

Yapıştırıcı İle Birleştirilmiş Çevresel Yapışkan Yüzeyle Halka Kesitli Bağlantıların Mekanik Davranışlarının İncelenmesi

Investigation of the Mechanical Behavior of Ring-Section Connections with Circumferential Adhesion Surfaces Combined with Adhesive

Anıl İMAK^{1*}, Aydın TURGUT²

¹ Bingöl Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bingöl, aimak@bingol.edu.tr, Orcid No: 0000-0001-6091-1584

² Bingöl Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bingöl, itumakaturgut@gmail.com, Orcid No: 0000-0002-0574-7088

MAKALE BİLGİLERİ

Makale geçmişi:

Geliş: 10 Mart 2021

Düzeltilme: 31 Mart 2021

Kabul: 1 Mayıs 2021

Anahtar kelimeler:

Halka kesitli çubuk, yapıştırıcı bağlantılar, gerilme analizi, burulma

ÖZET

Bu çalışmada; alın altına bindirmeli olarak yapıştırılmış halka kesitli bağlantıların çevresel yapışma yüzeylerinin bağlantı mukavemetine olan etkileri incelenmiştir. Halka kesitli bağlantıların alın altına birleştirilmesi için erkek ve dişi kalıp olarak üretilmişlerdir. Farklı iki yapıştırıcı (DP 410, DP 490), dört bindirme açısı (30°, 45°, 60°, 90°), iki bindirme iç çapı (15mm, 20mm) ve dört bindirme mesafesi (10mm, 20mm, 30mm, 40mm) ile yapıştırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Belirlenen parametreler ile alın altına bindirmeli olarak yapıştırılmış numunelerin burulma ve çekme deneyleri yapılmıştır. DP 410 yapıştırıcısıyla yapıştırılan numunelerin DP 490 yapıştırıcısıyla yapıştırılan numunelere göre çekme kuvveti değerleri daha yüksek çıkmıştır. Burulma davranışları açısından da DP 410 ile birleştirilen numuneler DP 490'a göre daha iyi davranış göstermiştir.

Doi: 10.24012/dumf.894417

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 10 March 2021

Revised: 31 March 2021

Accepted: 1 May 2021

Keywords:

Ring section bar, adhesive joints, stress analysis, torsion

ABSTRACT

In this study; the effects of the circumferential adhesion surfaces of the ring cross-section joints bonded with overlap on the bond strength were investigated. They are produced as male and female molds for joining ring cross-section connections. Bonding processes were carried out with two different adhesives (DP 410, DP 490), four overlap angles (30°, 45°, 60°, 90°), two overlapping inner diameters (15mm, 20mm) and four overlap distances (10mm, 20mm, 30mm, 40mm). Tensile and torsion tests of the overlapped samples were carried out according to the determined parameters. The tensile strength values of the samples bonded with DP 410 adhesive were higher than the samples bonded with DP 490 adhesive. In terms of torsional behavior, samples combined with DP 410 showed better behavior than DP 490.

