Kompozit Malzemeler

Kompozitlerin Kullanım Alanları

Yapısal Kompozitler

Kompozit Takviyeli Betonlar

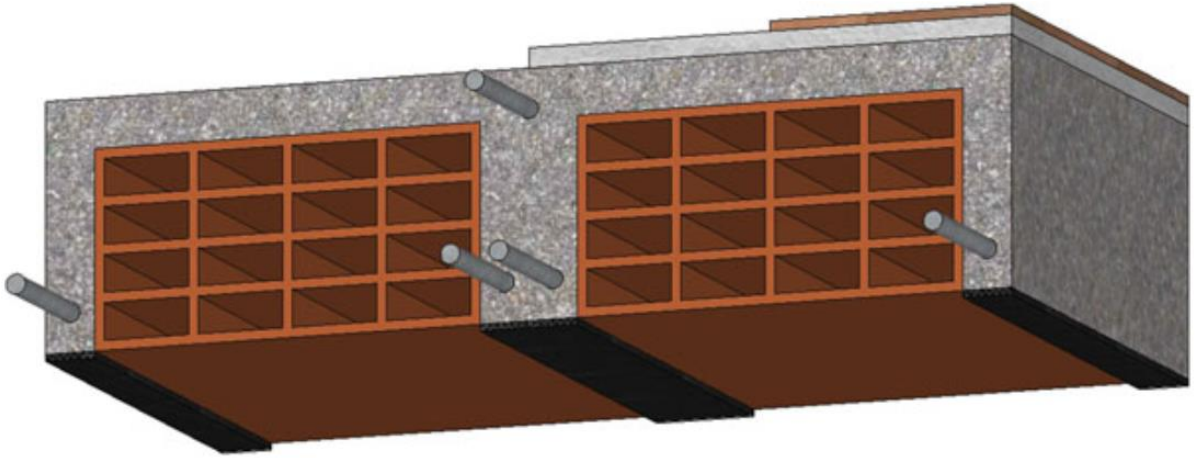

Fig. 9.1 Reinforcement of floors in brick and cement with CFRP sheets

Karbon fiber takviyeli polimer (CRFP) matrisli kompozitler levha, film vb gibi çeşitli şekillerde değişik inşaat uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kolaylıkla uygulanabilen CRFP kullanılarak:

Yapıların nihai dayanımları arttırılır,

Yapıların rijitliği artar,

Herhangi bir ağırlık ya da boyut artışı meydana gelmez,

Oksidasyon engellenebilir,

Yapını kullanım ömrü artar.

