

Kompozit Malzemeler

Ahmet Yüksel ÇAVUŞOĞLU *)

GENEL BİLGİ :

20. Asrın ikinci yarısında tekniğin baş döndürücü gelişmesi, beraberinde sanayinin temeli olan malzeme biliminde de tekamülünü sağlamıştır. Fakat bu tekamül, maddelerin sınırlı olmasından dolayı, malzemeler ve malzeme özellikleri teknolojinin gelişmesine ayak uyduramamış, uzay araçlarının yapımına geçilen bir asırda, bilim adamları çağın yenilikleri ile birlikte mevcut malzemelerin özelliklerinden, bilimin gelişmesi paralelinde günün şartlarına uyacak şekilde gerek iktisadi ve gerekse teknik yönden daha fazla istifade imkânlarını araştırmaya başlayarak yeni malzemeler ihdas etme yollarına gitmişlerdir. Dolayısıyla, hem ekonomik, hem daha mukavim ve hem de çok hafif malzemelerin teşekkülü için gerekli çalışma mecburiyeti hasıl olmuştur. Böylece bileşenlerin özelliklerinin kombinasyonlarını verdikleri malzeme, yani farklı yapılardaki maddelerin konbinezonu ile yeni yapı ve karakterde malzemenin ihdas edilmesi meselesi mevzu bahis olmuştur. Bu düşünce tarzından neşet ederek gelişme temayülü gösteren malzeme kompozittir. Kompozit kelimesinin sözlük manası, iki veya daha fazla malzemenin makroskopik ölçüden birleştirilmesi ile daha faydalı bir malzemenin teşekkül etmesini ifade eder.

KOMPOZİT MALZEMELERİN ÖZELLİKLERİ :

Kompozitte esas unsur, malzemenin makroskopik incelenmesidir. Fakat farklı malzemeler, alaşımlamada olduğu gibi mikroskopik bir ölçüde birleşebilir. Netice itibariyle malzeme, makroskopik olarak homojendir. Kompozit malzemeler, klasik mühendislik malzemelerinden farklı birçok

*) Asistan, Y. Müh. Sakarya DMM Akademisi.

karakteristiklere sahiptirler. Bazı karakterstikler, klasik hareketlerin sadece değişebilmesidir. Diğerleri, tamamen yenidir ve bunlar analitik ve deneysel prosedürler isterler. Umumi mühendislik malzemelerinin çoğu homojen ve izotropiktir. Homojen bir yapı üniform özelliğe sahiptir. İzotropik bir yapı, malzemenin özelliğine sahiptir ki yapı içindeki bir noktada, her yönde aynıdır. Meselâ, yapının (bileşimin) bir noktasındaki yönelmenin bir fonksiyonu değildir. Yapılar, sıcaklığa bağlı izotropik özelliklerle, malzemelerle birlikte tedrici bir sıcaklığa tabi tutulduklarında homojen değildirler. Fakat halâ izotropiktirler. Aksi takdirde kompozit malzemeler, aynı zamanda hem homojen hem de izotropik olmamaktadırlar. Bir homojen olmayan yapı, yapı üzerinde üniform olmayan özelliklere sahiptir. Meselâ, bu özellikler, yapıdaki pozisyonun bir fonksiyonudur.

Bazı kompozit malzemeler, çok basit heterojenlik formlara sahiptirler. Kompozit malzemeler, mikromekanik ve makromekanik olmak üzere iki görüş açısından araştırılır. Bunun sebebi, normal heterojenlik tabiatındandır.

Makroskopik bir ölçüde egzemine edilen karışım maddelerinin aralığında, kompozit malzemelerin hareketinin incelenmesi mikromekanik, malzemenin homojen olarak farzedildiği ve karışım malzemelerinin tesirlerinin sadece, kompozitin ortalama zahiri özelliklerinin ortaya çıkarıldığı, kompozit malzeme hareketlerinin araştırılması da makromekanik görüş açısını teşkil etmektedir.

