vidalar gereksiz hale gelir. Bunun nedeni, yapısal yapıştırıcıların çok iyi bir yapışma sağlamasıdır.

Uzun süreli emniyet için gövde – güverte birleşim yerine içten fiberglas uygulanır; bu da kritik bölgeye ekstra mukavemet verir. Bazı yapımcılar kendinden kılavuzlu vidaların yerine, teknenin ömrü boyunca yerinde kalacak olan vidalar kullanılır ve bunları sık aralıklarla vidalarlar. Sonraki adım borda kuşaklarını yerine takmaktır. Bu da diğer bir seri vidalama işlemi gerektirir. Borda kuşakları silikon ya da benzer bir malzemeyle yerine

yerleştirildiğinde işlem tamamlanmış demektir. En kullanışlı borda kuşakları, yoğun PVC' den yapılmış olanlardır. Bu tip borda kuşakları sağlam ve esnek olup, bakım gerektirmezler.

1.7.5 Parça Montajı

Gövde yapısı tamamlandıktan sonra tekne yapımcısı sevk ve dümen sistemlerinin jeneratörlerin, mekanik aksamın, yakıt tanklarının, elektrik kablolarının, su tesisatının, kabin ve mobilyaların, tali parçaların ve daha sonra büyük parçaların ve motor dairesi üzerindeki güvertenin montajını yapar. Çoğu tekne yapımında tuvalet, yemek masası, kabin gibi parçalar gövdeye ve kabin tabanına saplama yoluyla monte edilir. Böylece bu büyük parçalar sağlam bir şekilde sabitlenmiş olur ve ayrıca gövde mukavemetini az da olsa artırmaya katkıda bulunurlar.

1.8 Literatür Özeti ve Çalışmanın Amacı

Gerek hafifliği gerekse de fonksiyonel üstünlüklerinden dolayı son yıllarda ülkemizde ve dünyada fiber karinalı şişirilebilir tüp monte edilmiş teknelerin kullanımı hızla artmaktadır.

Botların en kritik bölgeleri sürekli basınç altında kalan tüp bölgeleridir ve en büyük sorunlarla da bu bölgelerde karşılaşmaktadır. Bu problemlerden başlıcaları:

- Sıcaklık değişimlerine bağlı olarak sıklıkla tüplerin havalarının inmesi
- Özellikle askeri amaçlı botlarda tüp kısmına gelen bir mermi veya delici etkiyle tüplerin patlaması ve buna bağlı olarak teknenin sevkinin güçleşmesi
- Hava dolu tüplerde tüp kısmında fonksiyonel açıklıkların oluşturulamamasıdır.

Yapılan çalışmada hava dolu tüpler yerine polietilen köpük dolgu tüpler kullanılmış ve kullanıcıların beklediği:

- Daha fazla görev yeterlilik
- Daha uzun ömür
- Daha az bakım ihtiyacı
- Tüp bölgesinde meydana gelebilecek bir delinmenin teknenin sevkine etkilenmeden devam etmesi gibi isteklere çözüm olabilecek bir sistem üretilmiştir.

Ayrıca çalışma kapsamında uygulanma fırsatı olmasa da polietilen köpüklerin şekillendirilebilirlik özelliğinden faydalanılarak özellikle arama kurtarma amaçlı teknelerde kurtarma amaçlı kapı vb. açıklıkların uygulanabilirliği ilerideki çalışmalar için ortaya konulmak istenmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1 Kullanılan Malzemelerin Seçimi ve Özellikleri

Çalışmamızda tekne gövdesi imalatında; matris malzemesi olarak epoksi reçine, takviye elemanı olarak cam elyafı ve çekirdek malzeme olarak da ahşap malzeme kullanılmıştır. Tüp imalatında ise; tüp kumaşı olarak hypalon kumaş ve tüp dolgu malzemesi olarak polietilen köpük kullanılmıştır. Teknenin kullanım amacı olan askeri alanda ekonomiklik önemli olmasa da ürettiğimiz protatip için ekonomik olmaya gayret gösterilmiş ve bu anlamda çok daha yüksek darbe dayanımlarına sahip olan kevlar elyaf yerine cam elyaf kullanılmıştır.

2.1.1 Tekne Gövdesi İmalatında Kullanılan Malzemelerin Seçimi ve Özellikleri

Kompozit malzemeler; matris malzemeler, takviye elemanları ve katkı maddelerinden oluşur. Matris malzemeler plastik, metal veya seramik bazlı olabilir [9]. Çalışmamızda matris malzemesi olarak epoksi reçine, takviye elemanı olarak cam elyafı ve katkı malzemesi olarak dayanıklılık artırıcı ahşap kullanılmıştır.