* Sorumlu yazar / Correspondence

Anıl İMAK

✉ aimak@bingol.edu.tr

Giriş

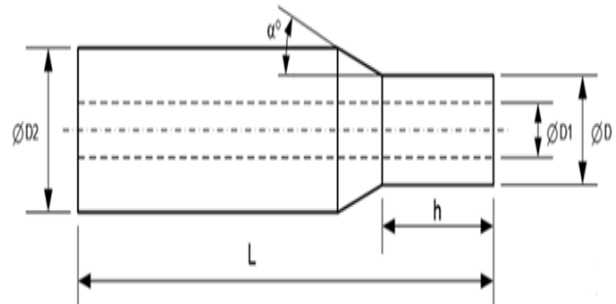
Otomotiv sanayisinde kullanılan güç iletiminin en önemli elemanlarından biri olan miller, çalışma yapısı olarak çoğunlukla eğilme ve burulmaya maruz kalmaktadır [1-3]. Günümüzde kompozit, plastik ve metal malzemelerin birleştirmelerinde çeşitli yapıştırıcıların kullanılması gün geçtikçe hızlı bir şekilde artış göstermektedir [4]. Metal-metal birleştirme bölgelerindeki iyileştirmelerde hassasiyetlere karşılık verebildiği için endüstriyel bir birleştirme yöntemi olarak yapıştırıcılar tercih edilmeye başlamıştır [5-7]. Yaygınlaşan yapıştırıcı kullanımı ile birlikte birleştirmede en önemli parametrelerin elde edilmesi içinde literatürde birçok araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmaktadır [8,9]. Sülü [10], iç basınca maruz ve farklı yapıştırıcılar ile birleştirilen tabakalı kompozit boruların gerilme analizlerini gerçekleştirmiştir. Farklı birleştirme durumlarında, yama malzemesinin, kompozit tabaka sayısının, bindirme uzunluğunun, boru kalınlığının, oryantasyon açılarının bağlantı mukavemetine etkilerini deneysel ve sayısal olarak incelemiştir. Solmaz [11], farklı yapıştırıcılar kullanarak farklı bindirme mesafelerinde farklı uç açısına sahip malzemeleri birleştirmiştir. Numunelerin çekme deneyi yapılmış ve bağlantıların hasar tipleri ile kuvvetleri belirlenmiştir. Mertiny ve Ursinus [12], yaptıkları çalışmada fiber takviyeli polimer kompozit boruların yorulma davranışlarını incelemiştir. Mekanik modellemeyle numune ve bağlantı noktalarındaki hasarları incelemiştir. Şekercioğlu vd. [13], silindirik geçmeli yapıştırma bağlantılarında yüzey pürüzlülüğünün etkisini incelemiştir. Deneyler hem dinamik hem de statik yükleme koşulları için yapılmıştır. Çok pürüzlü ve çok parlak yüzeylerde düşük kayma gerilmesi değerleri bulmuşlardır. Labbe ve Drouetn [14], aksenal yüklemeye maruz boruların bindirilerek birleştirilmesi ile ilgili araştırma yapmışlardır. En uygun bağlantı çeşitleri, yapıştırıcı uzunluğu, yapıştırıcı tabakası ve iç yüzey çapı ile karakterize edilirken, yüzey kalınlıkları arasında yarı-doğrusal bir ilişki olduğunu gözlemlemiştir. Shokrieh vd. [15], bir şaftın

burulma davranışını incelemişler ve kritik burkulma hesabı için sonlu elemanlar metodunu kullanmışlardır. Tabaka diziliminin, takviye açısının ve sınır şartlarının kompozit şaftın mekanik davranışı üzerine etkisini araştırmışlardır. Croccolo vd. [16], sabitlenmiş ve yapışkanla yapıştırılmış silindirik mafsallarda yorulma dayanımını incelemiştir. Çelik-çelik bağlantıların mekanik davranışının alüminyum-çelik bağlantılardan oldukça farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada literatürden farklı olarak alın altına bindirmeli olarak birleştirilmiş halka kesitli bağlantıların birleştirilmesinde yapıştırıcının ve çevresel yapışma yüzeyinin bağlantı mukavemetine etkisi incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Halka kesitli çubukların kademeli olarak alın altına birleştirildiği bu çalışmada, numunelerde dış çapı (ØD2) 30 mm ve iç çapları (ØD1) 10 mm olan St37 transmisyon çeliği kullanılmıştır. Geniş kullanım alanı, fiyat olarak uygunluğu ve kolay işlenebilir olduğundan dolayı transmisyon çeliği tercih edilmiştir. Şekil 1'de halka kesitli çubukların alın altına birleştirilmesi için erkek ve dişi kalıp olarak üretilen transmisyon çeliğinin değişken parametreleri olan h , α açısı ve ØD gösterilmiştir. DP 410 ve DP 490 olmak üzere iki farklı yapıştırıcı ile tabaka kalınlığı 0,2 mm olacak şekilde birleştirilen numunelerin Tablo 1'de parametreleri verilmiştir.

