

ÜÇ BOYUTLU TESADÜFİ DAĞILIMLI ARAMİD NOVOLOİD VE CAM LİF TAKVİYELİ POLİMERİK KOMPOZİT MALZEMELERİN AŞINMA DİRENCİ

*Remzi GEMCİ**
*Yusuf ULCAI***

Özet: Bu çalışmada “Tesadüfi Dağılımlı Lif Takviyeli Polimerik Kompozit Malzemelerde Aşınma Direnci ”araştırılmıştır. Lif takviyeli polimerik kompozit malzemelerle ilgili deneysel çalışmada, %1, %3, %5, hacimsel oranlı Kevlar®49, Novoloid (Kynol®), E-Cam lifi takviye ve, grafit tozu, alüminyum tozu dolgu malzemeli karışimli numuneler aşınma testine tabi tutulmuşlardır. Sonuçlar, deney numunelerinin ölçülen ağırlık kaybı ile değerlendirilmiştir.

Çalışma sonunda Kevlar®49 ve E-cam lifleriyle takviyelendirilen kompozit malzemede aşınma direncinin yüksek, hatta hacimsel oranının artırılmasıyla aşınma direncinin daha da yükseldiği görülmüştür. Dolgu malzemelerinden grafit tozunun burada zımpara ile aşındırmadan dolayı aşınma direncine etkisinin olmadığı, hatta direnci düşürdüğü görülmüştür. Alüminyum tozunun da aşınmaya direncinin yükselmesine etkili olmadığı, hatta oranın artmasıyla aşınma direncinin düştüğü görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Aşınma direnci, kevlar, novoloid ve cam lifi, polimerik kompozit malzemeler

An Investigation on the Abrasion Resistance of Randomly Distributed Novoloid and Glass Fiber Reinforced Polymeric Composite Materials

Abstract: In this study, abrasion resistance of randomly distributed novoloid and glass fiber reinforced polymeric materials have been investigated. In the experimental part, the specimens prepared with filling materials of graphite powder, aluminum powder and reinforced with Kevlar®49, Novoloid (Kynol®) and E-glass fibers in the volume fraction of 1%, 3% and 5% were tested for abrasion test. The results were evaluated by comparing the weight losses.

It was observed that materials reinforced with Kevlar and E-glass fibers have higher abrasion resistance. Also, increase in the fiber volume fraction has positive effect in the abrasion resistance. There is no positive effect of filling materials of graphite and aluminum powders in the abrasion resistance. On contrary, there is somewhat decrease in the abrasion resistance due to the filling materials.

Key Words: Abrasion resistance, Kevlar, Novoloid and glass fibers, polymeric composite materials

1. GİRİŞ

Lif takviyeli kompozit malzemeler genellikle yüksek mukavemete ve yüksek modüle sahip lifler ve düşük mukavemetli bir matristen meydana gelirler. Lifler matrise bir arabirim vasıtasıyla bağlanıp, matris içinde sürekli veya kesikli formda bulunabilirler. Lifler kompozit yapıda başlıca yük taşıyıcı elemanlar olarak bilinirler. Matris ise, lifleri istenilen konum ve oryantasyonda tutarak, lifler arasındaki yük transferini sağlarlar. Lif takviyeli kompozitlerin mekanik özellikleri takviye liflerinin ve matris özelliklerinin bir toplamıdır. Kimyasal, termal ve elektrik performansları kullanılan matrisin tipine bağlıdır (Bilişik, 1991, Kragelsky, Dobichin, Kombalov, 1982, Mallick, 1988).

* Tekstil Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Karacasu, Kahramanmaraş 46000.

** Tekstil Mühendisliği Bölümü, Uludağ Üniversitesi Görükle, Bursa 16059.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Aşınma:

Genellikle mekanik zorlanmalar, bazı hallerde ise kimyasal etkenler nedeniyle malzeme yüzeylerinden, küçük parçacıkların ayrılması sonucu değişmesidir (Demirci, 1982). Kullanılan malzemelerin yüzeylerinden, daha çok mekanik olarak etkileyen enerjiler ve mekanik etkenler ile küçük parçacıkların ayrılması sonucu oluşan istenmeyen şekil değişikliğidir (Köksal, 1985).

DIN 50 320'de "katı cisim yüzey bölgesinden tribolojik zorlanma sonucu sürekli ilerleyen malzeme kaybı olayıdır" şeklindedir. Sistemde sürtünmeyi doğuracak izafi bir hareket gereklidir ve aşınmada malzeme kaybının istenmeden gerçekleşmesi esastır (Demirci, 1982).