Epoksi reçine iki yada daha fazla epoksit içeren bileşenden oluşur. Polifenol ile epokloridin'in bazik şartlarda reaksiyonu sonucu elde edilir. Viskos ve açık renkli bir sıvı halinde bulunur. Epoksi reçinelerin avantaj ve dezavantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz.

Avantajları:

- Elyafarla kullanıldığında yüksek mukavemetli bağlar oluştururlar.
- Geniş sıcaklık değerleri aralığında sertleşebilirler. Kimyasal dirençleri yüksektir.
- Kopma mukavemetleri ve aşınma dirençleri yüksektir.

Dezavantajları:

- Yüksek viskosite gerektiren uygulamalarda polyesterlere oranla dezavantajlıdır.
- Polyesterlere göre daha pahalıdır.

Cam elyaflar; temel olarak SiO_2 'den meydana gelmiştir. İçeriğinde bunun yanında alüminyum, kalsiyum, demir, bor ve sodyum gibi elementlerin oksitleri de bulunur. Üretimi esnasındaki işlemlere göre mukavemet değerleri farklılık gösterebilir. Elyaf

içerisinde üretimde süreksizliklerin oluşması mukavemet değerlerinde farklılıkların oluşmasına sebep olur [10].

- Kimyasal dirençleri yüksektir.
- Yanmazlar, ancak yüksek sıcaklıklarda yumuşarlar. Fakat kullanılan katkı malzemesine göre bu özellikleri iyileştirilebilir.
- Çekme mukavemetleri yüksektir. Birim ağırlık başına mukavemeti çeliğinkinden yüksektir.
- Elektriği iletmezler. Elektriksel yalıtım gerektiren uygulamalarda kullanılabilirler.

Teknemin imalatı sırasında özellikle yüksek yükler altında çalışacak olan güverte kısmında Şekil 17’de görüldüğü gibi ekstra mukavemet sağlamak amacıyla ahşap çekirdek malzeme kullanılmıştır.

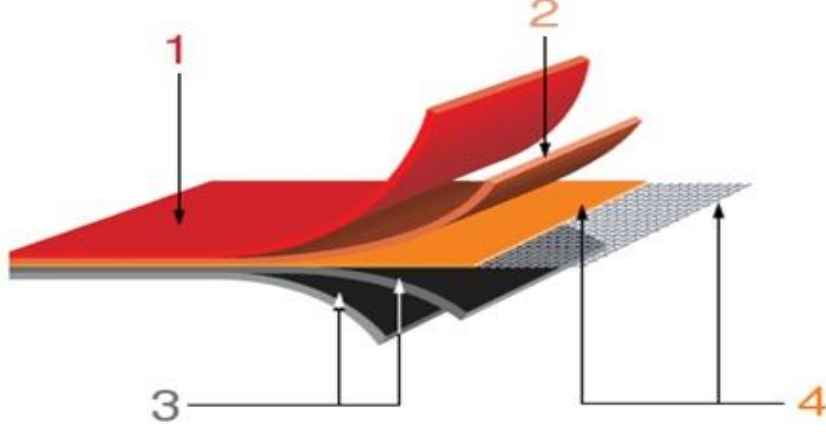


Şekil 17. Tekne gövdesinin üretim aşamasında çekirdek malzeme kullanımı

2.1.2 Tüp Kumaşının Seçimi ve Özellikleri

Tüp kumaşları genelde sanılanın aksine birden fazla katmandan imal edilirler. Tüp kumaşlarında kord bezi olarak kullanılan en yaygın malzeme polyesterdir. Bu katman kumaşa fiziksel mukavemet ve şekilsel kararlılık sağlar. Tüp kumaşının en dış kısmında kimyasal madde dayanımına ve mor ötesi ışın direncine sahip olan hypalon malzemesi kullanılır. Merkezdeki polyester kord katmanını en dıştaki hypalon katmanına yapıştırmak

için 2 numarayla gösterilen neopren ara katmanı kullanılır. İç taraf ise çift kat neoprenden oluşur. Şekil 18’de hypalon temelli kumaşın yapısını inceleyebiliriz.



Şekil 18. Hypalon kumaşın yapısı [11].

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1) CSM (Hypalon Dış Katmanı) | 2) Neopren Ara Yapışma Katmanı |
| 3) Neopren İç Katmanları | 4) Kord Bezi |

Hypalon kumaşların üstün özelliklerini şu şekilde sıralayabiliriz:

- Hypalon kumaşlar tüplere yüksek bir mekanik dayanım sağlar.
- Aşınma sorununa karşı iyi bir koruyucu tabaka oluşturur.
- Çok yüksek sıcaklıklara maruz bırakılmadığı sürece ateşe dayanıklıdırlar ve tutuşmazlar.
- Hypalon kumaşlarda oksitlenme süresi çok yavaştır.
- Hypalon kumaşlarda güneş ışığına maruz kalarak renk kayıpları oluşması yaşanmaz.