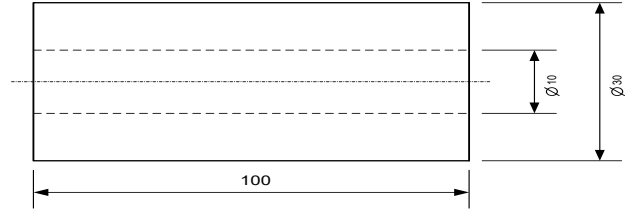


Şekil 1. Numunelerde değişkenlik gösteren h , α açısı ve ØD gösterimi

Tablo 1. Çalışmada kullanılan numunelerin parametreleri

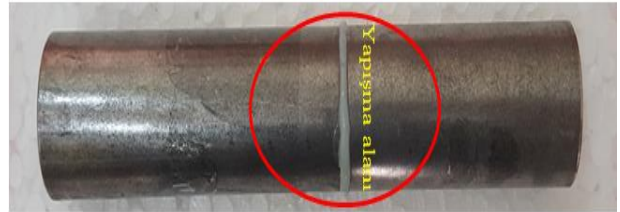
Numune No	D2(mm)	D1(mm)	D(mm)	L(mm)	h(mm)	α° (derece)
1	30	10	15	100	10	30
2	30	10	20	100	10	30
3	30	10	15	100	20	30
4	30	10	20	100	20	30
5	30	10	15	100	30	30
6	30	10	20	100	30	30
7	30	10	15	100	40	30
8	30	10	20	100	40	30
9	30	10	15	100	10	45
10	30	10	20	100	10	45
11	30	10	15	100	20	45
12	30	10	20	100	20	45
13	30	10	15	100	30	45
14	30	10	20	100	30	45
15	30	10	15	100	40	45
16	30	10	20	100	40	45
17	30	10	15	100	10	60
18	30	10	20	100	10	60
19	30	10	15	100	20	60
20	30	10	20	100	20	60
21	30	10	15	100	30	60
22	30	10	20	100	30	60
23	30	10	15	100	40	60
24	30	10	20	100	40	60
25	30	10	15	100	10	90
26	30	10	20	100	10	90
27	30	10	15	100	20	90
28	30	10	20	100	20	90
29	30	10	15	100	30	90
30	30	10	20	100	30	90
31	30	10	15	100	40	90
32	30	10	20	100	40	90
33	30	10	-	100	-	-

Çekme deneyi için numuneler S ile burulma için ise T ile belirtilmiştir. Yapıştırıcı ise değerlerde alt indis ile gösterilmiştir. Örneğin DP 410 yapıştırıcısı ile birleştirilmiş 1 nolu numunenin çekme kuvveti değeri S_{1410} ile belirtilmiştir. 33 nolu numune diğer numunelerden farklı olarak normal bir halka kesitli çubuğun alın altına birleştirilmesidir. Şekil 2’de 33 nolu numunenin katı model hali gösterilmiştir.



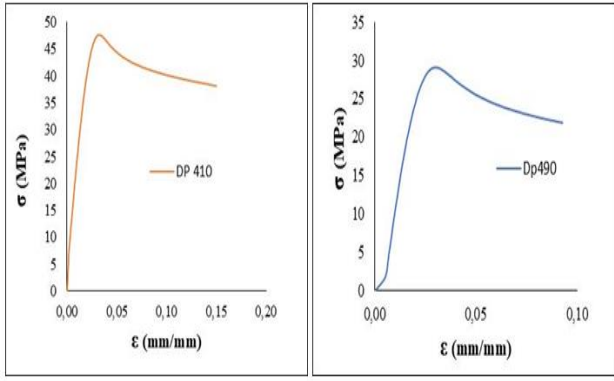
Şekil 2. Alın altına bindirme olmadan birleştirilen 33 nolu numunenin katı modeli

Belirlenen parametrelere göre CNC torna tezgahında numuneler üretilmiş ardından birleştirme işleminin yapılacağı yüzeyler daha iyi yapışma yüzeyi sağlamak için zımparalanmıştır. Zımparalama işleminin ardından aseton ile yüzeyler temizlenmiş ve tüm yüzeylere etki edecek şekilde yapıştırıcı sürülerek yapıştırılmıştır. Şekil 3’te alın altına bindirmeli olarak yapıştırıcı ile birleştirilmiş numunenin resmi verilmiştir.



Şekil 3. Yapıştırıcı ile birleştirilmiş numune resmi

Bu çalışmada kullanılan DP 410 ve DP 490 yapıştırıcılarının gerilme şekil değiştirme grafikleri Şekil 4’te, mekanik özellikleri Tablo 2’de verilmiştir. Numunelerin deneysel olarak çekme ve burulma deneyleri yapılmıştır. Çekme deneyleri SHIMADZU marka ve 250 kN kapasiteye sahip çekme test cihazında 1 mm/dak ilerlemeyle, burulma deneyleri ise JINAN NDW-200 marka ve maksimum çalışma torku 170 N.m olan burulma test cihazında dönme açısı 10 °/dak alınarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. DP 410 ve DP 490 yapıştırıcılarının gerilme-şekil değiştirme grafikleri

