

ELYAF TAKVİYELİ POLİMER KOMPOZİT MALZEMELERİN DELİNMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Şenol BAYRAKTAR, Yakup TURGUT^a

^aGazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü

Tel: 0-312-2028684 senolbayraktar@gazi.edu.tr,
yturgut@gazi.edu.tr Ankara/TÜRKİYE

Özet

Polimer matrisli kompozit (PMK) malzemeler sahip oldukları mühendislik özelliklerinden dolayı havacılık ve uzay sanayisinin yanında günlük yaşamda da oldukça sık kullanım alanına sahiptir. Ancak karmaşık yapıya sahip olmaları sebebiyle yapılan talaşlı imalat işlemlerinde, PMK'lerin mühendislik özelliklerini olumsuz etkileyecek durumlar ortaya çıkmaktadır. Kompozit parçaların montajında genellikle pimli bağlantıların kullanılmasından dolayı delik delme işlemine daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan çalışmaların yoğun olarak delme işlemi üzerinde gerçekleştiği görülmüştür. Delme işleminde, delik giriş ve çıkışında oluşan yüzey hasarları, kesici takım, kesme parametreleri ve kesici takım geometrisi gibi faktörler dikkate alınarak araştırılmıştır. Elde edilen veriler, Taguchi, Anova, Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Regresyon analizi gibi yöntemler kullanılarak yorumlanmaya çalışılmıştır. Takviye elemanı olarak genellikle cam ve karbon elyafın kullanıldığı gözlenirken, çalışmalar neticesinde yüksek kesme hızı ve düşük ilerleme değerlerinin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

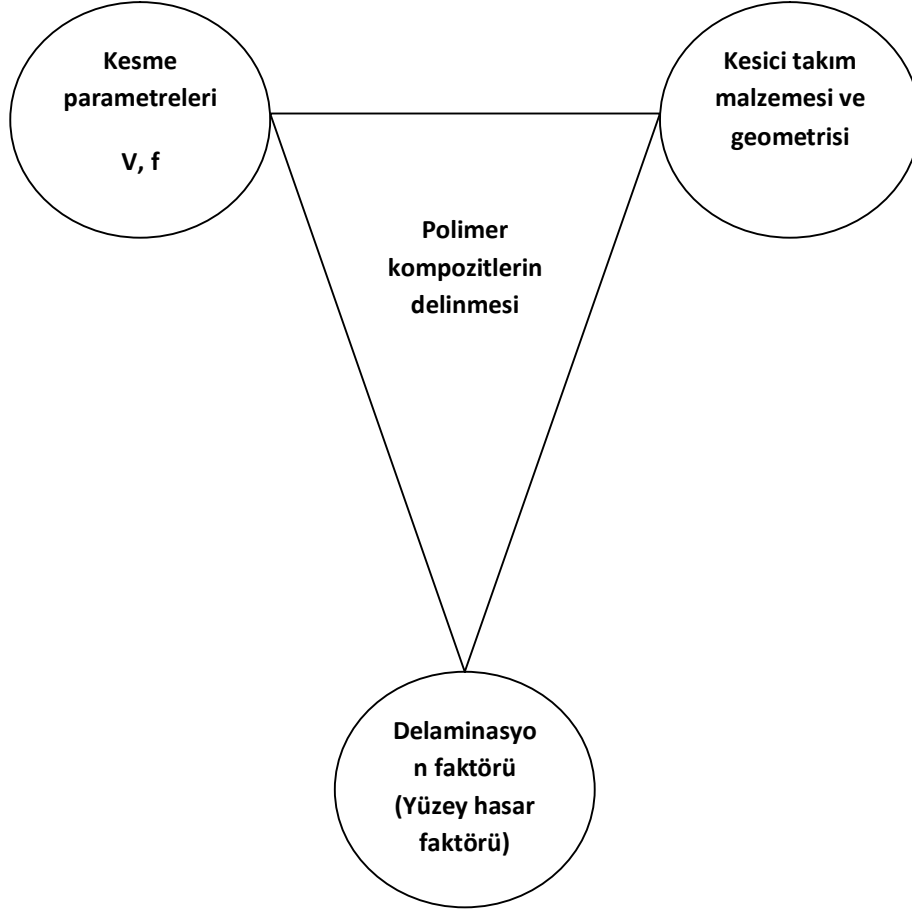
Anahtar kelimeler: Polimer matrisli kompozit, delik delme, delaminasyon