2.1.3 Tüpte Kullanılan Köpük Malzemenin Seçimi ve Özellikleri

Polietilen esaslı malzemeler etilen ve propilenden imal edilen esnek ve yarı esnek, gözenekli plastik esaslı malzemelerdir. Polietilen malzemedan mamul kalıptan ekstrüzyon yöntemiyle çekilerek boru ve levha halinde üretilirler. Polietilen mamullerin en büyük avantajlarından biride dış yüzeylerinin düzgün şekilde elde edilebilmesidir. Ayrıca

ekstrüzyonla üretilen polietilen mamul dayanıklı, güvenli ve ekonomik bir mamuldür. Zehirli gaz içermezler ve kokusuzdurlar [12].

Polietilen malzemelerin avantajlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Yüksek darbe dayanımları
- Düşük yoğunlukları
- Elastiklik özellikleri
- Bünyesine su almaması sebebiyle denizcilik uygulamalarında kullanılabilmesi
- Düşük maliyetleri

Polietilen malzemelerin dezavantajı olarak düşük mekanik dayanımlarını söyleyebiliriz.

2.2 Tekne Üretimi

Çalışma kapsamında 6 metre uzunluğunda kompozit bir tekne üretimi yapılmıştır. Tekne formu olarak üretimi gerçekleştirdiğimiz firmadaki kalıp kullanılmış, yeni bir tekne formu oluşturulmamıştır. Şekil 19'da görüldüğü üzere üretim metodu olarak reçine transfer kalıplama (RTM) kullanılmıştır. Parçaların üretiminden sonra gerekli kesimler yapılmış (Şekil 20) ve 2 parça şeklinde üretilmiş olan gövde güverte birleşimi yapılmıştır.



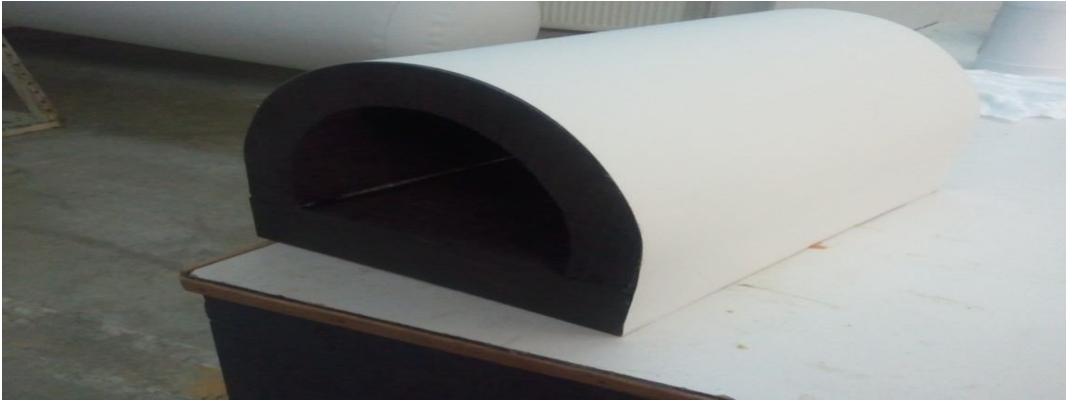
Şekil 19. RTM metoduyla üretilen tekne gövdesi kalıptan çıkarılmadan önce



Şekil 20. Üretilen tekne gövdesi kalıptan çıkarıldıktan sonra kesme işlemleri yapılırken

2.3 Tüp Üretimi

Teknemize uygulamak üzere ilk aşamada sadece polietilen köpükten oluşan Şekil 21’de görülen tüp protatipi üretilmiştir. Ancak üretilen bu protatipte özellikle tüp yüzeyinin bozuk ve darbe absorbe özelliğinin istenilen düzeyde olmamasından dolayı bu tüp üretim metodundan vazgeçilmiştir.