Tablo 2. Yapıştırıcıların mekanik özellikleri

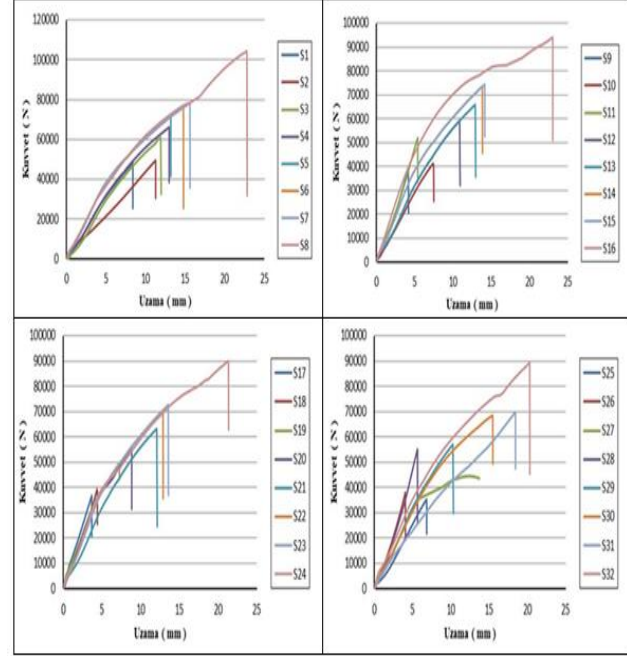
Özellikler	DP 410	DP 490
E (MPa)	2283,69	1237,88
v	0,44	0,38

Bulgular ve Tartışma

DP 410 ile Birleştirilen Numunelerde ‘h’ Bindirme Mesafesinin, ‘α’ Bindirme Açısının ve ØD Bindirme İç Çapının Çekme Kuvvetine Etkisinin İncelenmesi

DP 410 yapıştırıcısı kullanılarak dört farklı (10mm, 20mm, 30mm, 40mm) h bindirme mesafesinde, (30°,45°,60° ve 90°) dört farklı bindirme açısında ve (15mm, 20mm) iki farklı ØD bindirme iç çapında halka kesitli bağlantıların birleştirilmesi yapılmıştır. Yapılan birleştirmelerde değişen parametrelerin bağlantı mukavemetine etkisini incelemek için DP 410 ile birleştirilmiş numuneler çekme yüküne maruz bırakılmıştır. Numunelerin çekme deneyi sonuçları Şekil 5’ te verilmiştir. Birleştirmelerin çekme kuvvetleri altındaki davranışları incelendiğinde genel olarak h bindirme mesafesi ve D bindirme iç çapı arttıkça çekme yükünün arttığı, a bindirme açısı arttıkça çekme yükünün azaldığı görülmüştür. Çekme kuvvet değerleri incelendiği, maksimum ve minimum çekme kuvveti değerleri S8₄₁₀ ve S25₄₁₀ nolu numuneler de sırasıyla 104226,6 N ve 35328,13 N olarak elde edilmiştir. Bu durumun yapışma yüzey alanının artmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Benzer sonuçların Çetkin’in

[17], yaptığı çalışmada farklı bindirme mesafelerinde yapıştırılan kompozit malzemelerin çekme deneylerinde yapışma alanının artmasıyla numunelerin hasar kuvvetlerinin arttığını belirtmiştir.

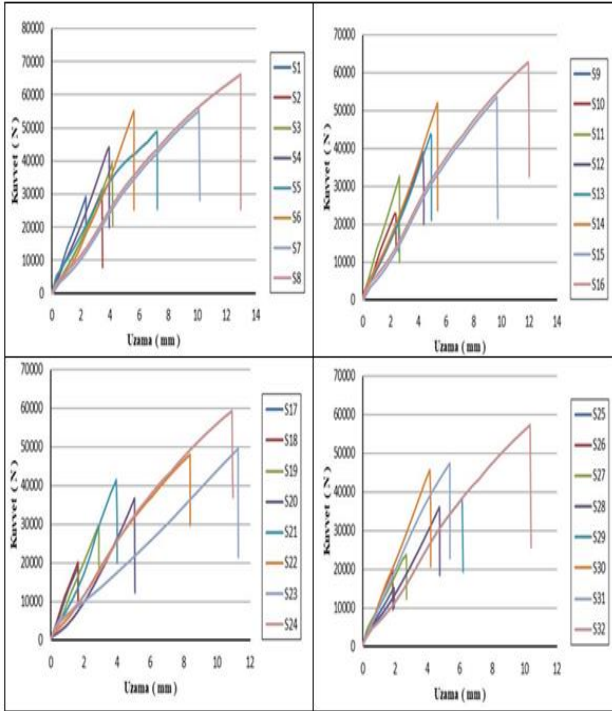


Şekil 5. DP 410 yapıştırıcı ile birleştirilmiş numunelerin Kuvvet – Uzama grafikleri