Kompozit Takviyeli Betonlar

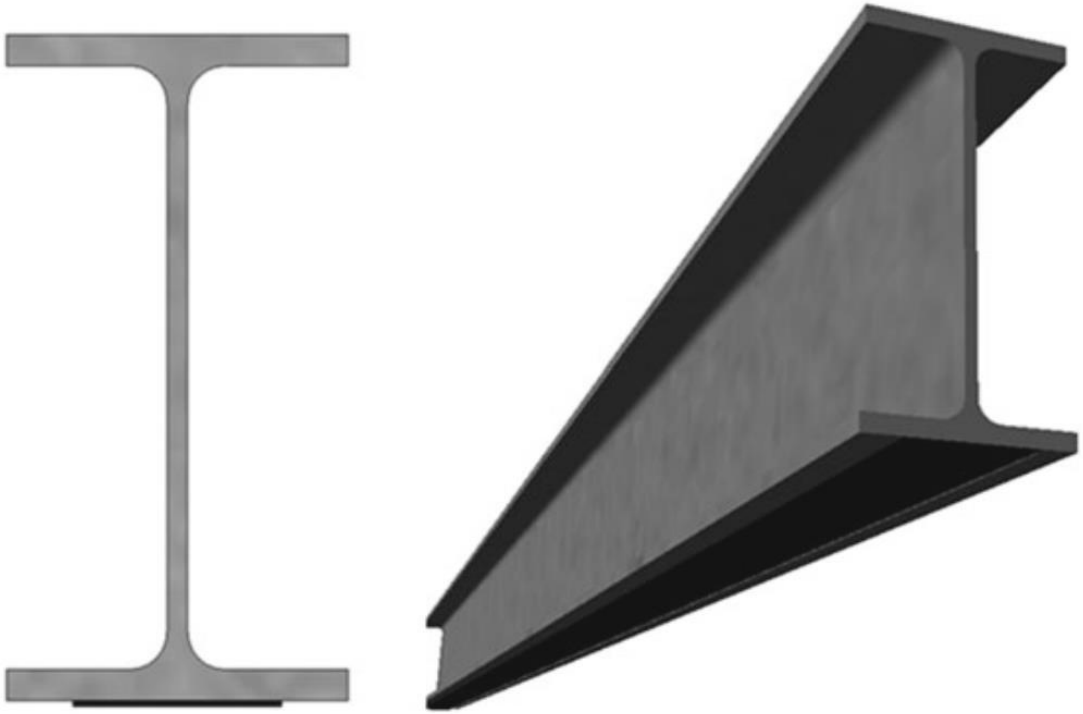

Fig. 9.2 Reinforcement of steel beams with CFRP sheets

Kompozit Takviyeli Betonlar

Fig. 10.5 Strengthening of rectangular and circular section r.c. columns

Fig. 9.3 Reinforced CFRP concrete pillars

Kompozit Takviyeli Betonlar

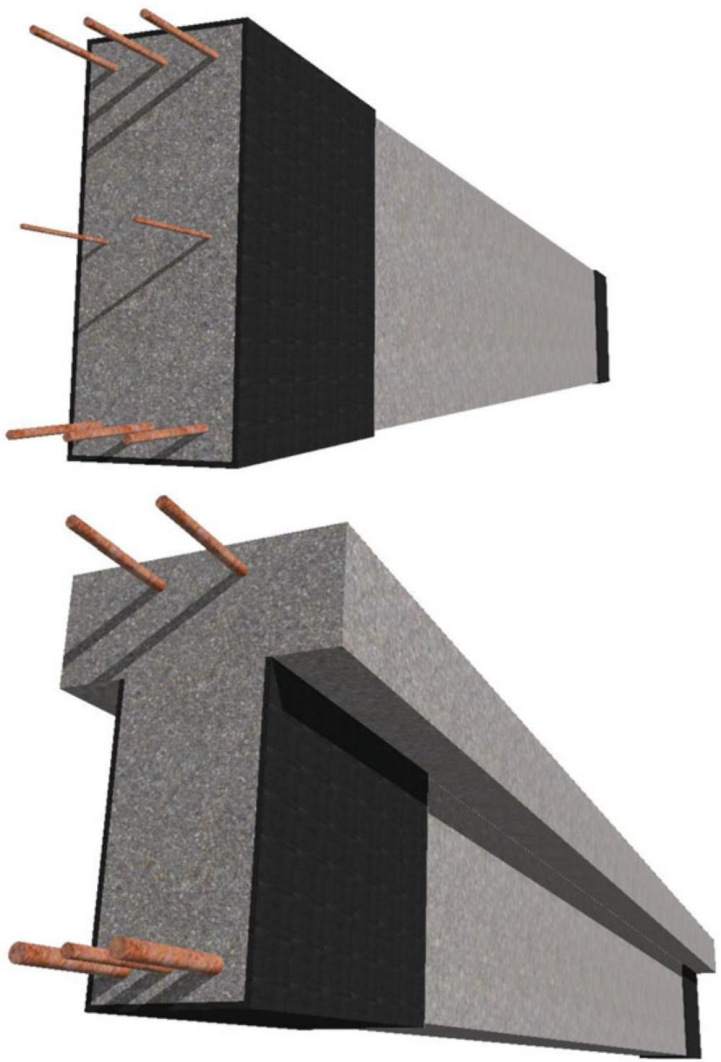

Fig. 9.4 FRP reinforced beam for bending moment and shear stress

Fig. 10.3 Shear and flexural strengthening of r.c beams with CFRP

Kompozit Takviyeli Betonlar

Fig. 9.5 Masonry columns reinforced with FRP

Fig. 10.2 CFRP strengthening of beams and columns

Card 9.7 Structural reinforcement of masonries with glass fiber fabrics

Kompozit Takviyeli Betonlar

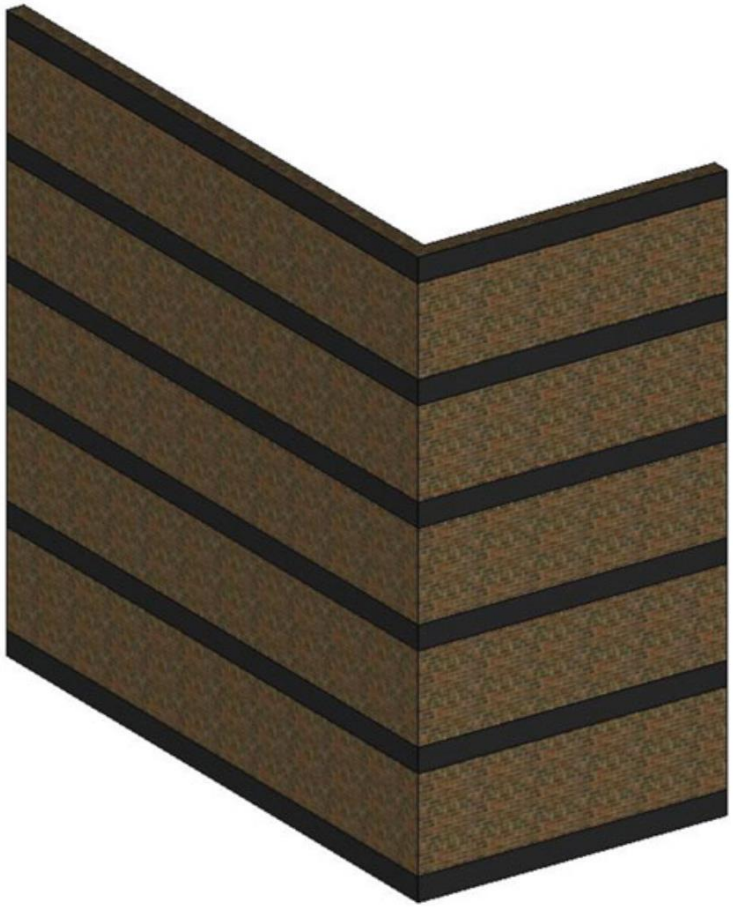

Fig. 9.6 Reinforcement of masonry angle with FRP

Fig. 9.7 FRP reinforcement of a barrel vault disposed at the lower surface

