



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 3, Article Number: 1A0101

ENGINEERING SCIENCES

Received: July 2009

Accepted: July 2010

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Hamit Adin¹

Bahattin İşcan²

Aydın Turgut³

Batman University¹⁻²

Firat University³

hamitadin@gmail.com

bahattin.iscan@batman.edu.tr

aydinturgut@firat.edu.tr

Batman-Turkey

**YAPIŞTIRICILARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BULK NUMUNELER YARDIMIYLA
BELİRLENMESİ**

ÖZET

Bu çalışmamızın amacı, konstrüksiyon tasarımı için gerekli bazı yapısal yapıştırıcıların mekanik özelliklerinin belirlenmesidir. Çalışmamızda yapıştırıcı malzemelerin mekanik özelliklerini tespit etmek için bulk numuneler kullanılmıştır. Numuneler için kalıp yapılmış, numunelerin gaz boşlukları ve süneksizlikleri giderildikten sonra deneyler yapılmıştır. ASTM çekme deney prosedürü uygulanarak yapıştırıcıların mekanik değerleri bulunmuştur. Deneyler sonucunda yapıştırıcıların elastik şekil değiştirme gösterdikleri görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yapıştırıcı, Bulk Numune, Çekme Mukavemeti
Vinylester Atlac 580, Flexo Tix,
Elastisite Modülü

DETERMINATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF ADHESIVES VIA BULK SPECIMENS

ABSTRACT

The purpose of our present study is to specify mechanical properties some structural adhesives which required for design of construction. Bulk specimens which was manufactured from adhesive materials were utilized in the study. Tests were performed after specimens were made into thin films and their inductile behaviour and pockets were removed. Mechanical behaviour of adhesives were obtained by ASTM tensile test procedure. Test results showed that adhesives displayed an elastic tensile strain.

Keywords: Adhesive, Bulk Specimen, Tension Strength
Vinylester Atlac 580, Flexo Tix, Elastisite Modulus

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Havacılık endüstrisinin öncülüğünde 1940'lardan günümüze hafif ve yüksek dayanımlı malzemelerde hızlı gelişmeler meydana gelmiştir. Kompozit malzemeler ve onların üretim yöntemlerinde özellikle son 15 yılda önemli atılımlar gerçekleştirilmiştir. Bu durum hava taşıtlarının birçok parçasında polimer matris kompozitlerin yeni uygulama alanı bulmasına sebep olmuştur [1].

Kompozit malzemelerde meydana gelen bu hızlı gelişim, yapısal elemanların birleştirme yöntemlerinde etkili ve güvenilir ilerlemelerin ortaya çıkmasını, dolayısıyla mekanik birleştirme yöntemlerinden uzaklaşılmasını zorunlu hale getirmiştir [2]. Farklı malzeme, kompozit ve plastiklerin birleştirilmesinde tercih edildiklerinden birleştirme yöntemi olarak yapıştırıcıların kullanımı hızlı bir şekilde artmaktadır.

Yapıştırma; kaynak, lehim, perçin vs. yanında endüstriyel bir birleştirme yöntemi olarak kullanılmaya başlandığından beri, başarılı bir yapıştırma için en önemli parametreleri bulmak amacıyla birçok araştırma, geliştirme ve mühendislik çalışması yapılmıştır [3]. Bu araştırmalarda genellikle bant şeklinde ve mekanik özellikleri bilinen yapıştırıcılar tercih edilmiştir. Çalışmamızda kompozit malzemelerin birleştirilmesinde kullanılan yapısal yapıştırıcıların mekanik değerleri deneyler yapılarak bulunmuştur. Yapıştırma bağlantılarının son derece yaygın bir kullanım alanı (havacılık ve uzay sanayi, otomotiv ve inşaat sektörleri, elektrik-elektronik, deniz taşıtları, bio-medikal alan, spor ekipmanları vb.) sunmasına karşın, yapısal yapıştırıcının mekanik özelliklerinin belirlenmesi, güvenilirliği ve tekrarlanabilirliğinde yaşanan zorluklar, bu teknolojinin benimsenmesinde güçlüklerle karşılaşılmasına sebep olmaktadır. Bu durum, araştırmacıların tasarım amaçlarına uygun mekanik özelliklerin tespiti üzerine yoğunlaşmalarına sebep olmuştur. Yapısal yapıştırıcıların mekanik özelliklerinin (çekme ve kayma modülleri, Poisson oranı, akma ve çekme dayanımı vb.) doğru olarak belirlenmesi, yapıştırma bağlantısının tasarımında materyal seçimi, hasar kriterlerini belirleme, yüklü bağlantıdaki gerilme dağılımlarını hesaplayabilme ve kalite kontrol gibi parametrelerden dolayı oldukça önemlidir. Bu ayırt edici mekanik özellikler aşağıda verilen iki yöntemle belirlenebilir [4 ve 5].