DP 490 ile Birleştirilen Numunelerde ‘h’ Bindirme Mesafesinin, ‘α’ Bindirme Açısının ve ØD Bindirme İç Çapının Çekme Kuvvetine Etkisinin İncelenmesi

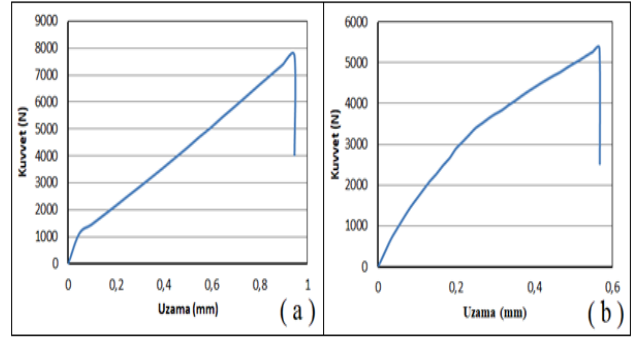
DP 490 yapıştırıcısı kullanılarak birleştirilen halka kesitli bağlantıların çekme kuvveti değerleri incelendiği, maksimum ve minimum çekme kuvveti değerleri S8₄₉₀ (a:30° h:40mm, D:20 mm) ve S25₄₉₀ (a:90° h:10mm, D:15 mm) numunelerin de sırasıyla 66183,59 N ve 15054,69 N olarak elde edilmiştir. DP 410 ile yapıştırılan numunelerin hasar yüklerinde olduğu gibi yapışma yüzey alanı artışıyla çekme kuvveti değerlerinde artış gözlemlenmiştir (Şekil 6). Ancak Şekil 4’te görüldüğü gibi DP 410 yapıştırıcısının yapışma mukavemeti DP 490’dan daha iyi olduğu için, DP 410 ile birleştirilen numunelerin hasar kuvvetleri daha yüksek elde edilmiştir. Aydın [4], yapıştırıcı ile birleştirilmiş prizmatik geçmeli bağlantıların bağlantı mukavemetine bindirme mesafesinin,

yüzey pürüzlülüğünün ve yapıştırıcı kalınlığının etkisini araştırmıştır. Yapılan deneysel çalışmanın sonucunda yüzey pürüzlülüğünün ve bindirme mesafesinin artması ile bağlantı mukavemetinin arttığını belirtmiştir. Tuzcu [18], farklı yapıştırıcılar ile tamir edilmiş hasarlı izotropik borularda yapıştırıcıların performanslarının incelenmesi adlı tez çalışmasında, bindirme açısının artırılması sonucunda yama ve yapıştırıcı yüzey alanı arttırdığından dolayı yükleme altında boru hasar yükü artışının daha fazla olduğu görmüştür. Ayrıca bindirme açılarının artırılması sonucunda yapıştırıcıda oluşan gerilmelerin büyük oranda azaldığı görülmüştür.



Şekil 6. DP 490 yapıştırıcı ile birleştirilmiş numunelerin Kuvvet – Uzama grafikleri

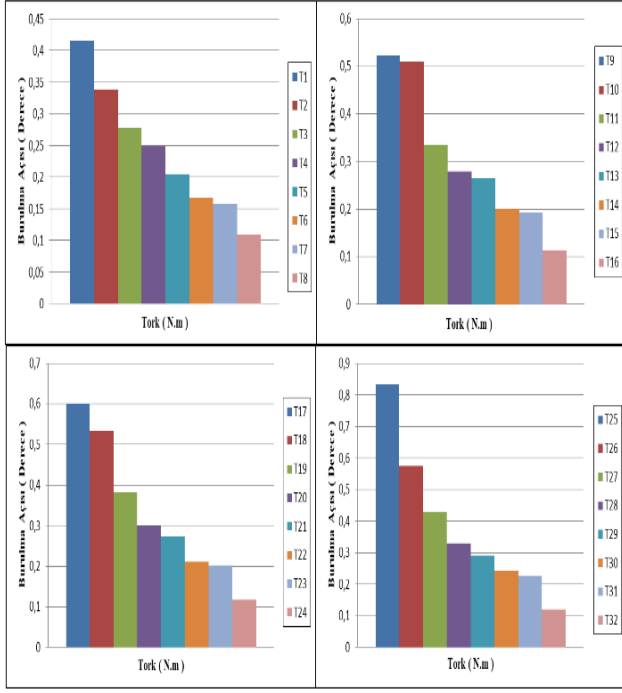
DP 410 ve DP 490 yapıştırıcısı ile birleştirilmiş ve 33 numara ile belirttiğimiz alın altına birleştirilmiş numunelerin çekme deneyi sonuçları Şekil 7’de verilmiştir. Bindirmeli olarak birleştirilmiş numuneler alın altına birleştirmelere göre daha iyi mekanik davranış sergilemiştir. Çünkü en düşük yapışma yüzey alanı 33 numaralı numunelerde mevcuttur.