2.2. Aşınmada Polimerik Malzemelerin Davranışı:

Aşınma-sürtünmeye maruz malzemelerin iyi tribolojik özellikler yanında, şu özelliklere de sahip olması beklenir: Yorulma ve basma dayanımının iyi, ısıl genleşme katsayısının küçük, ısıl iletim katsayısının, şekil verilebilme yeteneğinin ve aşınma dayanımının iyi olması gibi;

Polimerik malzemeler, şu özelliklere sahiptirler: Çok düşük sürtünme katsayılarına sahiptirler; bazı tribolojik şartlarda aşınmaya karşı çok yüksek direnç gösterirler, özgül ağırlıkları oldukça düşüktür (0.9-2.2 g/cm³). Oksidasyon yada korozyona karşı dayanıklı malzemelerdir ve oldukça kolay şekillendirilebilirler. Küçük miktarlarda toz yada diğer partikülleri yatak yüzeyine absorbe edebilirler, böylece abrasif aşınma önlenmiş ve sessiz çalışma sağlanmış olur. Elastik deformasyon kabiliyetinin yüksek oluşu titreşimlerin sönümlenmesini ve sessiz çalışmayı sağlar. Özellikle dinamik yüklemelerde sönümlenme özelliği dolayısıyla, karşı elamanın da dinamik zorlanmasını ve aşınma hızını düşürür.

Polimerik malzemelerdeki problemler ise; Isı iletim katsayısının düşük olması, ısıl genleşme katsayısının büyük oluşu, nem absorbe etme özelliğinin oluşu, gibi özellikleri olup, bu özelliklerin iyileştirilmesi amaçlanır. Polimerik kompozitler, diğer yatak malzemelerine göre, özellikle düşük hızlı çalışma bölgelerinde, yüklenebilirlik özelliğinde üstünlük göstermektedir (Demirci, 1985).

2.3. Polimerik Malzemelerde Aşınma Dayanımını Arttırmanın Genel Yöntemleri:

Polimerlerde sürtünme ve aşınmayı azaltma çalışmaları, sürtünme elemanlarının aşınma dayanımlarının arttırılması üzerinde yoğunlaşmaktadır (Demirci, 1982).

Polimerlerde aşınmaya dayanıklı malzemelerin geliştirilmesi, sürtünme yüzeylerinin aşınmaya daha dayanıklı malzemelerle kaplanması, sürtünme elemanlarının malzeme açısından doğru seçilmesi, aşınma yüzey bölgesi ve malzemenin mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi söylenebilir (Demirci, 1985)

Bu amaçla yapılacak çalışmalar:

I- Aşınmaya karşı polimerik elemanları güçlendirmek için, karışıma yağlama özelliği olan madde karıştırmaktır:

Grafit tozları polimerlerle bileşime girerek hem sürtünme hem de aşınımı azaltır. Grafit tozları yüksek sıcaklık aşınımı gerektiren uygulamalarda kullanılır. Grafit tozları kısmen sulu ortamlarda etkindirler. Grafit aynı zamanda bir dolgu maddesi gibi hareket ederek, kalıp içerisinde malzemenin katılaşması sırasında meydana gelebilecek çekintileri azaltır (Klein, 1986). Kuru sürtünmeli olarak Amsler-Makinasından alınan deney sonuçlarına göre uygun polimer içerisinde dolgu maddesi olarak grafit, %17 civarında bir sürtünme katsayısı düşüşü sağlamaktadır (Demirci, 1985).

II- Dolgu maddeleri aynı zamanda temel malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi yanında yeterli mekanik özelliklerin muhafaza edilmesi amaçlanır ve birbirinden bağımsız düşünülemez. Bu amaçla polimerler aşınmaya karşı dirençli liflerle takviye edilmelidirler (Gemci, 1996). Farklı yöndeki bu etkilemeler, pratik uygulamadan önce kullanma yerleri göz önüne alınarak, hangi kompozisyonda tribolojik mukavemet özellikleri açısından optimal çözümlerin bulunduğu bu çalışmada araştırılacaktır.

III- Isıl iletim katsayısının iyileştirilmesidir. Ancak bu konu daha sonra yapılacak çalışmalarla araştırılacaktır.

2.4. Liflerin Aşınmadaki Durumu:

Cam, karbon ve aramid lifleri gibi lifler aşınmaya karşı dayanım ve benzer mekanik nitelikler geliştirir. Standart cam lifleri reçine çevresini iyi bir şekilde çevreler. Bununla birlikte cam zerrecikleri ve kaba kesilmiş cam lifleri, 20'den az (L/D) aspect oranıyla gerçek anlamda aşınmayı arttırır (Klein, 1986).