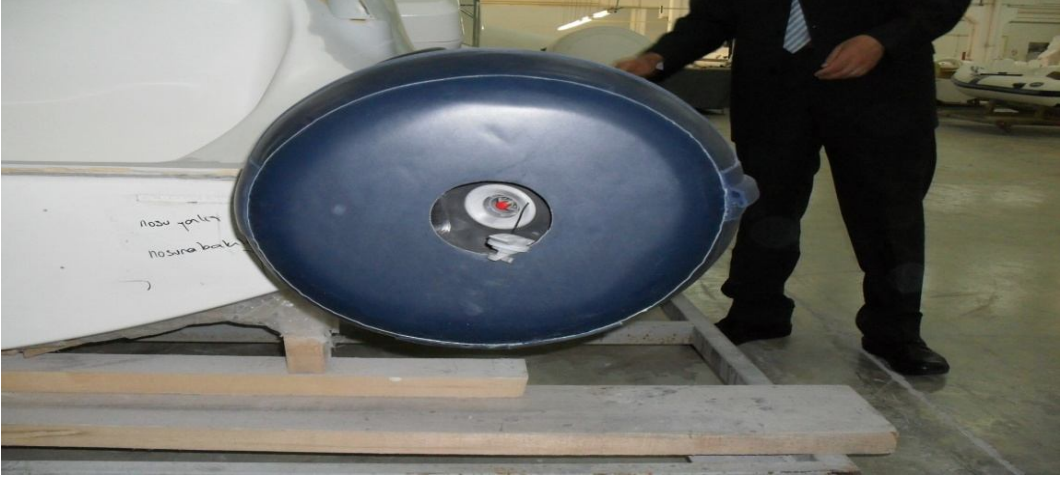


Şekil 21. Üretiminden vazgeçilen ilk tüp sistemi protatipi

İkinci aşamada ise bu yüzey bozukluklarını gidermek ve darbe absorbe özeliğini sağlamak için polietilen köpüğün içine hava dolu bir tüp geçirilmiştir ve Şekil 22’de görülen protatip üretilmiştir. Bu hava dolu tüpün amacı şişirildiğinde köpüğümüze basınç uygulayarak köpüğün daha gergin durmasıdır. Üretilen protatipten istenilen sonuçlar alınmış ve teknede bu tip tüp kullanılmıştır. Şekil 23 ve 24’de tüpün tekneye monte edilmiş hali görülmektedir.



Şekil 22. Teknede kullanılan tüp sisteminin protatipi



Şekil 23. Ürettiğimiz tüpün tekneye monte edildikten sonra arkadan görünüşü



Şekil 24. Üretilen tüp tekneye monte edildikten sonra teknenin görünüşü

2.4 Tüpün Ağırlığının ve Su Çekiminin Ölçümü

İlk olarak kullanılan köpüğün tekneye kattığı ekstra ağırlık bulunmaya çalışılmıştır.. Bunun için köpük numunenin yoğunluğunu saptamak amacıyla hassas terazide ağırlığı ölçülmüş ve teknede kullanılan tüpün hacmi hesaplanarak tüpün ağırlığı saptanmıştır. Şekil 25’de numunenin ağırlık ölçümü safhası gösterilmiştir.



Şekil 25. Polietilen köpük numunenin ağırlığının ölçülmesi

Teknede kullanılan tüpün çapı 0.52 metre içindeki hava tüpünün çapı ise 0.08 metredir. Tekne boyunca kullanılan tüpün uzunluğu ise 12 metredir. Ölçümler sonucunda numunenin yoğunluğu; $\rho_{\text{köpük}} = 45.1 \text{ kg/m}^3$ bulunulmuştur. Ayrıca havanın yoğunluğu; $\rho_{\text{hava}} = 1.226 \text{ kg/m}^3$ olarak alınabilir. Polietilen tüp kullanıldığında tüpün ağırlığını hesaplayacak olursak:

$$A = \pi \cdot r^2 \quad (2.1)$$

$$V = A \cdot l \quad (2.2)$$

denklem 2.1 ve 2.2’de değerler yerine yazılırsa

$$V_1 = A_1 \cdot l = 0,212 \cdot 12 = 2.548 \text{ m}^3 \quad (\text{Tüpün tamamının hacmi})$$

$$V_2 = A_2 \cdot l = 0.005 \cdot 12 = 0.24 \text{ m}^3 \quad (\text{İçerideki hava dolu tüpün hacmi})$$

$$V_3 = V_1 - V_2 = 2.548 - 0.24 = 2.308 \text{ m}^3 \quad (\text{Köpük kısmın hacmi})$$

olarak bulunur. Kütleyi hesaplayacak olursak,

$$m = V \cdot \rho \quad (2.3)$$

denklem 2.3 de değerleri yerine yazarsak,

$$m_1 = V_3 \cdot \rho_{\text{köpük}} = 104.09 \text{ kg} \quad (\text{Köpük kullanıldığı durumdaki kütle})$$

$$m_2 = V_1 \cdot \rho_{\text{hava}} = 3.123 \text{ kg} \quad (\text{Hava tüpü kullanıldığı durumdaki kütle})$$

bulunur. Görüldüğü gibi tekzemizde kullanılan sistemin hava dolu tüpe göre yaklaşık olarak 100 kg tekneye ek ağırlığı vardır.