Fig. 9.8 FRP reinforcement of a barrel vault disposed at the lower surface

Kompozit Takviyeli Betonlar

Video linki:
https://www.youtube.com/watch?v=TbOkmzQRDcU

Havacılık – Uzay Araçları Uygulamaları

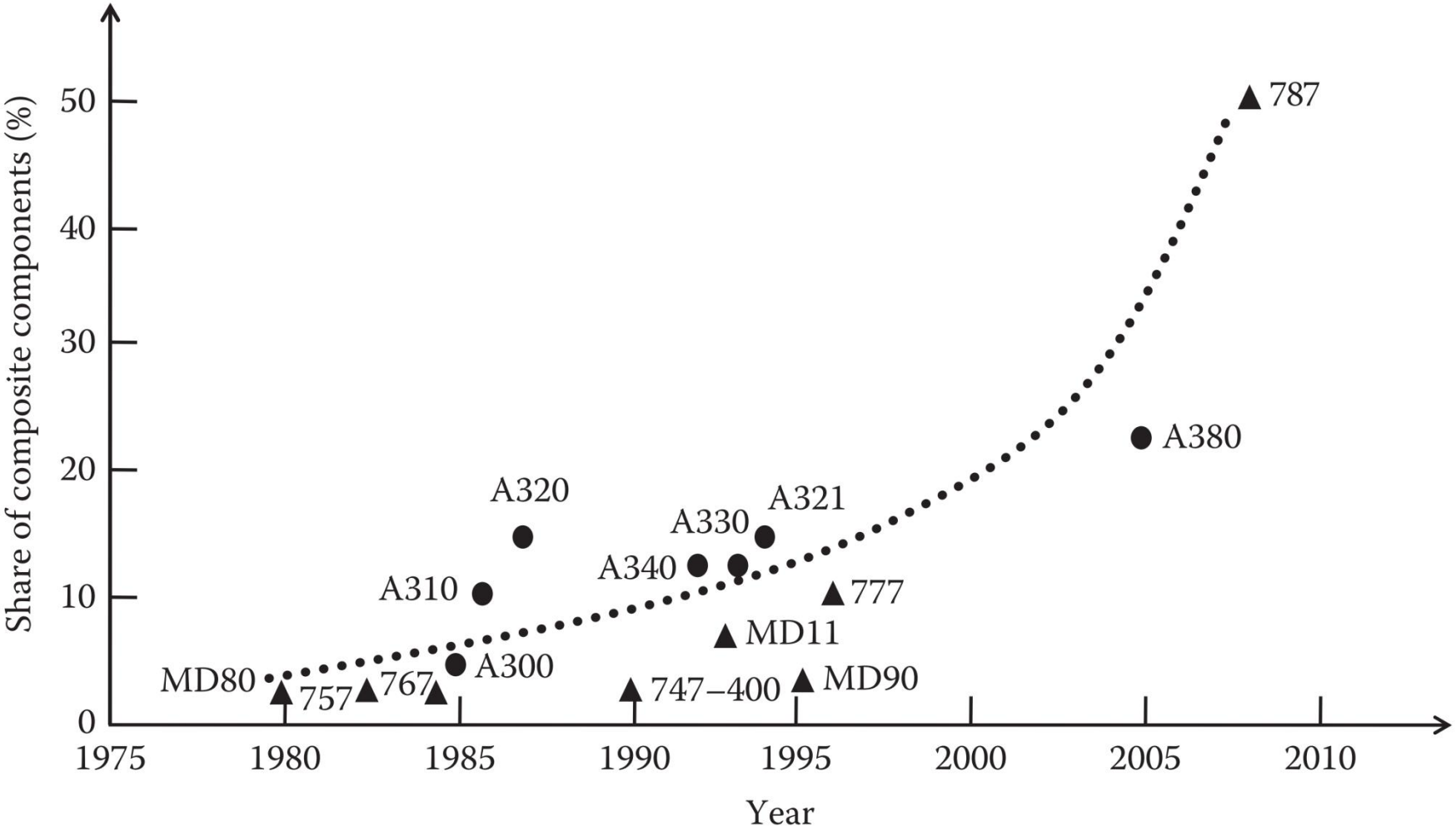

FIGURE 4.33
Usage of composites in commercial aircrafts over the years. (Courtesy of L. Herbeck and H. Voggenreiter, DLR Center of Excellence in Composite Structures, Braunschweig, Germany.)

Havacılık – Uzay Araçları Uygulamaları

Uçak uzay sanayisinde gelişmiş polimer matrisli kompozit malzemeler kullanılarak alüminyum yapılara kıyasla %25-40 arasında ağırlık düşüşü sağlanır. Bu da, kg başına 50 ila 500 $ tasarruf sağlamaktadır.

Fig. 2. Airbus A320, courtesy of Airbus Industrie

Fig. 5. MBB, BK 117

Kompozit malzemelerin yapı malzemeleri olarak kullanım oranını arttırmak için:

- Kompozit üretim maliyetleri (toplam maliyetin %70'i) düşürülmeli