*Bulku yapıştırıcı numunelerinden,

*Yapıştırıcı tabakasında üniform ve tek eksenli gerilme durumunu temin edecek uygun önlemler almak şartıyla yapıştırma bağlantı numunelerinden.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Çalışmamızda kompozit malzemelerin üretilmesinde ve birleştirilmesinde kullanılan bazı yapısal yapıştırıcıların mekanik özellikleri bulunmuştur. Çalışmamızda Huntsman tarafından üretilen Vinylester Atlac 580 ve Poliya tarafından üretilen Flexo Tix gibi yapısal yapıştırıcılardan bulku numuneler üretilmiştir. Bu numuneler kullanılarak yapıştırıcıların mekanik özellikleri belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

Çalışmamızda kullanılan yapıştırıcılar ve belli başlı özellikleri şunlardır;

- **Vinylester Atlac 580:** Epoksi bazlı, düşük viskoziteli, orta-yüksek reaktiviteli vinylester reçinedir. Uzun süre yüksek ısı dayanımı, yüksek korozyon direnci ve mükemmel yapışma özelliklerine sahiptir. Yüksek mukavemet yanında esneklik imkânı

sunan gelişmiş mekanik özellikleri ile dinamik ve statik yük dayanımı gerektiren süreç takımlarında, yapı sektöründe, yarış tekneleri, rüzgâr sörfü, yelkenli direği, büyük boyutlu teknelerin yapımında cam elyaf ile takviye edilerek kullanıldığında uzun süre yüksek performans elde edilmektedir [6].

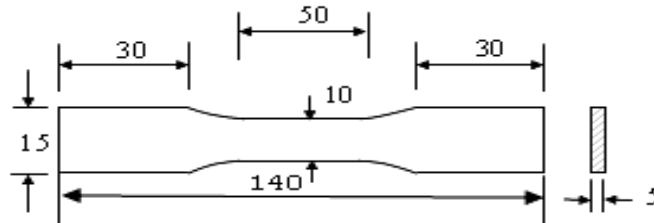
En önemli avantajları elyaf ve matris arasında iyileştirilmiş bir bağ mukavemetine sahip olmalarıdır. Doymamış hidrosilik bileşenlerin kullanılması ile elde edilirler. Korozif ortamlardaki kullanımlar için plastik bileşenlerin üretiminde yararlanılmaktadır. Bu polimerler kimyasal dayanım gerektiren kimya tesislerinde, borularda ve depolama tanklarında kullanılmaktadır [7].

- **Flexo Tix:** Ortoftalik esaslı bir yapıştırıcıdır. Jelkot grubuna girer. Tamir ve yapıştırma amacıyla kullanılır. Viskozitesi çok yüksektir. Bir saat içerisinde sertleşir. Sertleştirici ile bu süre daha da azaltılabilir [8].

Flexo tix yapıştırıcının içerisinde bir birim hızlandırıcıya karşılık iki birim sertleştirici konulur. Bu yapıştırıcıda hızlandırıcı kullanılsa bile 1-2 saat içerisinde kurumaktadır. Yine de sağlıklı sonuçlar alınması için Flexo Tix bulk numuneler oda sıcaklığında bir gün bekletilmiştir.

3.1. Yapıştırıcıların Gerilme-Şekil Değiştirme Özelliklerinin Belirlenmesi (Properties Stres-Strain of Adhesives Detemination)

Yapıştırma bağlantısının gerilme analizinde kullanılmak üzere, İzoreel firmasında bulk numuneler için kalıp üretilmiştir. Daha sonra yapıştırıcıların her birinden de kalıp boyutlarına uygun olarak bulk numuneler dökülüp hazırlanmıştır (Şekil 1). ASTM [9]'de tanımlanan çekme deney prosedürü uygulanarak gerilme-şekil değiştirme davranışı tespit edilmiştir.