Şekil 7. (a) DP 410 ile alın altına birleştirilmiş numune, (b) DP 490 ile alın altına birleştirilmiş numune

DP 410 ile Birleştirilen Numunelerde ‘h’ Bindirme Mesafesinin, ‘ α ’ Bindirme Açısının ve ØD Bindirme İç Çapının Burulma Açısına Etkisinin İncelenmesi

JINAN NDW-200 marka ve maksimum çalışma torku 170 N.m olan burulma cihazında yapılan burulma deneylerinde numuneler deneyler sonucunda hasara uğramamıştır. Bunun için burulma torkunu 70 N.m seçerek bu torka denk gelen burulma açılarını numuneler arasında değerlendirilmiştir. DP 410 yapıştırıcısı kullanılarak birleştirilen numunelerin burulma altındaki davranışları incelendiğinde genel olarak h bindirme mesafesi ve D bindirme iç çapı arttıkça burulma açısının azaldığı, a bindirme açısı arttıkça burulma açısının arttığı görülmüştür. Burulma açısı değerleri incelendiğinde, maksimum ve minimum burulma açıları T25₄₁₀ ve T8₄₁₀ nolu numuneler de sırasıyla 0,8334° ve 0,1094° olarak elde edilmiştir (Şekil 8).

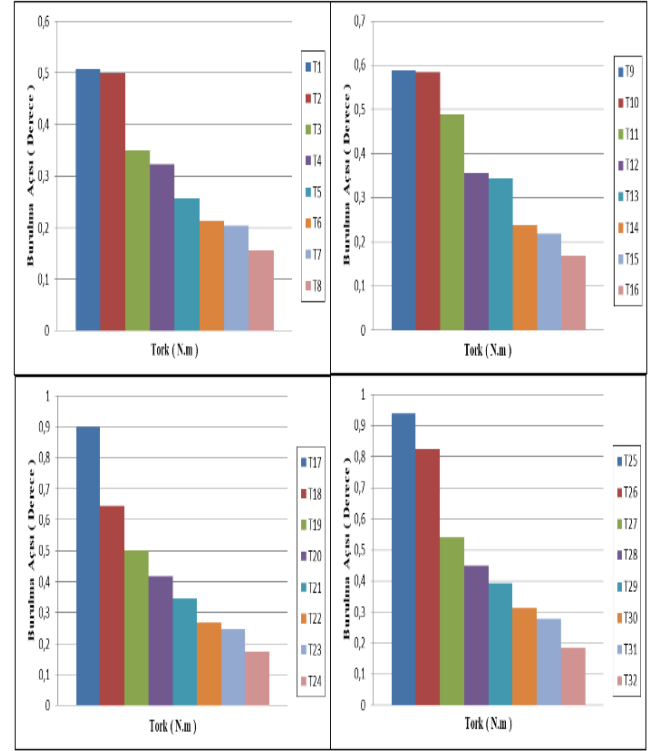


Şekil 8. DP 410 yapıştırıcısı kullanılarak birleştirilen numunelerin burulma açısı grafikleri

DP 490 ile Birleştirilen Numunelerde ‘h’ Bindirme Mesafesinin, ‘α’ Bindirme Açısının ve ØD Bindirme İç Çapının Burulma Açısına Etkisinin İncelenmesi