- Otomatize üretim tekniklerinin yaygınlaştırılması
- Hasar tespiti zor olan malzemelerde dayanımın/tokluğun arttırılması
- Tamir/onarım işlemlerinin kolaylaşması

Havacılık – Uzay Araçları Uygulamaları

Fig. 6. Aircraft interior, courtesy of Airbus Industrie

Fig. 7. Cargo liners

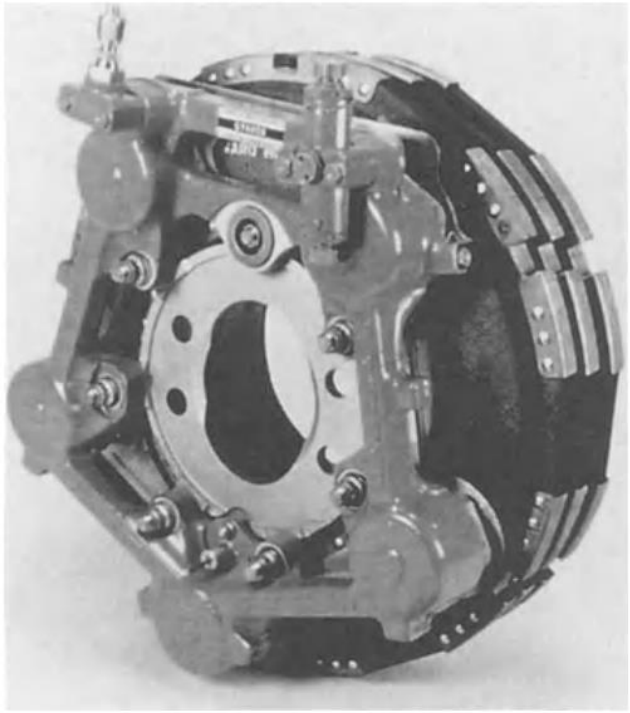

Fig. 8. Aircraft brakes

C-C kompozitleri ile yapılan frenler düşük termal genleşme, iyi termal iletim ve sürtünme katsayıları ile yüksek performansa sahiptir.

Havacılık – Uzay Araçları Uygulamaları

Uzay araçlarında ağırlık oldukça önemli olduğu için mümkün olan her parçada kompozitler kullanılmaktadır. Örneğin, itici gaz tankları karbon fiber takviyeli PEEK matrisli kompozitlerden yapılırken, gaz çıkış nozılları karbon fiber takviyeli fenolik reçinelerden ya da karbon-karbon kompozitlerden yapılmaktadır.