Giriş

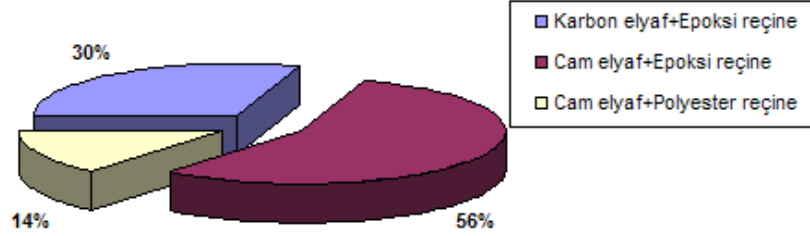
Karbon ve cam elyaf takviyeli kompozit malzemeler, yüksek sertlik ve direnç, düşük termal genleşme ve yüksek sönümlenme özelliklerinden dolayı uzay, otomotiv, makine ve elektronik sanayisinin yanında da gündelik hayatta oldukça yaygın kullanım alanı sahiptir [1]. Kompozit yapıların istenilen geometride üretilmelerine rağmen genellikle montajlanması esnasında delme işlemine yaygın olarak ihtiyaç duyulmaktadır [2].

İmalat işlemleri açısından kıyaslama yapıldığında, delme işlemi tüm işleme operasyonlarının %40'ını oluşturmaktadır [3]. Bununla birlikte kompozitlerin delinmesi esnasında delik yüzey hasarı (delaminasyon) ve elyaf kopması gibi bazı problemler meydana gelmektedir [4]. Delik yüzeyinde oluşan hasar, kompozit malzemeler için ciddi bir problem olup, bunun önüne geçilebilmesi için iş parçası, kesici takım ve kesme parametreleri büyük bir öneme sahiptir [3]. Yapılan araştırmalarda da, yüzey kalitesinin, kesme parametreleri, takım geometrisi ve kesme kuvvetlerine bağlı olduğu belirtilmiştir [4].

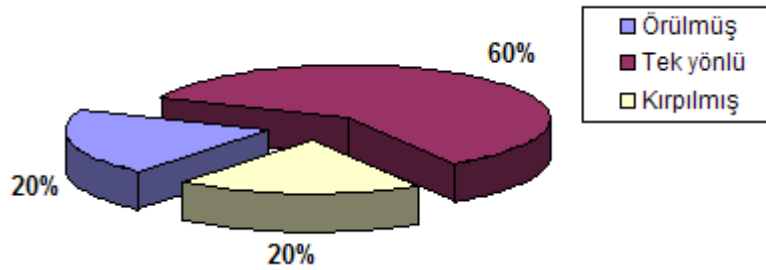
Polimer kompozit malzemelerin delinmesi ile ilgili temel unsurları içeren öğeler Şekil 1'de gösterilmiştir. Delme işlemi esnasındaki bu unsurlar; kesme parametreleri, delaminasyon faktörü (yüzey hasar faktörü), kesici takım malzemesi ve geometrisidir. Temel olarak kullanılan takviye ve matris malzemelerinin kullanım oranı Şekil 2'de, takviye tiplerinin kullanım oranları ise Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 1. Elyaf takviyeli polimerlerin delinmesinde esas alınan temel öğeler [5].



Şekil 2. Temel olarak kullanılan takviye ve matris malzemelerinin kullanım oranı [5].



Şekil 3. Takviye tiplerinin kullanım oranları [5].

2. Kesme Parametreleri ve Kesici Takım

Havacılık sanayisinde küçük bir uçakta 100.000'den fazla, daha büyük uçaklarda ise milyonlarca delik olduğu bilinmektedir. Delme işlemi, elyaf takviyeli kompozit malzemelerin birleştirilmesinde sıklıkla kullanılan bir işlemdir. Bu malzemelerin delinmesi esnasında, elyaf kopması, reçine-elyaf ayrılması, gerilme yoğunlaşması, mikro çatlaklar ve delik bölgesinde deformasyon gibi hatalar oluşmaktadır. Malzeme üzerinde oluşan yüzey hasarları, ürün kalitesi üzerinde önemli etkisi olmakta birlikte, yüzey hasarlarını engellemek veya azaltmak için sürekli çalışmalar yapılmaktadır. Bu nedenle kesme parametrelerinin doğru seçimi PMK'lerin işlenmesinde büyük bir önem arz etmektedir [6].