KOMPOZİT MALZEMELERİN ÜSTÜNLÜKLERİ :

Kompozitlerin avantajı, genellikle birleşim elemanlarının ayrı ayrı gösteremediği, aranan daha iyi bir özelliği göstermesidir. Kompozit malzemeyi kuvvetlendirip yeni bir şekil vererek geliştiren özellikleri şöyle sıralayabiliriz :

- + Mukavemet
- + Katılık
- + Korozyon direnci
- + Aşınma direnci
- + Ağırlık direnci
- + Çekicilik
- + Yorulma ömrü

- + Sıcaklığa bağlı davranışı
- + Isısal iletkenlik
- + Isısal izolasyon
- + Akustik izolasyonu

Şüphesiz ki, yukarıda saymış olduğumuz özelliklerin aynı anda bir kompozitte teşekkül ettirilmesi düşünülemez. Böyle olmasına umumiyetle ihtiyaç da yoktur. Bununla beraber, tekniğin birtakım yenilikleriyle kompozit malzemelere bakılacak olursa, bilhassa yüksek yorulma mukavemetleri, düşük ısıl genleşme katsayılarıyla yüksek elastik gerilme bölge ve elastisite modülleriyle mukavemet yönünden diğer malzemelerden daha avantajlı görüldüklerini söylemek mümkündür. Oldukça kolay kalıp hazırlama, rahat bir döküm, ucuz ve kolay işleme gibi bilhassa teknolojik yönden diğer metallere tercih edilmektedir. Mukavemet/Özgül ağırlık oranı büyük olduğundan hafif ve mukavim olması gereken her yerde çelik ve diğer metallerle rekabet edeceği aşikârdır. Dikkat edilecek olursa, yoğunluk/mukavemet ve yoğunluk/katılık oranları genel manada bir fiberin verimlilik göstergesi olarak kabullenildiğinden beri birçok malzemenin yoğunluğu ile mukayese edildiğinde (Tablo : 1) literatürde rastlanmaktadır. Tablo 1, umumiyetle uçak ve uzay araçlarında olduğu gibi, hassas ağırlıklı tatbikatlarda kullanılan malzemeleri göstermektedir.

TABLO : 1.

Fiber	Yoğunluk, P Lb/in ³ (KN/m ³)	Gerilme. Muk-S 10 ³ /b/in ² GN/m ²	S/P 10 ³ /in (KM)	Katılık Ger. E 10 ⁶ lb/in ² (GN/m ²)	E/P 10 ⁷ /in (mm)
Aluminyum	097 (26.3)	90 (62)	9 (24)	10.6 (73)	11 (2.8)
Titanyum	170 (46.1)	280 (1.9)	16 (41)	16.7(115)	10 (2.5)
Çelik	262 (76.6)	600 (4.1)	21. (54)	30 (207)	11 (2.7)
E-glas	092 (25.0)	500 (3.4)	54 (136)	10.5 (72)	11 (2.9)
S-glas	090 (24.4)	700 (4.8)	78 (197)	12.5 (88)	14 (3.5)
Karbon	051 (13.8)	250 (1.7)	49 (123)	27 (190)	53 (14)
Berilyum	087 (18.2)	250 (1.7)	37 (93)	44 (300)	66 (16)
Boron	093 (25.2)	500 (3.4)	54 (137)	60 (400)	65 (16)
Graphite	051 (13.8)	250 (1.7)	49 (123)	37 (250)	72 (18)

KOMPOZİT MALZEMELERİN TARİHİ :