Diğer taraftan karbon lifleri temas eden yüzeylerin aşınımını azaltır. Takviyeli karbon lif kompozitleri için aşınma faktörü cam lifleriyle takviye edilmiş kompozitlerden daha azdır. %30 Cam lifleriyle takviye edilmiş polikarbonat 180×10^{-6} mm³ dak./J.saat'lik bir aşınma faktörüne sahiptir. Bununla birlikte %30 Karbon lifleriyle takviye edilen kompozitte aşınma faktörü 103×10^{-6} mm³ dak./J.saat'e düşer. Karbon liflerinin sürtünme katsayıları cam liflerinden düşüktür (Klein, 1986).

Aramid liflerinin aşınma dirençleri karbon liflerinden daha iyidir. Aramid lif takviyeli kompozitlerin temas yüzey aşınmaları karbon lif kompozitlerinin temas yüzey aşınmalarından daha küçüktür. Aramid lifleriyle aşınma faktörü sadece 22×10^{-6} mm³ dak./J.saat'dır. Aramid-lif kompozitlerinin sürtünme katsayısı karbon lifleriyle yapılan kompozitler ve cam lifiyle yapılan kompozitlerin tam ortasındadır (Klein, 1986).

2.5. Isı Karşısında Aşınma Direnci:

Takviye lifleri kompozitlerin sıcaklığa karşı dayanımlarını da arttırmaktadır. Cam lifleriyle takviye edilmiş naylon 204°C'de erir. Karbon lifleriyle takviye edilmiş polietereketon (PEEK) oda sıcaklığında 73×10^{-6} mm³ dak/J saat gibi düşük bir aşınma faktörüne sahiptir ve 149°C'ye kadar 73×10^{-6} mm³ dak/J saat'da kalır. Aşınma oranı 204°C ve 260°C'de artar (Klein, 1986).

Buradan da anlaşılacağı üzere, polimerik malzemelerin takviye edilmesi aşınmada sıcaklığa karşı dayanımı arttırmaktadır. Ancak iyi bir polimerik kompozit için uygun bir takviye elamanının seçilmesi esastır (Gemci, 1996).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal:

Yapılan bu deneysel çalışmada polimerik kompozitler kullanılmıştır. Kompozit malzemelerde matris malzemesi olarak; "Şişe Cam, Cam Elyaf Sanayii A.Ş" tarafından üretilen Neoxil CE92N4 tipinde genel amaçlı ortoftalik doymamış polyester, takviye amaçlı kullanılan malzemeler ise; E-Cam, Kevlar®49 ve Novoloid (Kynol®) lifleridir. Dolgu amaçlı kullanılan malzemeler ise; alüminyum tozu ve grafit tozu dur. Aşınma deneyinde 500 Grid SiC zımpara da aşındırıcı malzeme olarak kullanılmıştır.

Numunelerin hazırlanma aşamasında, takviye elamanları sırasıyla matris malzemeye hacimsel olarak %1, %3, %5, oranlarında elle karıştırılmışlardır. Kevlar®49 ve Kynol® lifleri 1'er mm. ve cam lifleri ise 5mm. boylarında reçine içerisine katılıp, homojen olarak karıştırılmışlardır. Daha sonra hacimsel olarak %2 oranında sertleştirici ve %1 oranında hızlandırıcı katılarak, numune taban alanı 706,8 mm² olacak şekilde silindirik kalıplara dökülmüş katılaşmaları sağlanmıştır. Daha sonra alüminyum ve grafit tozu da aynı şekilde matris içerisine karıştırılmıştır. Numune taban alanı 706,8 mm² olacak şekilde silindirik kalıplara dökülmüş ve homojen olacak şekilde katılaşmaları sağlanmıştır. Numuneler sertleştikten sonra hepsi yaklaşık olarak aynı boyda kesilmişlerdir.

Çizelge 1.
Deneylerde kullanılan malzemelere ait bazı fiziksel özellikler

Malzeme	Özgül ağırlık (g/cm ³)
Polyester reçine	1,38
Cam lifi	2,56
Kevlar®49 lifi	1,44
Kynol®lifi	1,27
Alüminyum	2,70
Grafit tozu	2,22

3.2. Metot:

3.2.1. Varyans Analizi:

Yapılan çalışmadaki bu deney, deneylerin uygulanması bölümünde anlatılacak ve deney sonuçları tek faktörlü varyans analizi ve SNK testi kullanılarak analiz edilecektir.