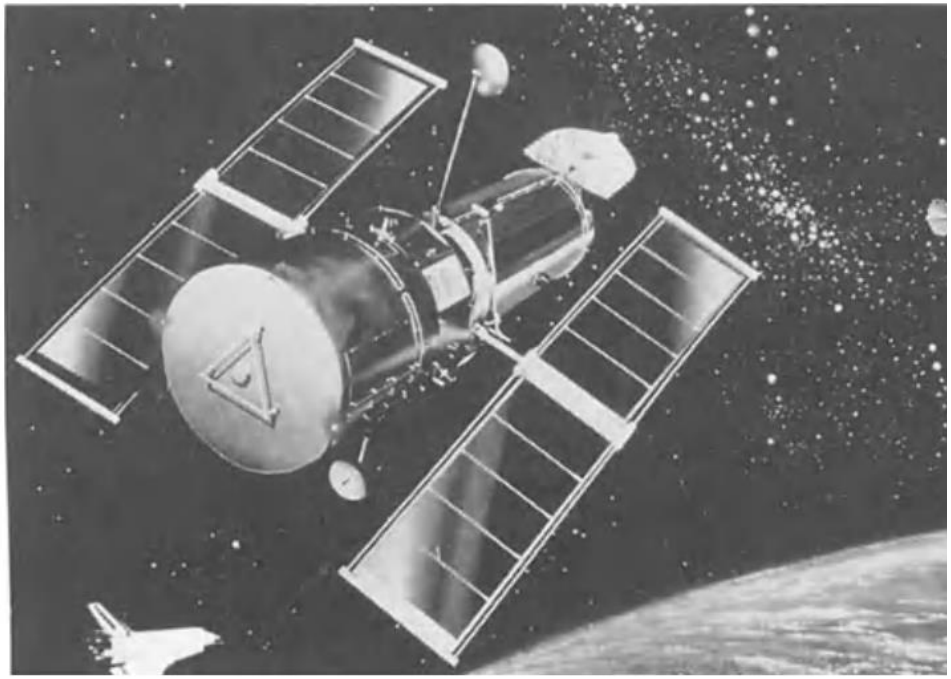

Fig. 12. Hubble space telescope

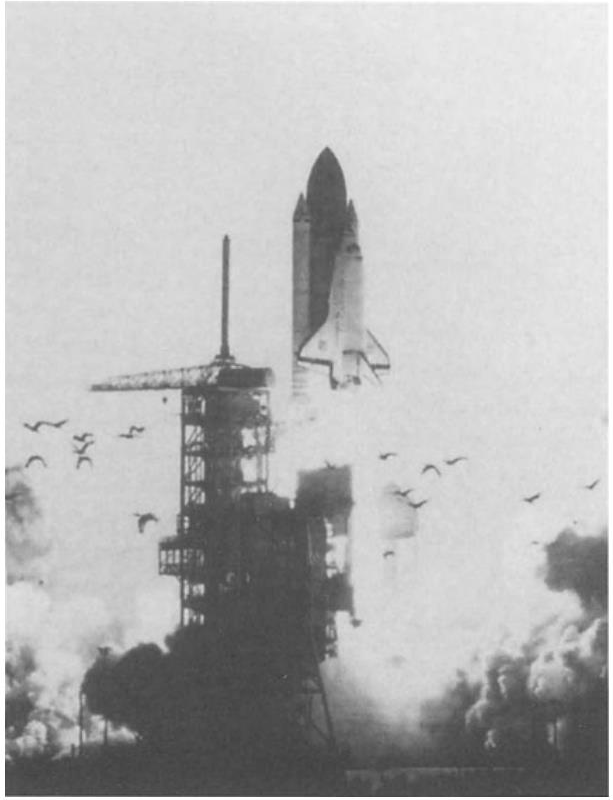

Fig. 13. Space shuttle

Balistik Uygulamalar

Table 1. Components for ballistic composites

Fibers:	Kevlar 29, S-2 Glass, Spectra 1000
Matrix resins:	Vinyl esters, polyesters, phenolics and modified phenolics
Weight per cent resin to fiber:	15–20: 85–80

Fig. 9. Ballistic helmet

Table 2. Comparison of U.S. Army helmet materials[a]

Materials	V_{50} (Ballistic limit)[b]
Steel/Nylon liner	442 m/sec
Kevlar composite	610 m/sec

[a] 1.59 kg; 10.74 kg/m^2 areal density
[b] 0.22 caliber, 17 grain fragment simulating projectile