Kompozit malzemeler, uzun bir kullanım tarihine sahiptirler. Başlangıçları hakkında kesin birşey söylenememekle beraber, tarihte kompozitlerle ilgili referanslara rastlanmaktadır. Meselâ, memleketimizin kırsal bölgelerinde saman, kerpiçleri kuvvetlendirmek için kullanılmaktadır. Kontrplak, eski Mısırlılar tarafından kullanılmıştır. Ağaç, nemin mevcudiyetinden dolayı hem şişme hem de ısıl genişlemeye karşı mukavemet sağlamaktadır. Yani çam ağacının gövdesi bir kompozit yapı arz etmektedir. Gövde içinde yaz ve kış mevsimlerinde meydana gelmiş olan yaş halkalar, iç içe bir görünüm arz etmekte ve kış halkaları sert fakat kırılğan, yaz halkaları ise yumuşak fakat esnektir. Böylece çamın bu özelliği benzeri bir yapıya sahip olmayan kavak ve kayın gibi ağaçlara nazaran daha sağlam olmasına sebep olmaktadır. Gene, ilk zamanlarda deve kılıları küçük küçük kesilerek (2 - 3 cm.) binalarda kullanılmıştır. Kireç ile kumun ve çimento ile demirin bileşimi de kompozitler arasında zikredilmektedir. Bugünkü kullanılan kompozitler ise camfiber + reçine (polyester) den meydana gelen fiberglass, tungsten, molibden takviyeli aliminyum, karbon ve çelik takviyeli plastiklerdir. Bunlar, umumiyetle, plastik/plastik - plastik/dolgu maddesi - plastik/cam elyaf - plastik/metal fiber - metal matrisli kompozitler - seramikler olarak sınıflandırılırlar.

Son zamanlarda, yüksek mukavemet/ağırlık ve katılık/ağırlık oranlarına sahip olan fiber destekli reçine kompozitleri, uçak ve uzay taşıtları gibi ağırlığa hassas uygulamalarda önemli bir noktaya gelmiştir.

KOMPOZİT MALZEMENİN YAPISI :

Takviye edilmiş (reinforced) kompozit malzeme; amorf faz (anafaz) ve takviye malzemesi (tali faz) olmak üzere iki kısımda incelenir. Amorf faz, umumiyetle plastik malzemedendir. Bu kısma plastik matriks veya sadece matriks denilir. Matriks'in gayesi manifold'dur. Yani, destek, koruma ve mukavemet nakli vs. dir. Tipik olarak matriks, fiberlerden daha az sert ve daha az yoğun veya daha az mukavim düşünülür. Bununla beraber fiberlerin veya bir matriksin kombinasyonu hala düşük bir yoğunluğa sahip olmasına rağmen çok yüksek mukavemet ve sertliğe sahiptir. Takviye malzemesi, küresel, silindirik ve lif şeklinde olur. Bir kompozitin içersinde, tek bir çeşit takviye malzemesi olacağı gibi, birden fazla da olabilir. Monolitik (tek fazlı) yapıların dışında olan bütün yapılar, kompleks fazlı yapılar (heterojen) olup kompozittirler.

KOMPOZİT MALZEME TIPLERİ :

Kompozit malzemeleri, genel olarak karakteristiklerine göre üç grupta toplamak mümkündür :

1. Matriks içinde fiberlerden olan fiberli kompozitler,
2. Çeşitli malzemelerin tabakalarından laminar kompozitler,
3. Matriks içinde parçalardan müteşekkil olan partiküllü kompozitlerdir.

KOMPOZİT MALZEMELERİN KULLANIM YERLERİ :

Kompozit malzemeler hakkında bilgi verirken, çeşitli gayelerle bir takım sahalarda, biribirinden farklı kullanım durumlarından da bahsetmek yerinde olacaktır. Bilhassa fiberglass; ucuzluğu, üretim kolaylığı, istenilen mekanik, fiziksel ve kimyasal özelliklere havi olduğundan kullanım sahalarını şöylece sıralamak mümkündür :

- + Otomotiv sanayiinde
- + İnşaat sektöründe
- + Uçak sanayiinde
- + Ziraat sektöründe
- + Deniz tekneleri yapımında
- + Kimya sanayiinde
- + Makina imali ve transport tekniğinde
- + Model ve kalıp imalinde
- + Elektronik sanayiinde

Otomotiv Sanayiinde :

Otomotiv sanayiinde oldukça gelişen fiberglass, bilhassa karoseri imalatında dikkatleri çekmiştir. Yine aynı malzemeden yapılan dişliler, dikiş makinalarında ve motorlarda kam mili dişlisi olarak iyi neticeler vermiştir. Mukavemet/özgül ağırlığı yüksek olması ve çarpmaya karşı mukavim olmasından dış yapı malzemesi, yüksek hızlara ulaştığından jandarına devriye botları imalinde, yurdumuzda sadece bazı arabaların kaportaları ile kalmayıp taşıyıcı vazifesini gören şasinin de yapılması ve

bilhassa birtakım frigofrik treyler kasaları yapımında, büyük tankerlerin (30 ton) imalinde ve demiryol taşıtlarında hızla gelişmektedir.