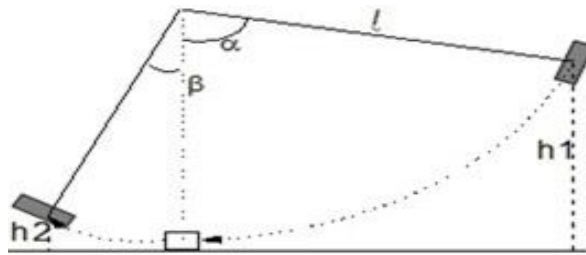
Yapılan ikinci çalışmada ağırlığı 0.5 gram olan köpük numune 10 gün süreyle deniz suyunda bırakılmış ve olası bir kumaş delinmesi durumunda köpüğün su çekimi hesaplanmaya çalışılmıştır.

2.5 Darbe Deneyleri

Darbe deneyi malzemenin dinamik yüklere karşı kırılma enerjisini belirlemek için yapılan bir deneydir. Bu deneyin temel prensibi Şekil 26'da şematik olarak gösterilen G ağırlığındaki ve l uzunluğundaki sarkacın bir h_1 yüksekliğinden bırakılarak numuneyi kırması ve bir h_2 yüksekliğine çıkmasına dayanır. Çekicinin, numuneyi kırmadan önceki ve kırdıktan sonraki yükseklikleri farkı ile ağırlığının çağırılması ile kırılma enerjisi (KE) bulunur.

$$KE = G \cdot h_1 - G \cdot h_2 = G \cdot l \cdot (\cos\beta - \cos\alpha) \quad (2.4)$$

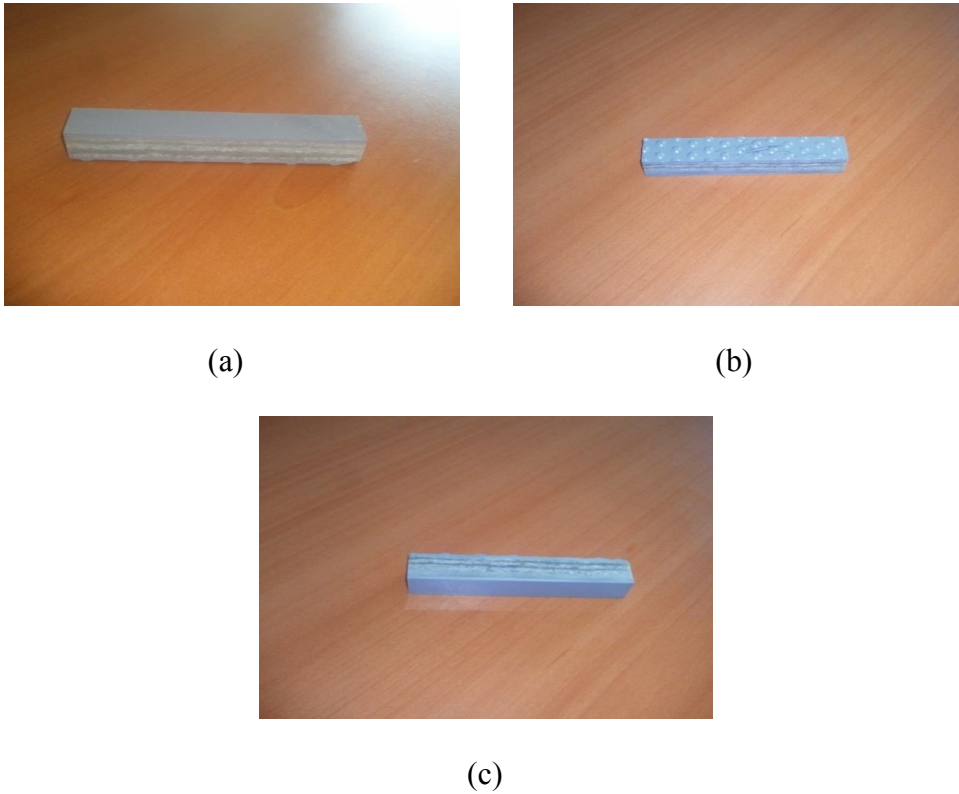
olarak bulunur.



Şekil 26. Darbe deneyi düzeneği şematik gösterimi

Şekil 26’da gösterilen şematik resimde l sarkaç boyudur. Burada β salınım açısı ve h_2 yüksekliği ne kadar az ise kırılan malzemenin ne kadar çok darbe direnci ya da yüksek tokluk gösterdiğini anlarız.