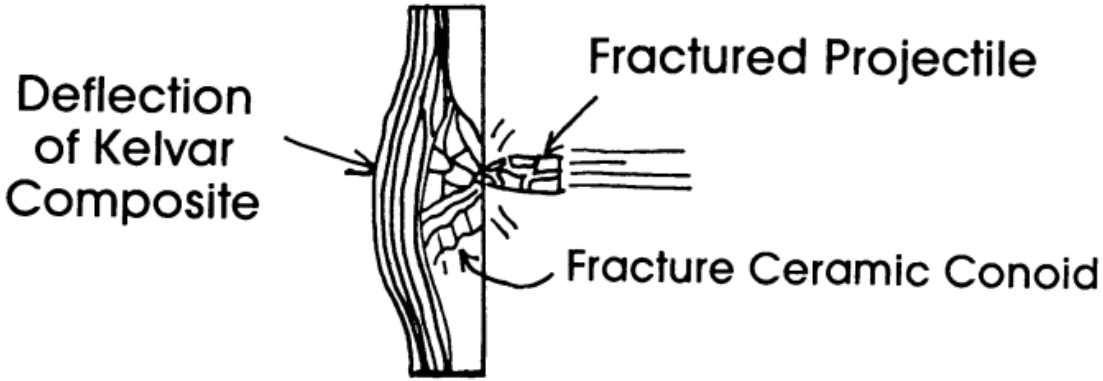

Fig. 10. Ceramic armor

Spor Ekipmanları

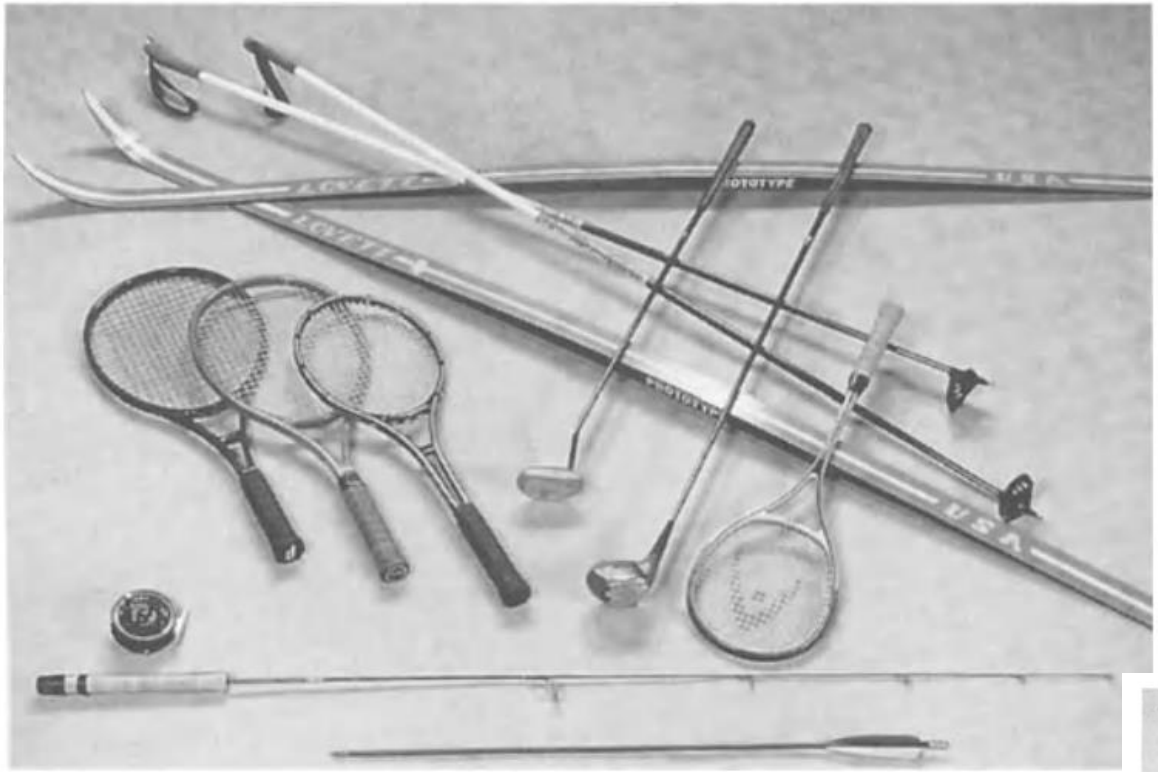

Fig. 14. Sports equipment

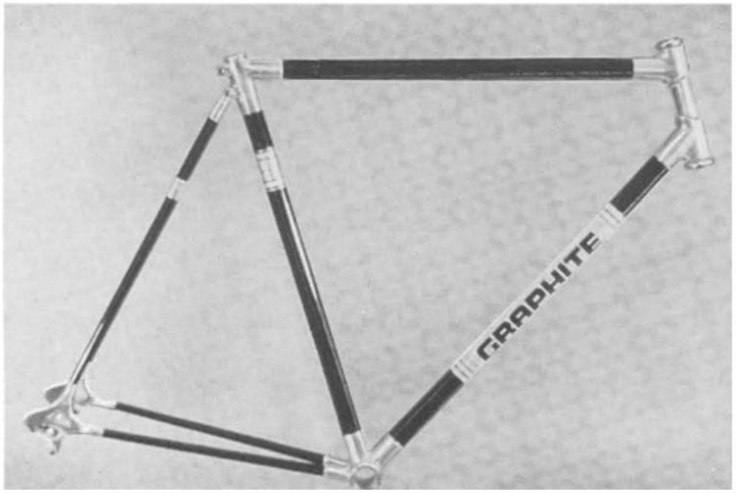

Fig. 15. Bicycle frame

Gemicilik Uygulamaları

Fig. 16. USS essex

Otomotiv Uygulamaları

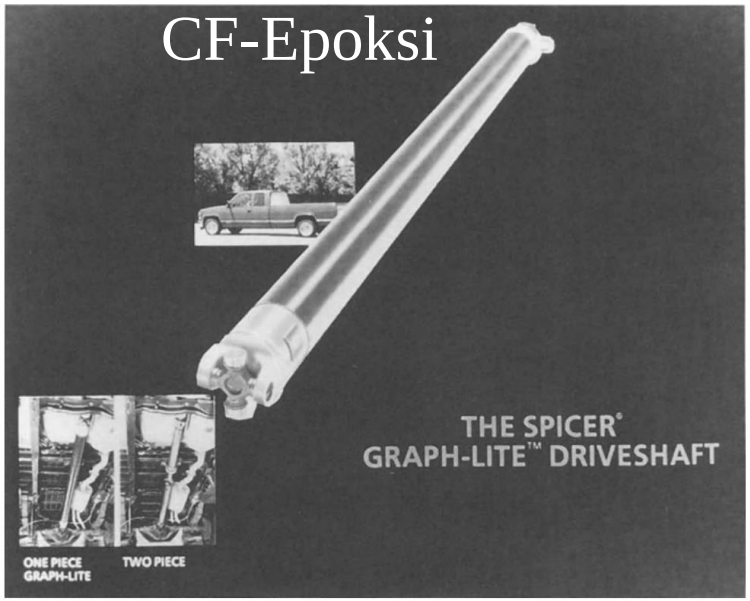

Fig. 18. Composite drive shaft

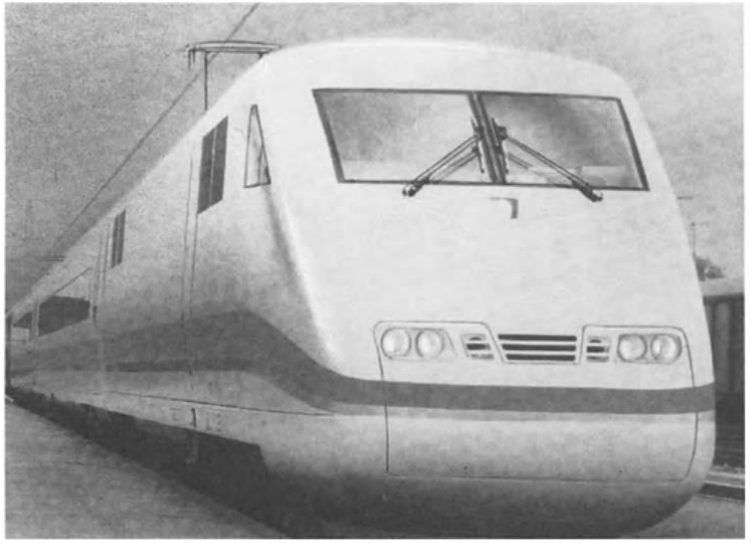

Fig. 21. Composite train chassis

Fig. 19. McLaren Honda racing car

Fonksiyonel Kompozitler

- Termal uygulamalar
- Elektriksel uygulamalar
- Termoelektrik uygulamalar
- Elektromanyetik uygulamalar
- Optik uygulamalar
- Dielektrik uygulamalar
- Manyetik uygulamalar
- Elektrokimyasal uygulamalar
- Biyomedikal uygulamalar
- Titreşim emilimi
- Akıllı malzeme uygulamaları

Termal Uygulamalar

Isıtma ve soğutma gibi termal ortamlara maruz kalan uygulamalarda termal iletkenlik en önemli parametrelerden biridir. Pratik uygulamalarda iyi termal iletkenliğe sahip malzemeler kullanmaya ek olarak termal arayüzey malzemeleri kullanılarak iyi termal kontakt oluşturmak gerekir.

Table 3.1 Thermal properties and density of various materials

Material	Thermal conductivity (W/m.K)	Coefficient of thermal expansion (10^{-6} °C^{-1})	Density (g/cm^3)
Aluminum	247	23	2.7
Gold	315	14	19.32
Copper	398	17	8.9
Lead	30	39	11
Molybdenum	142	4.9	10.22
Tungsten	155	4.5	19.3
Invar	10	1.6	8.05
Kovar	17	5.1	8.36
Diamond	2000	0.9	3.51
Beryllium oxide	260	6	3
Aluminum nitride	320	4.5	3.3
Silicon carbide	270	3.7	3.3

Mikroelektronik gibi birçok alanda kullanılmak üzere, iyi termal iletkenliğin yanında düşük termal genleşme katsayılarına sahip kompozitler geliştirilmiştir.