İnşaat Sektöründe :

İnşaat sektöründe de gelişen malzeme, evlerimizdeki mobilyalarımıza, küvet, lavabolarımızın imalatına kadar nüfuz eden fiberglass oluklu levhalara sıçrayıp, ışık alması gerekli mahallerin kaplanmasında kullanılmaktadır. Işığı % 85 oranında geçirmesine rağmen çok mukavim olmasından dolayı endüstri binalarında kullanılmaktadır. Küçük tatil evleri, şantiye barakaları, sergi binaları, kule ve hangar gibi tesisler için fiberglass kullanılmaktadır.

Uçak Sanayiinde :

Küçük seyahat uçakları ve bir takım planörlerde tamamen kullanıldığına literatürde rastlanmıştır. Seracılığın temeli olan turfanda sebze yetiştirilmesinde, fiberglass'lı oluklu levhalar oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, çiftçilerin ihtiyaçlarından olan bir takım bidon, fıçı, tanker vs. nin imalatında da kullanılmaktadır.

Deniz Tekneleri Yapımında :

Amerika'daki Hudson Körfezi, sanayi artıkları ve Sülfirik asit (H_2SO_4) bakımından oldukça yoğun olup, fiberglass malzemeden imal edilen tekneler, sac teknelere nazaran daha mukavim olmasından dolayı tercih edilmektedir. Gene hafif, korozyona dayanıklı ve imali kolay olduğundan, 25 m. uzunluğuna kadar olan spor tekneleri de imal edilmiştir. Kolaylıkla yüksek hızlara ulaşabildiğinden, ABD jandarmanın devriye botları fiberglassdan yapılmış ve iyi neticeler elde edilmiştir.

Kimya Sanayiinde :

Asitlere ve korozyona dayanıklı olmasından dolayı kimya sanayiinde 80.000 litrelik depolar ile 5 m. çaplı borular yapılarak kimya tesislerinde kullanılmıştır. Ayrıca 50 kg/cm^2 ve 150°C 'a dayanıklı sistemler gelişmektedir. Hatta BASF firması, 45 m.lik bir baca inşasında fiberglass kullanmıştır. Oldukça hafif olması ve aşınmaya dayanıklılığından dolayı fiberglass, makinaların koruyucu aksamaları, kapak, kutu gibi parçalarının imali ile konveyör band elemanı, parça sandığı, yük paletleri ve her nev'i taşıma kabı yapımında kullanılmaktadır.

Kalıpcılıkta :

Bilhassa Almanya'da, beton kalıplarında kullanılan kompozit malzeme aynı zamanda döküm modeli, maça sandığı ve kopye modelleri yapımında da kullanılmaktadır.

İyi elektriksel özellikleri yanında, dayanıklılığı ve şekil stabilitesinden dolayı elektronik sahasında, yüksek frekans dalında, meselâ, radarların parabolit reflektörleri, çeşitli antenlerde kullanıldığı gibi, zayıf ve kuvvetli akım konularında da kullanılmasıyla fiberglass'ın her türlü sahada kolaylıkla kullanılabilceği söylenebilir.

— PLASTİK/CAM ELYAF KOMPOZİTLER :

Plastik/cam elyaf kompozitler, cam elyafların isteğe göre termoset (geri dönüşü olmayan) veya termoplastik (geri dönüşü olan) reçineler ile uygun kompozisyonlarından yapılmıştır. Mekanik ve fiziksel özellikleri sebebi ile cam elyaf (asbest, sisal, metalelyaf, sentetik elyaf, pamuk ipliği) gibi bir çoklarına tercih edilmiş ve bu elyaf çeşitleri arasında % 90 gibi yüksek bir kullanım oranına erişilmiştir. Cam elyaf kompozit içinde gereken özellikleri sağlayabilmesi bakımından şu şekillerde kullanılabilir.