Takım geometrisi, elyaf takviyeli polimerlerin delinmesinde önemli bir etken olmasının yanında, delik yüzey kalitesinin ve delaminasyonun belirlenmesinde kritik öneme sahiptir [5].

Canpolat, CYCOM ve ISOVAL cam elyaf takviyeli polimer matrisli kompozit (GFRP) malzemelerin delinebilirliği ile ilgili yaptığı çalışmada HSS ve karbür matkaplar kullanmıştır. HSS matkaplar ile yüzey pürüzlülüğünün arttığı, karbür matkaplar ile azaldığı ayrıca en iyi yüzey kalitesinin karbür matkaplar ile elde edildiği de belirtilmiştir [7].

Syha ve ark., karbon elyaf takviyeli kompozit (CFRP) malzemenin delinmesinde matkap geometrisinin etkisini, takım aşınmasını ve delik giriş-çıkışındaki hasarların araştırmasını yapmışlardır. Çalışmalarında 30° - 24° helis açılı, 140° - 118° uç açılı kaplamasız ve TiN kaplı karbür matkaplar kullanmışlardır. Çalışmaları sonucunda, takım ömrünün TiN kaplı takımlarda azaldığı gözlenirken, matkap uç açısı ve helis açısının artmasıyla da azaldığını belirtmişlerdir [8].

Karnik ve ark., karbon elyaf malzemenin yüksek hızlarda delinmesi esnasında delikte oluşan delaminasyonu araştırmışlardır. Çalışmalarında, 25° helis açılı 130°, 115° ve 85° uç açısına sahip karbür matkaplar kullanmışlardır. Çalışmaları sonucunda, daha büyük uç geometrisine sahip matkaplarla delaminasyonun arttığını belirtmişlerdir [9].

Davim ve ark., karbon elyaf takviyeli polimer kompozit malzemenin delinebilirliği ile ilgili deneysel çalışma yapmışlardır. 118° uç açılı karbür ve nokta uçlu (Brad&Spur) matkaplar kullanmışlardır. Nokta uçlu matkaplarda daha büyük kesme kuvvetlerinin oluştuğu ve her iki matkapla yapılan çalışmalarda ise ilerleme oranının artmasıyla delaminasyonda artış olduğunu belirtmişlerdir [4].

Chen, çalışmasında takım geometrisi ve kesme parametrelerinin delaminasyon faktörü üzerindeki etkilerini incelemiş ve ilerlemenin kesme kuvvetleri üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir [10].

3. Delaminasyon Faktörü

Deleminasyon faktörü, delme esnasında hasar bölgesinde oluşan maksimum hasar çapının (D_{max}) matkap çapına (D) oranlanmasıyla hesaplanan sayısal bir değerdir [11]. Bu değer, kompozit malzemelerde yapılan talaşlı imalat işlemlerinde oluşan yüzey hasarı için önemli bir etkidir [4]. Polimer kompozit malzemelerde oluşan hasar, matkabın kompozit malzemeye giriş (peel-up) Şekil 4.a ve malzemedan çıkış esnasında (push-down) Şekil 4.b olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleşir [12]. Ayrıca delaminasyonun oluşumu da kesme parametrelerinin bir fonksiyonu olarak ele alınmaktadır [4].

120° uç açısına sahip HSS matkaplar kullanmışlardır. Çalışmaları sonucunda, en az yüzey hasar faktörünün 2 ağızlı 60° uç açılı matkap ile oluştuğunu belirtmişlerdir [16].