Tekne malzemesi olarak kullanılan kompozit malzemeden numuneler hazırlanarak darbe çentik deneyi yapılmıştır. Deney numuneleri 10x65x10 mm boyutlarında çentiksiz olarak hazırlanmıştır [13]. Deneylerin ilk aşamasında Şekil 27’de görülen 3 numuneye şekilde görülen yönlerde (a) önden, (b) arkadan ve (c) yandan vurularak yöne bağlı olarak darbe dayanım değerleri bulunmuştur. Deneylerin ikinci aşamasında ise numuneler Şekil 28’de görüldüğü gibi (a) yalnız kompozit numune, (b) kompozit numuneye bot kumaşı yapıştırılarak hazırlanan numune ve (c) kompozit numuneye et kalınlığı kompozitinkine eşit olarak seçilen köpük ve kumaş yapıştırılarak hazırlanan numuneler olarak hazırlanmıştır. Bu deneyde köpüğün kompozite sağladığı ekstra darbe dayanımı görülmek istenmiştir. Deneyler toplam darbe gücü 50 Joule olan darbe deney düzeneğinde yapılmıştır.



Şekil 27. Yöne bağlı darbe dayanımı ölçüm numuneleri



(a)



(b)



(c)

Şekil 28. Darbe deneyi için hazırlanan numuneler

Son olarak yapılan ikinci deneyde kırılan numunelerin kırılma yüzeyleri incelenmiş ve yorumlanmıştır.

3. BULGULAR VE İRDELEME

3.1 Tüpün Ağırlık, Su Çekimi Ölçümleri ve İrdelenmesi

Teknede kullanılan sistemin hava dolu tüpe göre yaklaşık olarak 100 kg tekneye ek ağırlığı vardır. Fakat kullanılan sistemin getirdiği olumlu yönler ve bu boyutlarda bir teknenin rahatlıkla 1 tonun üzerinde yük taşıyabildiği düşünüldüğünde bu olumsuz durum göze alınabilir durumdadır. Ayrıca ekstra ağırlığın tekne için ekstra deplasman bunun da stabilite açısından daha stabil bir tekne olması anlamına geldiği düşünüldüğünde ekstra ağırlığın olumlu etkisi de görülebilir.

Köpüğün su çekimini hesaplamak amacıyla yapılan çalışma sonucunda başlangıç ağırlığı 0.5 gram olan numune 10 gün süreyle deniz suyu içinde bekletildikten sonra ağırlığının 1.26 grama çıktığı ölçülmüştür. Bu tartımdan sonra numune 1 gün süreyle güneş altında bırakılarak ağırlığı tekrar ölçülmüş ve ağırlığının tekrarda 0.5 grama düştüğü görülmüştür.

3.2 Darbe Deneylerinin Sonuçları ve İrdelenmesi

Yapılan darbe dayanımlarının ilk kısmı olan yöne bağlı olarak ölçülen değerler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Deneylerde ölçülen kırılma enerjileri değerleri

	Ölçülen Kırılma Enerjileri (Joule)
1. Deney	13.3
2. Deney	12.8
3. Deney	6.7

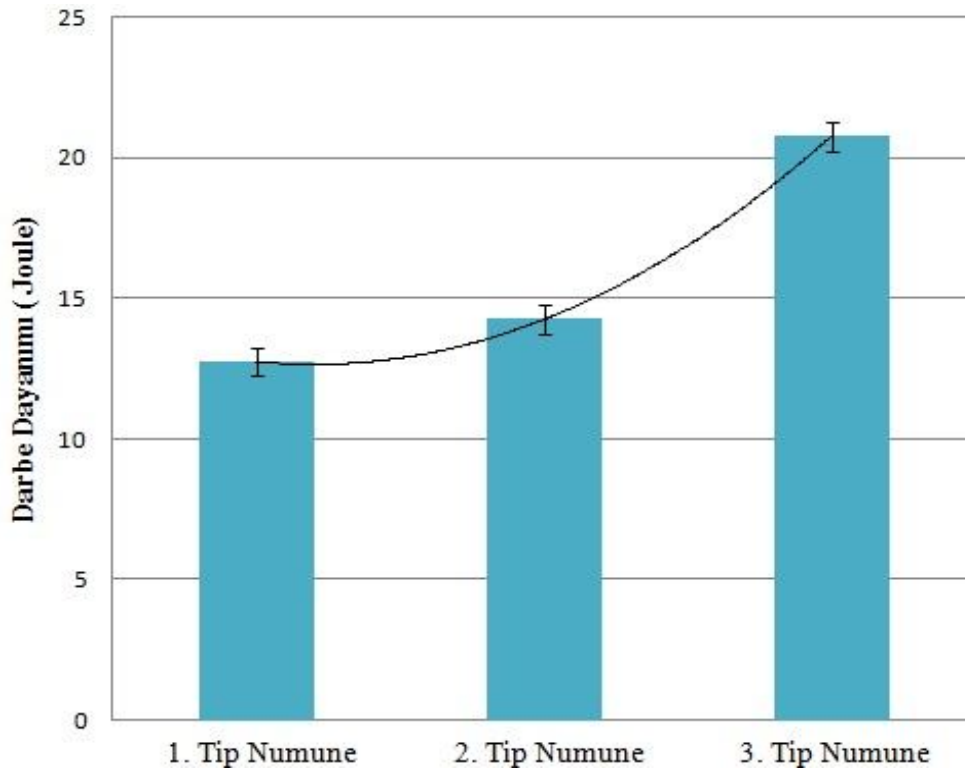
1. Deney: Numuneye ön kısmından vurulduğunda
2. Deney: Numuneye arka kısmından vurulduğunda
3. Deney: Numuneye yan kısmından vurulduğunda