- + Sürekli ip
- + Kumaş
- + Örülmüş yarı bükülü iplikler
- + Doğranmış iplikler
- + Takviye hasırı
- + Yüzey hasırı

Cam elyaf takviyeleri ile en çok kullanılan reçine, mükemmel özellikleri ve ucuz fiatları ile polyester reçineler diğer reçinelere göre % 85 oranında fazla kullanma sahası vardır. Tablo 2. de cam elyafın, diğer plastik/kompozit malzemelere olan üstünlüğünü veren değerler görülmektedir.

1 — Cam elyafın imalatı :

Plastik/cam elyaf mamüllerinin imalatı için iki ana kalıplama prosesi vardır.

a — Açık Kalıplama

- + El ile yayma
- + Püskürtme
- + Blandaj
- + Flama sarması
- + Savurma döküm

b — Kapalı Kalıplama

- + Uygun bir kalıpla kalıplama (iki kalıp arasında)
- + Enjeksiyon ile kalıplama
- + Sürekli çekme.

Açık kalıplamada, basınca lüzum yoktur tek erkek veya dişi kalıp vardır. Metalden yapılan erkek ve dişi kalıplar kapalı kalıplar için varidir. Enjektte kalıplama yüksek bir üretim prosesi olup termo-plastik malzemeler için uygundur. Tablo 3'de fiberlerin genel imalat usulleri görülmektedir.

2 — Plastik Cam Elyaf Kompozitlerin Özellikleri :

- + Malzemenin sıcaklığa karşı direnci
- + Havaya ve kimyasal ortama (Korozyona) karşı iyi direnç
- + Kuvvet orientasyonu
- + Boyutsal stabilite
- + Özgül mukavemet (Mukavemet/ağırlık oranı)
- + Polyester reçine tabakalarının ışık iletimi
- + Elâstisite modülü

Şimdi bunları sıra ile açıklayalım.

- + Malzemenin sıcaklığa karşı direnci :

TABLO : 2.

Özellikler	Cam- yaf	DI	Çelik	Pamuk	Tabii İpek	Poliamid lif
Yoğunluk g/cm ³	2,5	2,7	7,8	1,5	1,25	7,14
Çekme Mukavemeti kp/mm ²	140 155	13 18	37 45	26 70	40 55	45 60
Kopma uzaması o/0	2 3	4 8	20 30	7 10	13 31	26 32
Elastiklik Modülü E kp/mm ²	730	6500 7000	19000 21000	600	2800	2200
Mukavemet/Ağırlık	56 62	48 6,6	4,7 5,8	17 47	32 44	39 53
E Modül/Ağırlık	2900	2400 2600	2400 2700	400	640	2175

Reçineye bağlı olmakla beraber elyaflara ve mamülün yüzey işle-
mine bağlıdır. 250°C'a kadar dayanan reçineler tatbikatta tercih edil-
mektedir.

+ Havaya ve Kimyasal Zemine Karşı Direnç :

Tekneler ve uçak parçaları maruz kaldıkları ortam şartlarına muka-
vemet gösterebilecek uygun elyaftan yapılırlar.

+ Kuvvet Orientasyonu :

Bir plastik/cam elyaf malzemenin mukavemeti içindeki cam elyaf
miktarına ve dağılış şekline bağlıdır.

+ Boyutsal Stabilite :

Plastik/cam elyaf mamulleri sıcaklık değişimleri altında metaller
gibi uzayıp kısılmazlar.

+ Özgül mukavemet :

Cam elyaf flamaları yüksek çekme mukavemetine sahiptir. 500.000
lb m² yumuşak çelik, alüminyum, magnezyumdan daha yüksektir. Aynı
zamanda çarpma direnci eşit özgül ağırlıktaki birçok metalleri geçer.