Şekil 1. Çekme deneyi için bulk numune geometrisi
(Figure 1. The geometry of bulk specimens for tensile test)

3.2. Bulk Numunelerin Hazırlanması (Prepared of Bulk Specimens)

Yapısal yapıştırıcılardan uygun boyutlarda bulk numunelerin hazırlanması, mühendislikte kullanılan standart deney yöntemlerinin farklı yük şartlarında yapıştırıcıların mekanik özelliklerinin belirlenmesine imkân sağlamaktadır. Bu hem daha doğru hem de daha ucuz bir yöntemdir. Çalışmamızda kullanılan yapıştırıcıların kurluşma sıcaklıkları, kurluşma zamanları ve soğutma ortamları Tablo 1'de belirtildiği gibidir.

Çalışmada kullanılan yapıştırıcıların basınç ve sıcaklık altında kurluşmasından dolayı bir pres kullanılmıştır (Şekil 2).

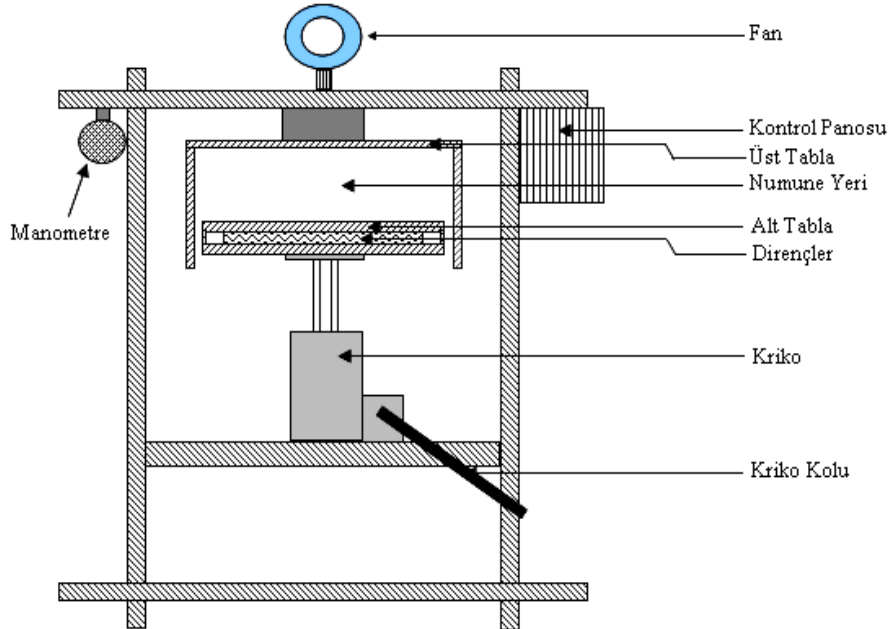
Tablo 1. Çalışmada kullanılan yapıştırıcıların bazı özellikleri[7].
(Table 1. Some properties of adhesives used in the study)

Yapıştırıcı	Kürleşme Sıcaklığı (°C)	Kürleşme Zamanı (dak)	Soğutma Ortamı
Vinylester Atlac 580	100	180	Açık hava (40°C)
Flexo Tix	40	60	Açık hava (40°C)

Bulk numuneler hazırlanırken; belirli 10 mm kalınlıkta iki levha ve bunlar arasına bulk numuneler tabakasının kalınlığını ayarlamak amacıyla yerleştirilmiş kalıplar kullanılmıştır. Kalıp yardımıyla bulk numunelerin içerisindeki gaz boşlukları ve süreksizlikler giderilmiştir. Üretilen bulk numuneler şeffaf ve içi görünebilir olduğu için yapı içerisinde boşluk veya süreksizliklerin olup olmadığı gözle görülebilmektedir.

Bulk numuneler aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır;

* Dean ve Duncan[10], daha doğru ve tekrarlanabilir sonuçlar elde etmek için 3-5 mm kalınlıkları arasında hazırlanmış bulk numuneler kullanmışlardır. Çalışmamızda numunelerin kalınlığı 5 mm olarak alınmıştır.