Tablo 2’de görüldüğü gibi en yüksek darbe dayanımı tekneye dış kısımdan gelen darbeye elde edilmiştir. En düşük darbe dayanımı ise tekne malzemesine üst kısımdan gelen darbelerdedir

Deneilerin ikinci ayağı olan köpüğün kompozit malzemeye kattığı ekstra darbe dayanımı ölçümleri ise Tablo 3’de ve değişimlerin grafiksel gösterimi Şekil 29’da gösterilmiştir.

Tablo 3. Numunelere uygulanan darbe deneyi sonucu ölçülen değerler

	İlk Vuruşta Ölçülen Darbe Dayanımı (Joule)	İkinci Vuruşta Ölçülen Darbe Dayanımı (Joule)	Ortalama Darbe Dayanımı (Joule)	1.Tip Numuneye Göre Darbe Dayanımındaki Artış (%)
1.Tip Numune	13.3	12.3	12.8	-
2.Tip Numune	13.7	14.8	14.3	%12
3.Tip Numune	20.4	21.1	20.7	%62



Şekil 29. Ölçülen darbe deneyi değerlerinin grafiksel gösterimi

Tablodan ve grafikten de göreceğimiz üzere tekne yapım malzemesi olarak kullanılan kompozite bot kumaşı kapladığımızda yaklaşık olarak % 12 darbe dayanımında artış sağlarız. Hava dolu tüplerde yaklaşık olarak bu değerlerde darbe dayanımına sahiptir. Et kalınlığı kompozit malzemeninkine eşit olan polietilen köpük ve bot kumaşı kaplanarak hazırlanan numune ise kompozit malzemenin darbe dayanımını % 62 oranında arttırmıştır. Ayrıca 2. tip numuneye göre de kullandığımız sistem yaklaşık olarak % 45 oranında ek darbe dayanımı kazandırmıştır. Yapılan deneylerden alınan sonuçlar üretilen sistemin, hem herhangi bir tüp içermeyen kompozit teknelere hem de sadece hava dolu tüp içeren kompozit teknelere göre darbe dayanımını önemli ölçüde arttırdığı görülmüştür.

3.3 Kırılma Yüzeyleri

Şekil 30'da görüldüğü gibi uygulanan darbe deneyler sonucunda sadece kompozit numunenin tamamen kırıldığını sadece kumaş yapıştırılan numunenin ise tamamen kırılmasa da çok büyük hasar aldığı görülmüştür. Polietilen köpük numune yapıştırılan numunede ise büyük kopmalar gözlemlenmemiştir. Bunun sonucu olarak polietilen köpüğün olası kırıcı etkilere karşı kompozit kısma büyük bir ekstra dayanım kazandırdığı söylenebilir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 30. Darbe deneyleri uygulanan numunelerin kırıldıktan sonraki hali

Deneysel çalışmaların sonucunda, kullanılan köpük malzemenin tekneye ekstradan darbe direnci sağladığı görülmüştür. Tekneye tüp kısmından gelecek bir darbeye karşı tüp, kompozit kısmın kırılması için gereken enerjiyi önemli bir ölçüde arttırmıştır. Bu da tekneye darbe durumunda teknemizin hava dolu tüp monte edilen teknelere göre üstün özelliklerinden biridir.

Tüpün içinde hava yerine polietilen köpük kullanımı hesaplamalardan görüldüğü üzere teknenin ağırlığını bir miktar arttırmıştır. Bu durum teknenin deplasmanını arttırmakta ve tekneye ekstra direnç oluşturmaktadır. Bu sorun özellikle ekonomikliğin çok önemsenmediği durumlarda daha büyük bir motor gücü kullanımıyla aşılabılır. Bunun yanında ağırlık artmasından kaynaklı deplasmandaki artış daha stabil bir tekne anlamına gelir ve bizim için olumlu bir durumdur.