Sonuçlar

Yapılan araştırma sonucunda, çalışmalardan elde edilen bulgular aşağıdaki gibi sıralanabilir;

Delaminasyon faktörünün kesme parametreleri (kesme hızı ve ilerleme oranı) ve kesici uç geometrisi gibi delme parametrelerinden etkilendiği,

Kesme parametrelerinden özellikle ilerleme oranının artması ile delaminasyon faktöründe artış olduğu,

Matkap uç açısı ve helis açısının artması ile de delaminasyonda artış olduğu,

Genellikle, kesme hızının da düşük seviyelerde kullanılması, delaminasyonun azaltılması için gerekli olduğu,

Çalışmalarda maliyeti ve harcanan zamanı azaltmak için Taguchi optimizasyonun ayrıca en etkili parametrenin tespiti için Anova analizinin kullanıldığı tespit edilmiştir.

Kaynaklar

Linbo, Z., Lijiang, W., Xin, W., Study on vibration drilling of fiber reinforced plastics with hybrid variation parameters method, Composites, 34, 2003, 237-244.

Wern, C.W., Ramula, M., Schukla, A., Investigation of stresses in the orthogonal cutting of fiber-reinforced plastics, Experimental Mechanics, 1994, 33-41.

Tsao, C.C., Hocheng, H., Effect of tool wear on delamination in drilling composite materials, International Journal of Mechanical Sciences, 49, 2007, 983-988.

Davim, J.P., Reis, P., Drilling carbon fiber reinforced plastics manufactured by autoclave-experimental and statistical study, Materials&Design, 24, 2003, 315-324.

Abrao, A.M., Faria, P.E., Rubio, C.J.C., Reis, P., Davim, P.J., Drilling of fiber reinforced plastics: A Review, 186, Kasım 2006, 1-7.

Kılıçkap, E., CETP Kompozitlerin Delinmesinde Oluşan Deformasyona Delme Parametrelerinin Etkisinin İncelenmesi, 2.Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi, 77, Kasım 2010, 76-84.

Canpolat, N., Değişik Takviyeli Kompozit Malzemenin Matkapla Delinebilirliğinin ve Yüzey Pürüzlülüğünün Araştırılması, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008, 1-2.

Shyha, I.S., Aspinwall, D.K., Soo, S.L., Bradley, S., Drill Geometry and Operating Effects When Cutting Small Diameter Holes in CFRP, International Journal of Machine Tool&Manufacture, 49, 2009, 1008-1014.

Karnik, S.R., Gaitonde, V.N., Rubio, J.C., Correia, A.E., Abrao A.M., Davim, J.P., Delamination Analysis in High Speed Drilling of Carbon Fiber Reinforced Plastics (CFRP) Using Artificial Neural Network Model, Material and Design, 29, 2008, 1768-1776.

Chen, W.C., Some experimental investigations in the drilling of carbon fibre-reinforced plastic (CFRP) composite laminates, Int. J. of Machine Tools and Manufacture, 37, 1998, 1097-1108.

Luís, M.P.D, Daniel, J.S.G., João, M.R.S.T., Victor, H.C.A., Marques, A.T., Baptista, A.M., Drilling of carbon fibre reinforced laminates – a study, International Materials Symposium MATERIALS, 2009, 1-6.

Margues, A.T., Durao, L.M., Magalhaes, A.G., Tavares, J.M., Delamination analysis of carbon fibre reinforced laminates, 16th International conference on composite materials, Koto, Japan, 2007, 1-10..

Kobojevic, N., Jurjevic, M., Kobojevic, Z., Influence of Cutting Parameters on Thrust Force, Drilling Torque and Delamination During Drilling of Carbon Fibre Reinforced Composites, Tehnicki Vjesnik, 19(2), 2012,391-398.

Mohan, N.S., Kulkarni, S.M., Ramachandra, A., Delamination Analysis in Drilling Process of Glass Fiber Reinforced Plastic (GFRP) Composite Materials, Journal of Materials Processing Technology, 186, 2007,265-271.

Elias, G.K., Varadarajan, A.S., Joseph, R., Influence of Process Parameters on Cutting Force and Torque of Drilling of Glass Fiber Reinforced Epoxy Composites, International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering (IJCTEE) 2(2), 2012.

Ekici, E., Işık, B., Cam Elyaf Takviyeli Polimer Kompozit Malzemenin Delinmesi Esnasında Oluşan Yüzey Hasarının Deneysel Olarak İncelenmesi, Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS), 2009,1-6.