Termal Uygulamalar

Metaller çok iyi termal iletkenlerdir ancak termal genleşme katsayıları (CTE) çok yüksektir.

Aluminyum matrisli kompozitler:

Ucuzluğu ve kolay üretimi sayesinde en sık kullanılan metal matrisli kompozitlerdir. Düşük ergime sıcaklığı sayesinde sıvı infiltrasyon yöntemleri ile %70 gibi yüksek fiber katkılı kompozitler geliştirilerek termal genleşme katsayıları düşürülebilir. SiC, AlN ve karbon fiber takviyeli Al matrisli kompozitler termal uygulamalarda kullanılabilir.

Bakır matrisli kompozitler:

Bakır zaten ağır bir malzeme olduğu için hafifliğin ikinci planda olduğu uygulamalarda kullanılır. Dolayısıyla takviye elemanı da düşük termal genleşme katsayısına sahip W, Mo gibi metaller olabilir. Ayrıca, karbon, SiC, TiB_2, Al_2O_3 gibi malzemelerle takviye edilmiş Cu matrisli kompozitler termal uygulamalarda kullanılabilir.

Termal Uygulamalar

Berilyum matrisli kompozitler:

BeO, hem hafif, hem iyi termal iletkenliğe sahip hem de düşük termal genleşme katsayısı var. Ancak Be sağlığa zararlı.

Karbon matrisli kompozitler:

Karbon malzemeler de termal iletkenlikleri ve düşük CTE'leri ile termal uygulamalarda çok fazla kullanılmaktadır. En önemli dezavantajları üretimin maliyetidir.

Seramik matrisli kompozitler:

Düşük CTE ancak termal iletkenlikleri takviye elemanları ile arttırılmalı.

Termal Uygulamalar

Table 3.2 Thermal contact conductance for various thermal interface materials between copper disks at 0.46 Ma contact pressure [105,106].

Thermal interface material		Interface material thickness (μm) (±10)	Thermal contact conductance (10^4 W/m^{-2} °C–1)	Viscosity (cps) (± 0.3)
Description	Designation			
PEG	A	<25	11.0 ± 0.3	127[b]
PEG + BN (18 vol.%)	B	25	12.3 ± 0.3	/
PEG + Li salt (1.5 wt.%)	C	25	12.3 ± 0.3	143[b]
PEG + Li salt (1.5 wt.%) + BN (18 vol.%)	D	25	13.4 ± 0.4	/
PEG + water + DMF	J	<25	12.5 ± 0.2	75.6[b]
J + Li salt (0.75 wt.%)	E	<25	11.4 ± 0.3	79.7[b]
J + Li salt (1.5 wt.%)	F	<25	16.0 ± 0.5	85.6[b]
J + Li salt (3.0 wt.%)	G	<25	11.6 ± 0.2	99.0[b]
J + Li salt (4.5 wt.%)	H	<25	9.52 ± 0.25	117[b]
J + Li salt (6.0 wt.%)	I	<25	7.98 ± 0.16	120[b]
F + BN (16.0 vol.%)	F1	25	18.5 ± 0.8	/
F + BN (18.0 vol.%)	F2	25	18.9 ± 0.8	/
F + BN (19.5 vol.%)	F3	25	15.3 ± 0.2	/
F + BN (21.5 vol.%)	F4	25	14.0 ± 0.5	/
G + BN (16.0 vol.%)	G1	25	17.0 ± 0.5	/
G + BN (18.0 vol.%)	G2	25	17.3 ± 0.6	/
G + BN (19.5 vol.%)	G3	25	14.9 ± 0.6	/
G + BN (21.5 vol.%)	G4	25	13.4 ± 0.4	/
H + BN (18.0 vol.%)	H1	25	13.9 ± 0.4	/
Solder	/	25	20.8 ± 0.6[a]	/
Sodium silicate + BN (16.0 vol.%)	/	25	18.2 ± 0.7	/
Sodium silicate + BN (17.3 vol.%)	/	25	15.5 ± 0.4	/
Sodium silicate	/	<25	14.1 ± 0.5	206[c]
Silicone/BN	/	25	10.9 ± 1.5	/
Silicone	/	<25	3.08 ± 0.03	8800[d]
None	/	/	0.681 ± 0.010	/

[a]At zero contact pressure (not 0.46 MPa).
[b]Measured using the Ubbelohde method.
[c]Measured using the Ostwald method.
[d]Value provided by the manufacturer.

Kaynaklar:

1- M. Balasubramanian, Composite Materials and Processing, CRC Press, 2013.
2- D. Brigante, New Composite Materials: Selection, Design, and Application, Springer, 2014.
3- D. D. L. Chung, Composite Materials: Science and Applications, Springer, 2002.
4- L.A. Pilato, M. J. Michno, Advanced Composite Materials, Springer-Verlag, 1994.