Tablo 3. kompozitlerin genel imalat usulleri

	El ile serme usulü	Elyaf püskürtme usulü	Açık basınç usulü	Enjeksiyon usulü	Sarma usulü	Soğuk, yağ presleme usulü
Kalıp şekli	Açık, tek veya çok parçalı	Açık, tek veya çok parçalı	Açık, tek veya çok parçalı	Açık kapalı tek veya çok par.	Tek veya çok parçalı nüve	Kapalı iki parçalı
Kalıp Malzemesi	Ahşap, alçı plâstik metal	Ahşap plâstik metal	Ahşap plâstik metal	Metal plâstik	Çelik çabuk ergiyen ve çözülen Mad.	Metal takviyeli dolgu plâstik
Rezin Cinsi	Poliester Epoksit Akralit Bntadien Silikon	Poliester	Poliester Epoksit	Poliester Epoksit	Poliester Epoksit Akrlat	Poliester Epoksit
Takviyenin cinsi ve csm nisbeti (% Ağırlık) H: Hasır. keç Ö: Örgü K: Kordon F: İskelet	H: 20~30 Ö: 35~50 K: 40~50	K: 20~30	H: 20~35 Ö: 40~50	H: 18~25 Ö: 30~50	K: 50~80 H: 30~35 Ö: 50~70 (Band halinde)	H: 30~40 Ö: 40~50 İ: 30~50
İşleme Sıcaklığı (C°)	Oda sıcaklığı	Oda sıcaklığı	Oda sıcaklığı	Oda sıcaklığı	Y. Derece Sonra Sert.	60 a kadar
İşleme basıncı (1) [Kp/cm]	—	—	1 e kadar	1 e kadar	Sarma gerilmesi	10'a kadar
Parlak yüzey imkânı	Bir taraf	Bir taraf	Bir taraf veya her T.	Her taraf	Bir taraf	Her iki taraf
İnce tabaka imkânı	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Şartlı
Cıdar kalınlığının farklı olabilmesi	Evet	Evet	Evet	Hayır	Evet	Sınırlı
Takviyeli kaburgası yapılabilmesi	Evet	Evet	Sartlı	Sartlı	Mutad değil	Evet
Tavsiye edilen en küçük radyus [mm]	5	5	5	5	—	5
Tavsiye edilen kenar eğimi (2)	1:25 - 1:50	1:25 - 1:50	1:25 - 1:50	1:50 - 1:100	—	1.50 - 1:100
Şekil verme zamanı	30 dak.dan birçok güne	30 dak.dan birçok gü.	1~10 saat	1~10 saat	—	5~30 dak.
İlave ısıtılık lüzumu	Evet	Evet	Evet	Hayır	Evet	Evet
Tatbikat sahası	Münferit parçalar küçük seri Bü.Sa.Parç	Küçük seriler büyük satırlı par kaplan a iş	Küçük seri imalâtta	Küçük seri imalâtta	Boru, depo	Parça say 500 - 5000

Tablo 3'ün devamı

	Sıcak presleme usulü			Savunma usulü	Profil çekme usulü	Sürekli levha çekme usulü
	Yaş presleme usulü	Akıcı ham madde presleme	Akıcı olma ham madde presleme			
Kalıp şekli	Kapalı iki parçalı	Kapalı iki iki veya çok parçalı	Kapalı iki veya çok parçalı	Tek veya Çok taraflı dış kalıp	Tek veya çok taraflı çekme ağız	Büyük Tesisler
Kalıp malzemesi	Çelik Takviyeli plâstik	Çelik	Çelik	Metal plâstik	Metal	
Rezin cinsi	Poliester Epoksit Butadien Silikon	Poliester	Poliester Epoksit Butadien Fenol Melamin ÜreSilikon	Poliester Epoksit	Poliester Epoksit	Poliester Epoksit Akrilat
Takviyenin cinsi ve cam n sbeti (%Ağırlık) H: Hasır, keçe Ö: örgü K: Kordon İ: İskelet	H: 35~50 Ö: 55~65 İ: 30~50	H: 25~35	H: 25~35 Ö: 40~65 K: 60~75	H:25~35 H:30~40 K:25~35	K:70~80 Ö:45~80	H:15~30 Ö:25~55
İşleme sıcaklığı (C _o)	80~150 150~200	120~160	120~160 150~200	Yük.Derec. Son. sertle	150 ye kadar	120 ye kadar
İşleme basıncı Kp/cm ²	10~30	30~150	80~250	Santrifuj kuvvet	—	—
Parlak yüzey imkânı	Her iki taraf	Her iki taraf	Her iki taraf	Bir taraf	Her taraf	Her taraf
İnce tabaka imkânı	Şarh	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Evet
Cidar kalınlığının farklı olabilmesi	Hayır	Evet	Sınırlı	Hayır	—	Hayır
Takviye kaburgası yapılabilmesi	Evet	Evet	Evet	Mutad değil	—	Evet
Tavsiye edilen en küçük radyus [mm]	3	1	3	—	1	5
Tavsiye edilen 2) kenar eğimi	1:50—1:100	1:50—1:100	1:50—1:100	—	—	—
Şekil verme zamanı	2—10 dak.	2—5 dak.	2—5 dak.	10 dak. İla çok saatler	—	—
İlave işçilik lüzumu	az	az	az	az	Hayır	az
Tatbikat sahası	Büyük seri imalât	Büyük seri imalât	Büyük seri imalât	Boru depo	Büyük imalât	Büyük imalât