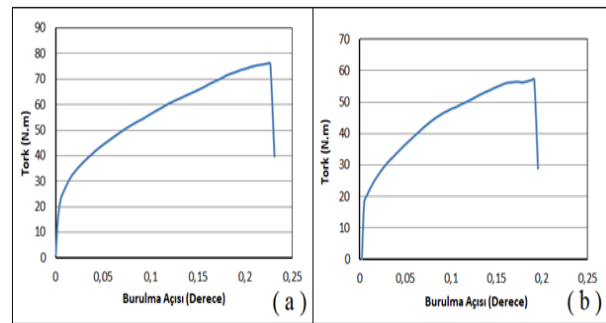
DP 490 ile birleştirilen numunelerin burulma altındaki davranışları incelendiğinde maksimum ve minimum burulma açıları T25₄₉₀ ve T8₄₉₀ nolu numuneler de sırasıyla 0,9401° ve 0,1559° olarak elde edilmiştir (Şekil 9). Çekme deneylerinde olduğu gibi yapışma mukavemeti daha iyi olan DP 410 ile yapıştırılan numunelerin burulma yükleri altında DP 490 ile birleştirilen numunelere göre daha az hasar uğramıştır. Ayrıca Şekil 8 ve Şekil 9’un aynı tork yükü altındaki burulma dirençlerine bakıldığında yapışma alanının artmasıyla numunelerin hasar yüklerine karşı daha iyi direnç gösterdiğini görülmektedir. Da Silva vd. [19], Adams ve Harris [20], Da Silva ve Marques [21], yaptıkları çalışmalarında; mekanik dayanımı yüksek bir yapıştırma bağlantısının elde edilmesi, birleştirilen parçaların ve yapıştırıcının türüne, seçilen yüzeye, bindirme mesafesine, kalınlığına, ortam

sıcaklığına ve bağlantı modelinin geometrisine bağlı olduğunu vurgulamışlardır.



Şekil 9. DP 490 yapıştırıcısı kullanılarak birleştirilen numunelerin burulma açısı grafikleri

DP 410 ve DP 490 yapıştırıcılarıyla alın altına kademeli olarak birleştirilen 33 nolu numune için elde edilen Tork – Burulma açısı grafikleri Şekil 10’dadır. Kademeli yapıştırma birleştirmelerinde olduğu gibi DP 410 ile alın altına birleştirilen numunenin burulmaya karşı gösterdiği direncin daha iyi olduğu görülmektedir.



Şekil 10. (a) DP 410 ile birleştirilen, (b) DP 490 ile birleştirilen numune

Sonuçlar

Bu çalışmada; halka kesitli çubukların birleştirilmesinde bağlantıların etkisi incelenmiştir. İki farklı özelliğe sahip yapıştırıcı kullanılarak farklı bindirme mesafesine, farklı bindirme açısına ve farklı bindirme iç açısına sahip malzemeler birleştirilmiştir. Elde edilen numunelerin çekme ve burulma davranışları incelenmiştir.

Birleştirilen numunelerin çekme kuvvetleri altındaki davranışları incelendiğinde genel olarak h bindirme mesafesi ve ØD bindirme iç çapı artıkça çekme yükünün arttığı ve α açısı artıkça çekme yükünün azaldığı görülmüştür.

DP 410 ve DP 490 yapıştırıcısı ile bindirmeli olarak alın alına birleştirilen halka kesitli çubuk numuneler, alın alına birleştirilmiş numunelere oranla gerek çekme deneylerinde gerekse burulma deneylerinde mekanik davranış olarak daha iyi sonuçlar vermiştir.

DP 410 yapıştırıcısıyla yapıştırılan numunelerin DP 490 yapıştırıcısıyla yapıştırılan numunelere göre çekme kuvveti değerleri daha yüksek çıkmıştır.

Burulma davranışları açısından da DP 410 yapıştırıcısıyla yapıştırılan numunelerin DP 490 yapıştırıcısıyla yapıştırılan numunelere göre daha iyi davranış göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi Tarafından BAP-MMF.2018.00.003 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Katkılarından dolayı Bingöl Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] J.W. Kwon, D.G. Lee, "The Effects of Surface Roughness and Bond Thickness on the Fatigue Life of Adhesively Bonded Tubular Single Lap Joint", *Journal Adhesion Science Technology*, vol. 14, no 8, pp. 1085–1102, 2000.
- [2] Z. Ouyang, G. Li, "Cohesive Zone Model Based Analytical Solutions For Adhesively Bonded Pipe Joints Under Torsional Loading", *International Journal of Solids and Structures*, vol. 46, pp. 1205–1217, 2009.