Şekil 2. Bulk numuneleri hazırlamak için kullanılan sıcak pres makinesi [11]

(Figure 2. Hot press machine was used to prepare Bulk samples [11])

- Silikon yağlayıcı, kalıbın içerisine püskürtülerek çok ince bir film tabaka oluşturulmuştur. Böylece, hem bulk yapıştırıcının kalıbın üzerine yapışması engellenmiş hem de kürleşme sonrası yapıştırıcının kalıptan kolayca ayrılması sağlanmıştır.
- Her bir yapıştırıcı için iki adet bulk numune hazırlanmıştır. Hazırlanan toplam dört bulk numune Şekil 2'de gösterilen pres makinesinin içine konulmuştur. 1 MPa basınç uygulanarak gaz boşluklarının giderilmesi sağlanmıştır.
- Bulk numuneler test edilinceye kadar sıcaklığı 22°C olan ortamda saklanmıştır.

3.3. Bulk Numunelerin Mekanik Davranışının Belirlenmesi (Determination of Mechanical Behaviour of Bulk Samples)

Yapıştırıcıların mekanik davranışları, plastikler için geliştirilmiş standartlara uygun olarak hazırlanmış numunelerin çekme cihazına bağlanıp tek eksenli gerilme uygulanması ile belirlenebilir.

Bulk numunelerin çekme deneyleri; Erzurum Atatürk Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Mekanik atölyesinde bulunan ve Şekil 3'te gösterilen bilgisayar kontrollü Shimadzu (100 kN) universal test cihazında video extensiometre kullanılarak yapılmıştır. Deneyler, oda sıcaklığında ve %50 nem ortamında yapılmıştır. Hata oluşumunu engellemek için, numunelerin serbest uçları çekme cihazının çenelerine tutturulurken eksenlemeye dikkat edilerek mümkün olduğunca eşit basınç uygulanmaya çalışılmıştır.



Şekil 3. Bulk numunelerin çekilmesinde kullanılan universal çekme cihazı [11]

(Figure 3. the universal tension device used the withdraw of bulk samples)

Yapıştırıcıların elastisite modülü belirlenirken, numuneler ISO 527-2'de tavsiye edilen 1 mm/dk'lık şekil değiştirme hızıyla yüklenmiştir. Çalışmamızda kullanılan yapıştırıcıların elastisite modülü denklem (2.1) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \quad (2.1)$$

Elastisite modülünün ölçülmesini müteakip numunelerdeki yük boşaltılmış ve tamamıyla önceki durumlarına dönmeleri sağlanmıştır. Yapıştırıcıların hasar anına kadar sergiledikleri gerilme-şekil değiştirme davranışlarını belirleyebilmek için, numuneler kopma gerçekleşinceye kadar 1 mm/dak'lık şekil değiştirme hızıyla yüklenmiştir. Kopma anına kadar oluşan yük-uzama verilerinden, aşağıdaki formüller kullanılarak, gerilme-şekil değiştirme (σ - ε) diyagramı elde edilmiştir.

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2.2)$$

$$\sigma = \frac{P \cdot (+\varepsilon)}{A_0} = \frac{P \cdot (+\varepsilon)}{b_1 \cdot h} \quad (2.3)$$

Deneyler yapılırken her numune yakından gözlemlenmiştir. Aynı zamanda, numuneler test edilirken kuvvet-yer değiştirme verileri,

numunelerin taşıyabildikleri maksimum yük ve hasar tipi kaydedilmiştir. Numunelerin taşıyabildikleri maksimum yük denklem (2.4)'te verilen eşitlikte yerine konarak bağlantının ortalama kayma dayanımı hesaplanmıştır.

$$\tau_{ort} = \frac{P_{max}}{l \cdot b} \quad (2.4)$$

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSIONS)

4.1. Vinylester Atlac 580 Bulk Numunelerinin Gerilme-Şekil Değişirme Diyagramı (The Diagram Stress-Strain of Vinylester Atlac 580 Bulk Samples)