1) Genellikle polyster için verilmiş değerler

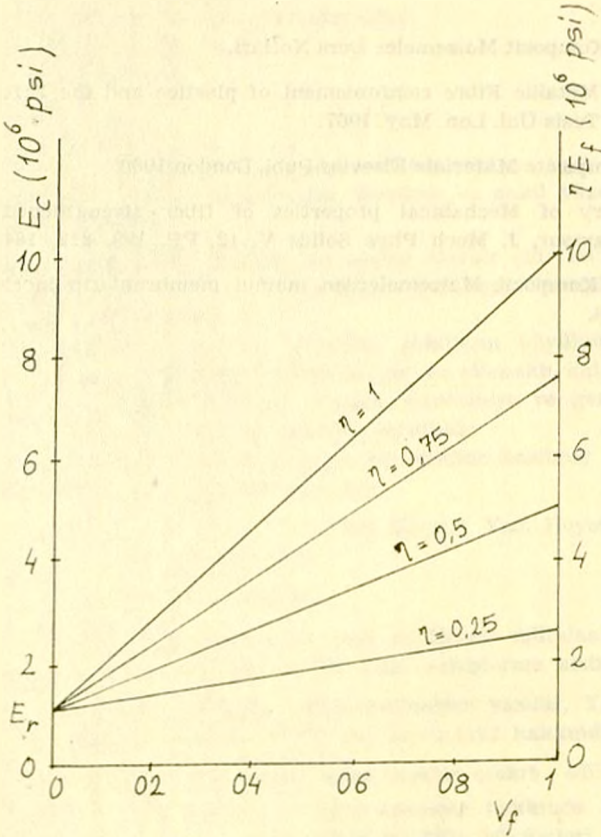
2) Parçanın derinliğine bağlıdır.

+ Polyester Reçine Tabakalarının Işık İletimi :

Polyester reçine tabakaları ile % 85'e kadar ışık transferini temin eder. Bir takım reçineler ise boyanabilir veya yapılarında çözülebilen boyalar mevcuttur. Bu sebepten mimaride iç ve dış dekorasyonda yavaş yavaş kullanılmaya başlanmıştır. Umulur ki, mimarlar yapı malzemelelerinde ısrarla üzerinde duracaklardır.

+ Elastisite Modülü :

Cam elyafın elastisite modülü $10,5 \cdot 10^6$ olup kompozitin elastisite modülünü hesaplamada seri hal ve 0° lik açı için aşağıdaki formül geçerlidir.



$$E_c = V_f \cdot E_f + V_m \cdot E_m$$

E_c = Kompozitin elastisite modülü

E_f = Fiberin elastisite modülü

E_m = Matrisin elastisite modülü

V_f = Fiberin hacimsel oranı

V_m = Matrisin hacimsel oranıdır.