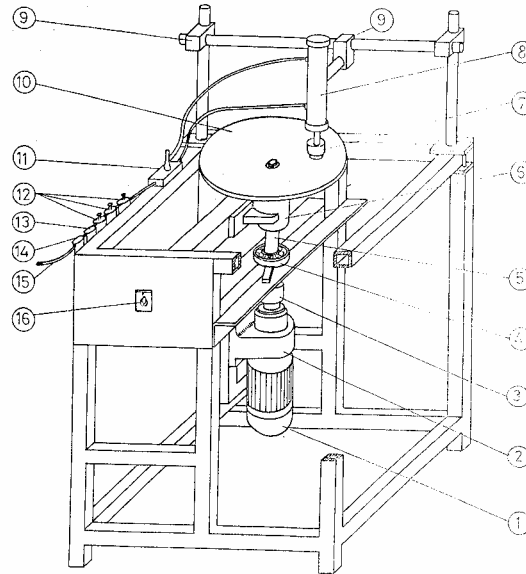
3.2.2. Aşınma Deneyinin Uygulanması:

Laboratuarlarda kullanılan aşınma cihazları veya deney düzenekleri belirli şartlarda, aşınmanın oluşunu, değişimini ve miktarını belirlemeye imkan verir. Aşınmaya maruz makine parçalarının kullanım yer ve şartlarının farklı olmasından dolayı, aşınma proseslerini incelemek için geliştirilen model deney cihazları da çok çeşitlidir. Aşınma cihazlarıyla elde edilen sonuçlar genel olmaktan çok aynı tribolojik şartlarda aşınma davranışı bakımından aşınma çiftlerinin birbirleriyle kıyaslanmasına imkanı verir.

3.2.3. Aşınma Deney Cihazı:

Deneyler atmosfer şartlarında yapılmış ve deney sırasında ayrıca bir yağlayıcı kullanılmamıştır. Deneyde, çıkan aşınma partikülleri temas yüzeylerinden uzaklaştırılmadığından "teknik kuru sürtünme" terimi kullanılacaktır (Demirci, 1982).

Bu çalışmada, düşünülen aşınma şartlarını gerçekleştirebilen, bir çok ayarlanabilir parametrelere sahip olmak üzere imal edilen deney cihazının görünüşü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1.
Aşınma deney cihazının genel görünüşü.

PARÇA NO	PARÇANIN ADI	PARÇA NO	PARÇANIN ADI
1	Elektrik Motoru	9	Bağlama Parçası
2	Redüktör	10	Alt Numune Diski
3	Elastik Kavrama	11	Dört Yollu Pnömatik Valfi
4	Konik Rulman Yatağı	12	Basınç Düşürücüler
5	Tahrik Mili	13	Pnömatik Sistem Yağlayıcısı
6	Radyal Rulman Yatağı	14	Pnömatik Sistem Nem tutucusu
7	Üst Numune Tutucu ve Numune	15	Basıncılı Hava Girişi
8	Pnömatik Piston	16	Elektrik Motoru Şalteri

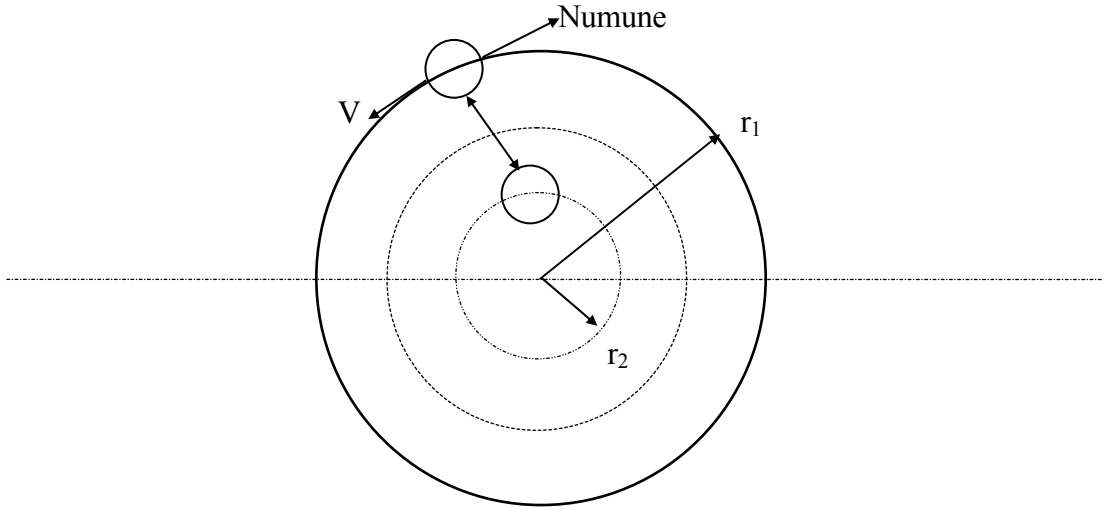
3.2.4. Ayarlanabilir Deney Parametreleri:

Aşınma olayını inceleyebilmek, deney parametrelerinin istenilen şartlara uygun olarak ayarlanabilmesi ve olayın tekrarlanabilir olmasıyla mümkündür. Bu özelliklerin imal edilen deney cihazında aşağıdaki parametrelerin değiştirilebilmesiyle sağlanmasına özen gösterilmiştir.

1. Alt Numune Diskinin Devir Sayısı: Kullanılan elektrik motorunun devri 1420 d/dak'dır. Çıkış devri, $n = 50$ d/dak'ya düşürülmektedir. Bir dişli kaplin ile hareket, alt numune diskine iletilmektedir. Ayrıca bir elektronik devir ayarlayıcısıyla da elektrik motoru ve diskin dönme hızı ayarlanabilmektedir.

2. Kayma Hızı: Deney düzeneğinde üst numunenin bağlandığı ve normal yüklemeye (F_N) sağlayan pnömatik silindirin, alt numune disk merkezinden olan uzaklığın değiştirilmesi sayesinde farklı kayma hızları elde edilebilmektedir.

$V = w.r = p.n_{\text{disk}}.r/30$, $r_1 = 40$ mm ve $r_2 = 90$ mm arasında, $V_{\min}=0,210$ m/s $V_{\max}=0,470$ m/s arasında değiştirilebilmektedir (Bu deneyde kayma hızı $V=0.327$ m/s'dir).



Şekil 2.

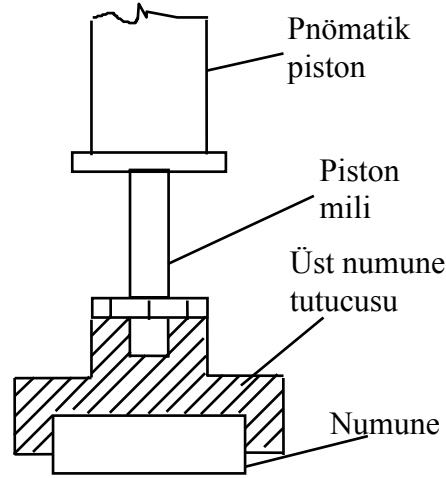
Üst numunenin, disk merkezinden olan uzaklığına göre çevresel hız değişiminin gösterilişi.

3. Normal Yüklemeye: Pnömatik pistonla gönderilen hava basıncı ayarlanmak suretiyle numunelere uygulanan F_N normal kuvveti değiştirilmektedir (F_N değişim aralığı:5,...,20N).

Aşınma deneylerinde kullanılan numune $A=706,8$ mm² lik bir yüzey alanına sahip ve üzerine $F_N=11,09$ N'luk sabit bir yük uygulanmıştır. Deney süresince numuneye uygulanan F_N normal kuvveti sabit kalmaktadır.

4. Aşınma Deney Çiftlerinin Geometrisi: Üst numuneler, uygun numune tutucuları ile aşınma deneyleri esnasında temas alanları sabit kalmak şartıyla, değişik şekil ve boyutlarda olabilmektedir. Alt numune, $D_{\min}=80$ mm ve $D_{\max}=180$ mm arasında çaplara sahip diskler veya alt numune diskine bağlanan karşı

sürtünme elemanlarıdır (zımpara kağıdı vs.). Alt numuneler 100 mm genişliğinde bir sürtünme yüzeyine sahiptir. Sabit kesite sahip üst numune yüzeyi ile alt numune yüzeyi birbirine paralelliği, bağlama parçaları yardımıyla sağlanmaktadır.



Şekil 3.
Üst numune tutucusu.

5. İzafi Hareket: Sürtünme sisteminde izafi hareket, kayma hareketi olarak seçilmiştir. Kayma hareketi, alt numune diskinin döndürülmesiyle elde edilmektedir. Bu çalışmadaki aşınma deneylerinde üst numune hareketsiz olup alt numune belirli aralıklarda değiştirilebilen, ama deney boyunca sabit tutulan bir dönme hızına sahiptir.