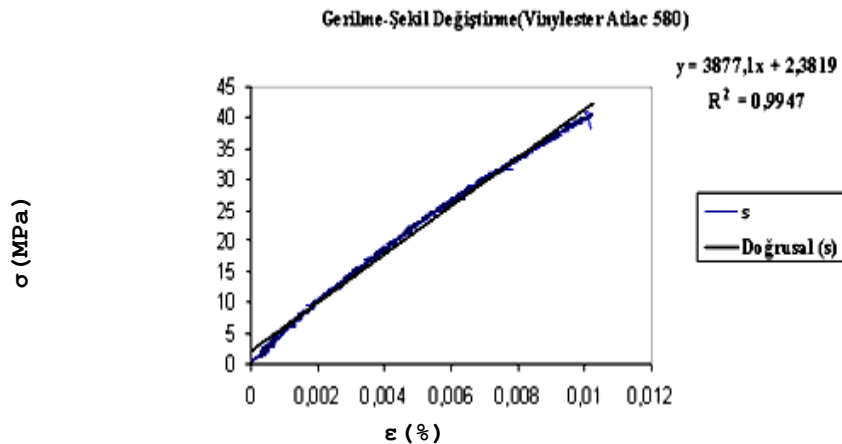
Vinylester Atlac 580 yapıştırıcısından iki adet bulk numune hazırlanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Vinylester Atlac 580 bulk numuneleri
(Figure 4. Bulk samples of Vinylester Atlac 580)

Deneyler 100 kN'luk bilgisayar kontrollü Shimadzu çekme makinesinde (Şekil 3) video extensiometre kullanılarak oda sıcaklığında, %50+5'lik nemli ortamda ve 1 mm/dk'lık çekme hızında yapılmıştır. Hata oluşumunu engellemek için, numunelerin serbest uçları çekme cihazının çenelerine tutturulurken eşit basınç uygulanarak eksantriklik oluşumu engellenmiştir.

Yapılan deneyler sonucunda Vinylester Atlac 580 bulk numunelerin kuvvet-uzama değerleri elde edilmiştir. Daha sonra denklem (2.2) ve denklem (2.3) yardımıyla Şekil 5'de görülen gerilme-şekil değişirme diyagramı elde edilmiştir.



Şekil 5. Vinylester Atlac 580 bulk numunelerin gerilme-şekil değişirme diyagramı
(Figure 5. Stress-strain diagram of Vinylester Atlac 580 bulk samples)

Gerilme-şekil değiştirme diyagramında görülen eğri yaklaşık bir doğrudur (Şekil 5). Çünkü doğruluk oranı grafikte de görüldüğü gibi 0.9947'dir. Grafik doğruya yakın olduğu için Vinylester Atlac 580 yapıştırıcısı elastik şekil değiştirme göstermiştir.

4.2. Flexo Tix Bulk Numunelerinin Gerilme-Şekil Değiştirme Diyagramı (The Diagram Stress-Strain of Flexo Tix Bulk Sample)

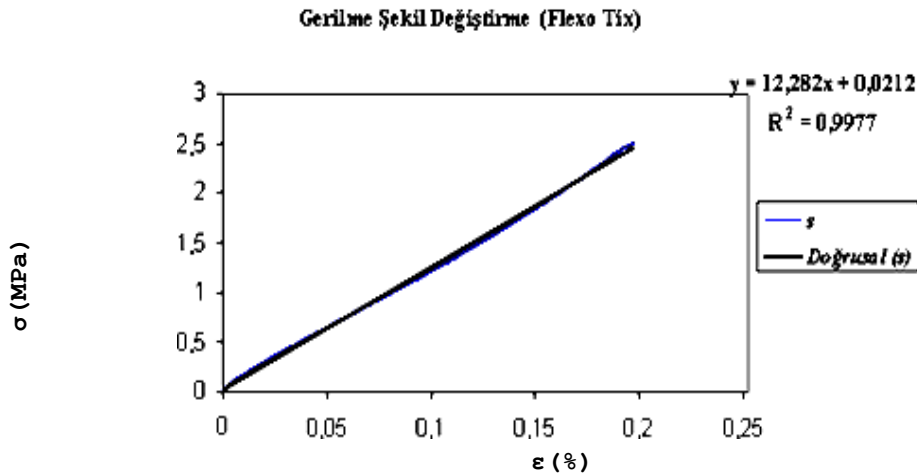
Flexo Tix yapıştırıcısından üretilen bulk numuneler Şekil 6'da gösterilmiştir.

Yapılan deneyler sonucunda Flexo Tix bulk numunelerin kuvvet-uzama değerleri elde edilmiştir. Denklem (2.2) ve denklem (2.3) yardımıyla Şekil 6'da görülen gerilme-şekil değiştirme diyagramı elde edilmiştir.