4. SONUÇLAR

1. Üretilen polietilen köpük dolgulu tüpler, hava dolu tüplerde görülen hava değişikliğinden kaynaklı havanın büzüşmesi ve tüplerin formunun bozulması sorununa çözüm getirmiştir.

2. Polietilen köpük dolgulu tüp monte edilen teknelerde, tüp kısmına gelen delici darbeler tüp kumaşını ve köpüğü delse bile tüp formunu kaybetmez ve tekne sevkine sorunsuz olarak devam eder.

3. Polietilen köpük, tekneye tüp kısmından gelen darbelere karşı ek bir darbe direnci sağlamıştır.

4. Polietilen köpük tüp kullanımı tekneye bir miktar ekstra ağırlık oluşturmuştur.

5. ÖNERİLER

1. Polietilen köpüğün şekillendirilebilirlik özelliği kullanılarak teknenin tüp kısmında kapı, açıklık vb. uygulamaların yapılabilirliği gözlemlenmiştir. Bu tür uygulamalar tekneye hem fonksiyonel hem de estetik anlamda yenilikler katacaktır.

2. Tüp içinde kullanılan polietilen köpük üzerinde yapılacak çalışmalarla daha hafif köpükler üretilir. Bu da teknede oluşan köpük tüpten kaynaklı ekstra ağırlığı azaltacaktır.

3. RTM metoduyla kompozit güverte üretimi sırasında ahşap çekirdek kullanımında reçinenin elyafı ıslatmamasından kaynaklanan bazı sıkıntılar yaşanabilir. Bu durum tez çalışması kapsamında yaşanmış ve çözüm olarak ahşap çekirdek kısmın üzerine çok sayıda delik açılarak reçinenin dolaşımı kolaylaştırılmıştır. Bu tür bir sorunla karşılaşılması durumunda kullandığımız yöntem denenebilir.

4. Tekne protatip üretiminde ekonomiklik göz önünde bulundurulmak zorunda kalınmış ve bunun sonucu olarak darbe dayanımı kevlar elyaflara göre düşük olan cam elyaflar kullanılmıştır. Askeri amaçlı uygulamalarda ekonomiklik göz önünde tutulmayacak ve kevlar elyafların kullanımıyla teknenin darbe dirençleri çok daha üst seviyelere çekilebilecektir.

5. Tüpün içinde tamamen polietilen köpük kullanımı durumunda tüpün yüzeyinde şekilsel bozukluklar ve tüpte düşük darbe dayanımı gözlenmiştir. Bu sorunun aşılmasında köpüğün iç kısmında küçük çapta bir hava dolu tüp kullanımı önerilebilir. Tez kapsamında bu uygulanmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır.

6.KAYNAKLAR

1. Calister, W.D., Material Science and Engineering, Second Edititon, John Wiley & Sons Inc., Singapore, 1990.
2. Agarwall, B.D. ve Broutman, L.J., Analysis and Performance of Fiber Composites, John Wiley & Sons Inc., New York, 1980.
3. Beylergil, B., Yapıştırılarak Bağlantı Sağlanan Kompozit Plakların Bağlantı Performansının Arttırılması, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde, 2010.
4. Ersoy, H.Y., Kompozit Malzeme, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2001.
5. http://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:RTM_process.png Wikipedia. 8 Şubat 2011.
6. Şahin, Y., Kompozit Malzemelere Giriş, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2006.
7. <http://www.1001crash.com/index-page-composite-lg-2.html> 1001 Crash. 23 Mart 2011
8. Larsson, L. ve Eliasson, R., Yat Tasarımı Genel İlkeler, Yılmaz, T., İkinci Baskıdan Çeviri, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2006.
9. Mazumdar, S.K., Composites Manufacturing: Material, Product and Process Engineering, CRC Press LLC., New York, 2002.
10. Mallick, P.K., Fiber-Reinforced Composites, Second Edition, Marcell Dekker Inc., New York, 1988.
11. <http://www.asilmarine.com/tr/faydali-bilgiler/20-hava-tupu-kumaslarinin-yapisi> Asilmarine. 7 Şubat 2012.
12. Saçak, M., Polimer Teknolojisi, Gazi Kitabevi, Ankara, 2005
13. ASTM D256 Method B, Standart Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics, ASTM International, United States, 2004.

ÖZGEÇMİŞ

Dursun Murat SEKBAN 1987 yılında Samsun / Alaçam'da doğdu. 2005 yılında Samsun Anadolu lisesini bitirdi ve aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2009 yılında Gemi İnşaatı mühendisi olarak mezun oldu. 2009–2010 Eğitim ve Öğretim Güz Yarıyılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2010 Aralık ayından itibaren Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. İyi seviyede İngilizce bilmektedir.