Aşınma Miktarının Ölçülmesi: Aşınma miktarını ölçmek için çeşitli yöntemler vardır. Yöntem seçimi, sürtünme çiftlerinin malzeme özelliklerine ve tribolojik sistemin yapısına bağlı olarak yapılmalıdır (Demirci, 1982).

Bu çalışmada ağırlık farkı ölçümü yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde hassas terazi kullanılır. Deney başında ve sonundaki ağırlık farkı ölçülerek (10^{-3} g. Hassasiyet) aşınma sonucu malzeme kaybı belirlenir.

Aşınma Deneilerinin Yapılması: Aynı ölçülerde hazırlanıp numaralandırılan numuneler, sırayla deney cihazına bağlanarak, aşınmaya tabi tutulmuşlardır. Karşı sürtünme elemanı olarak 500 Grid SiC zımpara kağıdı kullanılmıştır. Numuneler, alt numune diskindeki zımpara kağıtlarında aşınmaya tabi tutularak, her 20 dakikada bir aşınma miktarları hassas terazide tartılarak ölçülmüştür.

Aşınma deneylerinde; diskin devir sayısı, (50 d/dak.) kayma hızı, (0,327 m/s) normal yüklemeye, (11,9 N) yüklemeye basıncı, (0,0157 N/mm²) sabit tutulmuşlardır.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu yapılan çalışmada üç boyutlu rasgele dağılımlı kısa lif takviyeli ve dolgulu polimerik kompozitlerde aşınma dayanımının değişik malzeme ve miktar gibi parametrelerden nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Polimerik kompozitlerde takviye elemanının ve oranının artması ve değişik takviye elemanlarının kullanılmasıyla aşınma dayanımının nasıl arttığı, (Şekil 5, 6) deneysel olarak gösterilmiştir. Bu sonuçlar alınırken, malzemeler ayrıca mukavemet testine tabi tutulmuşlardır. Dolgu malzemelerinden dolayı mukavemet kayıplarının olmadığı Çizelge 3'de sonuçları verilen mukavemet test sonuçlarına uygulanan varyans analizi ile gözlenmiştir.

Çizelge 2.

Aşınma üzerine ya takviye-dolgu % sinin ve cinsinin ortak etkisi için Anova tablosu

Varyans Kaynağı	df	SS	MS	F _{ist.}	F _{tab.}	H ₀ : $\tau_j=0$
CİNS	4	108.6048395	27.1512099	92,46	0.0001	Red.
TAKVİYE % Sİ	2	0.4405482	0.2202741	0,75	0,4767	Red.
CİNS*TAK./DOLGU	8	14,9718102	1,8714763	6,37	0,0001	Red.
HATA	60	17,6196404	0,2936607			
TOPLAM	74	141,6368383				

Çizelge 2’de görüleceği üzere takviye cins, miktar ve keşişiminin aşınmada etken olduğu görülmektedir. Aşınmada bazı liflerde lif miktarının artmasıyla aşınmada düşüş görülmektedir. Burada, kompozit malzeme içerisinde %3 Kevlar takviyeli kompozitle %5 Cam lifli kompozit malzeme arasında SNK test sonuçlarına göre anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.

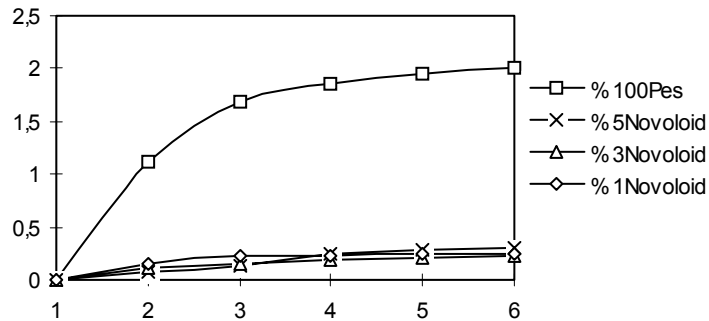
Ancak, aşınma direncinin artması amacıyla dolgu maddesi olarak kullanılan grafit tozu, karşı sürtünme elamanı olarak seçilen zımparadan dolayı aşınma direncini düşürmüştür (Şekil 7). Karşı sürtünme elamanı olarak yüzeyi parlatılmış çelik disk olabilseydi, (sonuçların çok uzun zamanda elde edilmesinden dolayı yüzeyi parlatılmış çelik diskler kullanılmamıştır.) sonuç daha farklı çıkabilecekti. Şekil 8 ve 9 da görüleceği üzere grafit tozu karıştırılmış cam lifi takviyeli kompozitte aşınma direnci yine artmıştır. Zira grafitin aşınma direncini artırdığını biliyoruz (Klein 1986, Demirci 1985). Özellikle sıcaklık gerektiren ve sulu ortamlar için uygun bir malzemedir.