Şekil 1. de iki fazlı kompozitin elastisite modülünün değişimi gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- 1 — Pakdemirli E. Kompozit Malzemeler Ders Notları.
- 2 — Pakdemirli E. Metallic Fibre reinforcement of plastic and the Effect of cold working Ph. D Tesis Üni. Lon. May. 1967.
- 3 — Holliday L. Composite Materials Elsevier Publ. London 1960.
- 4 — Hill, R. Theory of Mechanical properties of fiber-strengthened Materials, I. Elastic behaviour, J. Mech Phys Solids V. 12, PP. 199. 212. 164.
- 5 — Çavuşoğlu Y. Kompozit Malzemelerden mamul membranların incelenmesi, Yeterlik Tezi 1978.

Derginin Yayınlanması ve Dergiye Verilecek Yazıların Hazırlanması ile İlgili Esaslar :

- 1 — Dergi normal olarak senede dört sayı olarak yayınlanır. Yazı heyeti tarafından gerekli görüldüğü hallerde ilâve sayıların çıkarılması mümkündür.
- 2 — Dergi, Sakarya D.M.M. Akademisi öğretim kadrosu tarafından yapılan araştırma ve incelemelerin sonuçlarını neşretmek gayesiyle yayınlanmakla beraber, Akademiye mensup olmayan müelliflerin yazıları da neşredilebilir.
- 3 — Yazılar, daktilo ile seyrek olarak kâğıdın bir yüzüne yazılmalı ve iki nüsha olarak Dergi sekreterliğine verilmelidir.
- 4 — Metnin tertibinde :
 - a) Yazarın adı.
 - b) Yazarın bağlı olduğu Fakülte ve Kürsü adı.
mevcut olmalı ve yazı, şekil ve resimler hariç 15 daktilo sahifesini aşmamalıdır. Müellifinin müracaatı üzerine kısaltılmıyacağı anlaşılan daha uzun yazıların, Yazı Heyetinin kararı ile basılması mümkündür. Başlık 50 harften uzun olmamalıdır.
- 5 — Yazı, mümkün olduğu kadar şu bölümlerden teşekkül etmelidir :
 - 1 — Giriş ve maksad,
 - 2 — Kullanılan notasyon,
 - 3 — Ele alınan konu ile ilgili çalışmalar,
 - 4 — Konunun incelenmesi,
 - 5 — Varılan sonuçlar,
 - 6 — Ekler,
 - 7 — Bibliyografya.
- 6 — Referanslar, metinde numaralanarak belirtilmeli ve muhakkak yazı sonunda bibliyografya kısmına verilmelidir. Tercüme ve nakil yazılar için mehzaz göstermek mecburidir.
- 7 — Şekiller, teknik resim kaidelerine uygun olarak çini mürekkeple aydinger'e büyük ölçekte çizilmeli ve metin içinde yeri işaretlenerek hangi ölçüde küçültüleceği belirtilmelidir.
Şekiller üzerindeki yazı ve rakamlar, şekillerin büyüklüğüne uygun olmalı, temiz yazılmalı, küçültme halinde seçkin ve okunaklı kalabilmelidir. Yazı heyeti lüzum gördüğü şekilleri yeniden çizdirmeye ve gerekli ücretli telif ve tercüme hakkından mahsup etmeye yetkilidir.
Fotoğraflar, parlak kâğıda çok net bir şekilde basılmış olmalı ve ne ölçüde küçültüleceği arkasında belirtilmelidir.
- 9 — Yazılar «Sakarya D.M.M. Akademisi Dergisi Yazı Heyeti Sekreterliği - Adapazarı» adresine gönderilmelidir.
- 10 — Gönderilen yazılar geri verilmez.
- 11 — Dergide yayınlanacak yazılarda ileri sürülecek mütalaaların ve formüllerin yanlışlığından doğacak sorumluluk yazı sahiplerine aittir.
- 12 — Müellifi tarafından vaktinde tashih edilmeyen yazılar, Yazı Heyetinin uygun göreceği bir şahsa tashih ettirilir ve ücretli telif hakkından ödenir.
- 13 — Bir sayfada 5 ten fazla yanlış kalan yazılar tashih edilmemiş sayılır.
- 14 — Telif hakları ve belirtilmemiş diğer hususlar hakkında «Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademiler Yayın Yönetmeliği» hükümleri muteberdir.