Şekil 6. Flexo Tix bulk numuneleri
(Figure 6. Bulk samples of Flexo Tix)

Gerilme-şekil değiştirme diyagramındaki eğri yaklaşık bir doğrudur. Çünkü doğruluk oranı 0.9977'dir. Grafik doğruya yakın olduğu için Flexo Tix bulk numuneler de Vinylester Atlac 580 gibi elastik şekil değiştirme göstermiştir.



Şekil 7. Flexo Tix numunelerin gerilme-şekil değiştirme diyagramı
(Figure 7. Stress- strain diagram of Flexo Tix bulk samples)

Bulk numunelerin elde edilen mekanik değerleri (Elastisite modülü, çekme mukavemeti, eğilme mukavemeti, poisson oranı ve kayma modülü) Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Yapıştırıcıların mekanik özellikleri
(Table 2. Mechanical Properties of Adhesives)

Yapıştırıcı	Test Metodu	Birim	Vinylester Atlac 580	Flexo Tix
Elastisite modülü	ISO 178	(MPa)	442.46	11.4892
Çekme mukavemeti	ISO 527	(MPa)	83	59
Eğilme mukavemeti	ISO 178	(MPa)	153	117
Poisson oranı	ISO 527	(---)	0.37	0.35
Kayma modülü	ISO 527	(MPa)	1400	920

5. SONUÇLAR (CONCLUSION)

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Vinylester Atlac 580 yapıştırıcısının bütün mekanik değerleri (Elastisite modülü, çekme mukavemeti, eğilme mukavemeti, poisson oranı ve kayma modülü)(Tablo 2) Flexo Tix yapıştırıcısının değerlerinden daha büyük elde edilmiştir.
- Yapıştırıcıların şekil değiştirme eğrileri yaklaşık birer doğru (Vinylester Atlac 580'de grafiğin doğruluk oranı 0.9947, Flexo Tix'te ise 0.9977 bulunmuştur) elde edilmiştir. Dolayısıyla her iki yapıştırıcıda da elastik şekil değiştirme gözlenmiştir.
- Elastik şekil değişiminden dolayı her iki yapıştırıcıda da şekil değişimi akma noktasına kadar doğru şekilde elde edilmiş ve bu noktada kopma gerçekleşmiştir.
- Flexo Tix'te şekil değiştirme değerleri Vinylester Atlac 580'den daha düşük elde edilmiştir. Çünkü Vinylester Atlac 580'in elastisite modülü yaklaşık 430 MPa daha yüksektir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Tomblin, J.S., Yang, C., and Harter, P., (2001). Investigation of Thick Bond Line Adhesive Joint. Final Report, DOT/FAA/AR-01/33, U.S. Department of Transportation, Washington, DC.
2. Van Rijn, L.P., (1996), Towards the Fastenerless Composite Design. Composites Part A, 27A, 915-920.
3. Vinson, J.K., (1989). Adhesive Bonding of Polymer Composites. Polymer Engineering and Science, 29(19), 1325-1331.
4. Jeandrou, J.P., (1991). Analysis and Design Data for Adhesively Bonded Joints. Int.J.Adhesion and Adhesives, 11(2), 71-79.
5. Aydın, M.D., (2003). Yapıştırıcı ile Birleştirilmiş Tek Tesirli Bindirme Bağlantısının Mekanik Özelliklerinin Deneysel ve Teorik İncelenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
6. http://www.dsm.com/en_US/downloads/drs/Atlac_580.pdf
7. Adin, H., (2007). Yapıştırıcı İle Birleştirilmiş Ters Z Tipi Kompozit Malzemelerinin Mekanik Analizi, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
8. <http://www.poliya.com.tr/documents/catalogs/Polijel%20TIX.pdf>
9. ASTM D1002, (1983). Standard test method for strength properties of adhesives in shear by tension loading (metal-to-metal).
10. Dean, G.D. and Duncan, B.C., (1995) Tensile behavior of bulk specimens of adhesives. NPL Report DMM (B), UK.
11. Temiz, Ş., (2003). Study of the Effect of Environmental Factors on Mechanical Properties of Adhesively Bonded Joints, Ph. D. Thesis, Ataturk University, Erzurum, Turkey.