Deneyde kullanılan alüminyum tozunun, aşınma direncine pek etkisinin olmadığı, hatta alüminyum oranının artmasıyla aşınma direncinin düştüğü görülmektedir (Şekil 8).

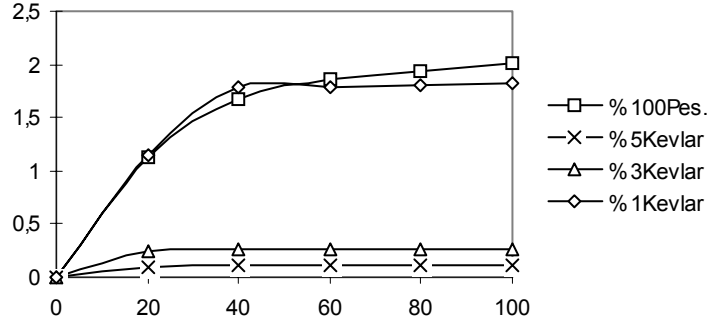
Bütün bunların yanında Kynol® (Şekil 4) liflerinin aşınma dayanımının artmasına pek faydasının olmadığı gözlenmiştir.

Çizelge 3.
Çekme hızı 5 mm/dk. da yapılan çekme testi sonuçları

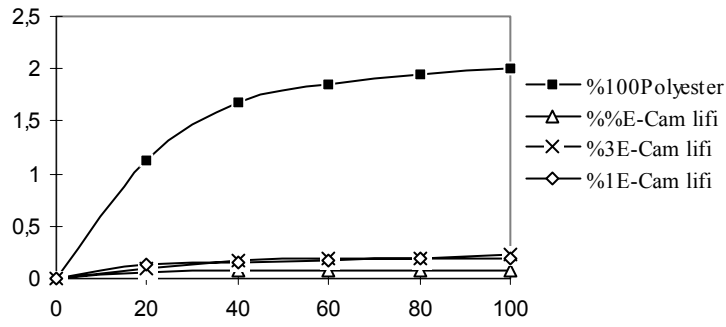
	%5E-Cam + %95 Pes.	%5E-Cam+%5Graf.+ %90 Pes.	%5E-Cam+%3 Graf.+%92 Pes.
1	1,453 KN	1,525 KN	1,401 KN
2	1,490 KN	1,381 KN	1,454 KN
3	1,320 KN	1,243 KN	1,442 KN
4	1,450 KN	1,989 KN	1,903 KN
5	2,063 KN	1,868 KN	1,770 KN
Ort.	1,555 KN	1,601 KN	1,594 KN



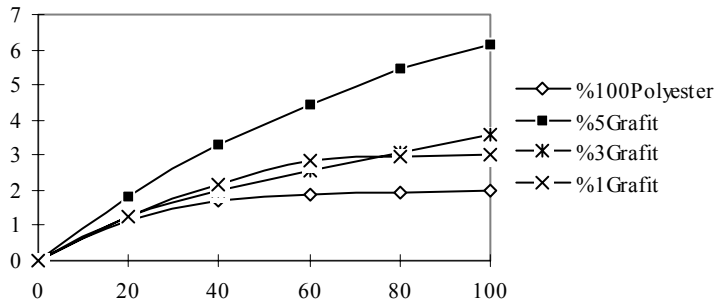
Şekil 4.
%100 Polyestere göre değişik oranlardaki Kynol® (Novoloid) lifleriyle takviyelendirilmiş kompozitteki aşınma.



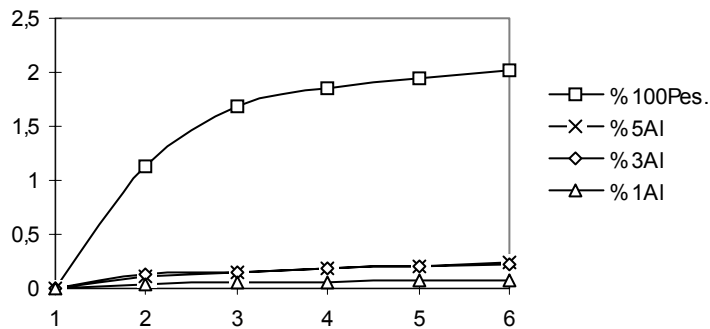
Şekil 5.
%100 Polyestere göre değişik oranlarda Kevlar® 49 lifiyle takviyelendirilmiş kompozitteki aşınma