- [3] O. Nemes, F. Lachaud, "Double-Lap Adhesive Bonded-Joints Assemblies Modeling", *International Journal of Adhesion & Adhesives*, vol. 30, pp. 288–297, 2010.
- [4] Sinan Aydın, "Yapıştırıcı ile Birleştirilmiş Prizmatik Geçmeli Bağlantıların Mekanik Analizleri", Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2012.
- [5] R.D. Adams, N.A. Peppiatt, "Stress Analysis of Adhesive Bonded Tubular Lap Joints", *Journal Adhesion*, vol. 9, pp. 1-18, 1997.
- [6] S. Aimmanee, P. Hongpimolmas, "Stress Analysis of Adhesive-Bonded Tubular-Coupler Joints with Optimum Variable-Stiffness Composite Adherent under Torsion", *Composite Structures*, vol. 164, pp. 76-89, 2017.
- [7] M. Albiez, T. Vallee, H. Fricke, T. Ummenhofer, "Adhesively Bonded Steel Tubes-Part I: Experimental Investigations", *International Journal of Adhesion and Adhesives*, vol. 90, pp. 199-210, 2019.
- [8] Y.P. Shi, S. Cheng, "Analysis of Adhesive-Bonded Cylindrical Lap Joints Subjected to the Axial Load", *Journal Engineering Mechanics*, vol. 119, no 3, pp. 584-602, 1993.
- [9] M. Imanaka, H. Nakayama, K. Morikawa, M. Nakamura, "Evaluation of Fatigue Life of Adhesively Bonded CFRP Pipe/Steel Rod Joints", *Composite Structures*, vol. 31, pp. 235-241, 1995.
- [10] İsmail Yasin Sülü, "İç Basınca Maruz Tabakalı Kompozit Boruların Farklı Birleştirme Yöntemleri ile Yapıştırılması ve Gerilme Analizi", Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 2012.
- [11] Murat Yavuz Solmaz, "Yapıştırıcı ile Birleştirilmiş Bağlantıların Mekanik Analiz ve Tasarımları", Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2008.
- [12] P. Mertiny, K. Ursinus, "A Methodology for Assessing Fatigue Degradation of Joined Fibre-Reinforced Polymer Composite Tubes", *Polymer Testing*, vol. 26, pp. 751–760, 2007.
- [13] T. Sekercioğlu, H. Rende, A. Gülsöz, C. Meran, "The Effects of Surface Roughness on the Strength of Adhesively Bonded Cylindrical Components", *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 142, pp. 82–86, 2003.
- [14] S. Labbe, J.M. Drouetn, "A Multi-Objective Optimization Procedure for Bonded Tubular-Lap Joints Subjected to Axial Loading", *International Journal of Adhesion & Adhesives*, vol. 33, pp. 26–35, 2012.

- [15] M.M. Shokrieh, A. Hasani, L.B. Lessad, "Shear Buckling of Composite Drive Shaft Under Torsion", *Composite Structures*, vol. 64. Pp. 63-69, 2004.
- [16] D. Croccolo, D.M. Agostinis, N. Vincenzi, "Static and Dynamic Strength Evaluation of Interference Fit and Adhesively", *International Journal of Adhesion & Adhesives*, vol. 30, pp. 359-366, 2010.
- [17] E. Çetkin, "Determination of Tensile Strength of Jute Reinforced Polymer Matrix Composites Bonded in Different Overlap Lengths", *Uluslararası Bilim ve Mühendislik Sempozyumu, Siirt Üniversitesi, Siirt*, (2019).
- [18] Zeynal Tuzcu, "Farklı Yapıştırıcılar ile Tamir Edilmiş Hasarlı İzotropik Borularda Yapıştırıcıların Performanslarının İncelenmesi", *Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman*, 2018.
- [19] L.F.M. Da Silva, R.J.C. Carbas, G.W. Critchlowb, M.A.V. Figueiredo, K. Brown, "Effect of material, geometry, surface treatment and environment on the shear strength of single lap joints", *International Journal of Adhesion & Adhesives*, vol. 29, no 6, pp. 621-632, 2009.
- [20] R.D. Adams, J.A. Harris, "Stress analysis of adhesive-bonded lap joints", *The Journal of Strain Analysis for Engineering Design*, vol. 9, no 3, pp. 185-196, 1974.
- [21] L. F. M. Da Silva, E.A.S. Marques, "Joint Strength Optimization of Adhesively Bonded Patches", *The Journal of Adhesion*, vol. 84, pp. 915–934, 2008.