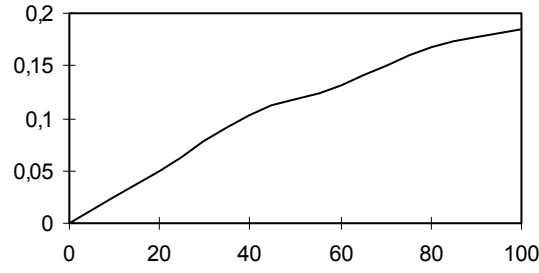
Şekil 6.
%100 Polyestere göre değişik oranlarda cam lifiyle takviyelendirilmiş kompozitteki aşınma.



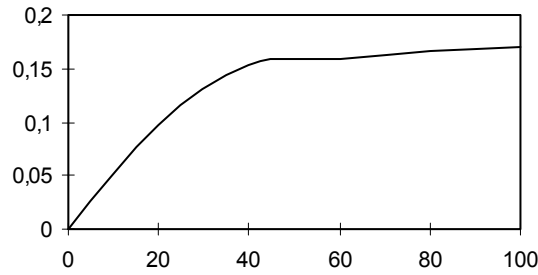
Şekil 7.
%100 Polyestere göre değişik oranlarda grafitli kompozitteki aşınma.



Şekil 8.
%100 Polyestere göre değişik oranlarda alüminyumlu kompozitteki aşınma.



Şekil 9.
%5 Cam lifi + %5 Grafit + %90 Pes.den oluşan kompozitteki aşınma.



Şekil 10.
%5 Cam lifi + %3Grafit + % 92 Pes.den oluşan kompozitteki aşınma.

Çalışma lif takviyeli kompozit malzemelerin uygun takviye malzemeleri ile aşınmaya karşı dirençlerinin arttırılabileceğini göstermektedir. Bu özellik üzerinde hem takviye elemanın hem de oranın etkisi bulunmaktadır. Bu çalışmada kapsam dar tutularak sadece polyester reçine için çalışma yapılmıştır. Farklı kullanım alanları için epoksi ve fenolik reçineler de kullanılabilir. Dolgu malzemesi olarak, kullanım yerine göre, grafit tozunun ekonomik olmaması halinde piyasadan kolay ve ucuz bir şekilde temin edilebilen karbon oranı yüksek kok kömürü tozu kullanılabilir. Farklı dolgu malzemeleri, farklı takviye malzemeleri, farklı oranlar ve farklı kullanım alanları için detaylı çalışma yapılması gereklidir.

5. KAYNAKLAR

1. Bilişik, A. 1991. "İleri Kompozitler İçin Ön şekilli Yapısal Tekstiller", Tekstil ve Mühendis, Sayı: 30, İstanbul.
2. Demirci, A. H.; 1982. "Ötektoidaltı Alaşımsız Çeliklerin Isıl İşlemlere Bağlı Olarak Aşınma Davranışlarının incelenmesi ve Optimizasyonu", Doçentlik Çalışması, E. Ü. Makine Fakültesi,, 8-10,12,15,17-21,28,30,44.
3. Demirci H. 1985. "Termoplastiklerin Kaymalı Yatak Malzemesi Olarak Kullanılabilirliği ve Son Gelişmelerin İncelenmesi" 1.Otomotiv ve Yan Sanayii Sempozyumu Cilt 1.T. M. M. O. B. Bursa.
4. Gemci R., 1996 "Lif Takviyeli Polimerik Kompozit Malzemelerde Aşınma ve Isı İletim Katsayısının İyileştirilmesi" Doktora Tezi, U. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
5. Klein J. A., 1986. "Reprinted from Advanced Materials & Processes March" American Society for Metals, 31-36.
6. Köksal, B. A., 1985. "İstatistik Analiz Metotları", Çağlayan Basımevi, İstanbul.
7. Kragelsky I. V., Dobichin M. N., Kombalov V. S., 1982. "Friction and Wear-Calculation Methods", Pergamon Press, Oxford, 5, 7, 20, 78.
8. Mallick, P.K., 1988. "Fiber Reinforced Composites", Marcel Dekker Inc., NewYork.
9. Ulcay, Y., 1991-1992. "Lif Takviyeli Kompozit Malzemeler", U.Ü.F.B.E. Ders Notları, Bursa.