

JÜT KUMAŞ VE YÜN KEÇE ESASLI KOMPOZİTLERİN DARBE DAVRANIŞININ BELİRLENMESİ

(DETERMINATION OF THE IMPACT BEHAVIOUR OF JUTE FABRIC AND WOOL FELT BASED COMPOSITES)

Çiçek ÖZES¹, Ahmet Ebrar TAŞKIN²

ÖZ

Bu çalışmada jüt kumaş ve yün keçe takviyeli üretilen iki kompozitin darbe davranışları araştırılmıştır. Yüzey yapışma özelliklerinin artırılması için jüt kumaşlar %10 NaOH çözeltisinde 4 saat bekletilmiş daha sonra oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Yün keçe hiçbir işleme tabi tutulmamıştır. Kompozitler vakum infüzyon yöntemi ile aynı kalınlıkta üretilmiştir. Darbe dayanımlarının belirlenmesi amacı ile kompozit numuneler üç enerji seviyesinde test edilmiştir. Kompozitlerin darbe dayanımları hem kuvvet-çökme grafikleri hem de darbeli numune görüntüleri karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar, aynı darbe yükü altında yün keçe takviyeli kompozitte hasarın daha az olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Jüt kumaş, Yün keçe, Doğal lifli kompozit

ABSTRACT

In this study, the impact behavior of the two composites reinforced with jute fabric and wool felt is investigated. In order to increase the surface adhesion properties, the jute fabrics have been retained in 10% NaOH solution for 4 hours, then have been dried at room temperature. No treatment of the wool felt was undertaken. Composites are produced by vacuum infusion method with the same thickness. To measure the impact resistances, the composites are tested under three different energy levels. Impact behaviors of composites were evaluated by comparing load-deflection graphs and images of impacted specimens. Results Show that the damage of the composite reinforced with wool felt has seen to be less at the same energy level.

Keywords: Jute fabric, Wool felt, Natural fiber composites

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İZMİR, cicek.ozes@deu.edu.tr (sorumlu yazar)

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilimdalı, İZMİR, ebrartaskin@hotmail.com

1. GİRİŞ

Endüstriyel uygulamalarda, doğal lif esaslı kompozitlerin geliştirilmesi araştırmacılar için gittikçe artan bir ilgi odağı olmuştur [1-7]. Doğal lifler genel olarak bitkisel, hayvansal ve madensel lifler olabilir. Ticari amaçla kullanılan bitkisel lifler genellikle keten, pamuk, kenaf, sisal, palmye, hindistan cevizi, kenevir ve jütür [5-6]. Bitkisel lifler takviye malzemesi olarak, sınırsız elde edilebilirliği, düşük maliyet, düşük yoğunluk, sağlık açısından fazla tehdit oluşturmaması, önemli işleme avantajları, gelişmiş mekanik özellikleri, iyi akustik ve ısı yalıtımı, vb özellikleri nedeni ile inşaat ve otomotiv sektöründe geniş bir uygulama alanına sahiptir [1-4].

En çok kullanılan sisal, jüt ve keten gibi doğal lifler üzerinde yapılan çalışmalar, bunların kompozit malzemeler için etkili bir takviye elemanı olduğunu göstermiştir [8-10].

Doğal liflerin ıslanabilirlik ve yapışma özelliklerinin kötü olması, cam lifi takviyeli kompozit malzemelere kıyasla mekanik özelliklerini nispeten düşürür[11]. Bu nedenle doğal liflerin üretim ve kullanım aşamasındaki yüzey etkinliğinin artırılması ile ilgili çalışmalar literatürde geniş bir yer kaplamaktadır. Doğal lif takviyeli kompozit malzeme üretiminde ara yüzey etkinliğini arttırmak için; alkali işlem, silan, isosiyanat ve titanat esaslı bağlayıcılar ile işlemler yaygın olarak kullanılmaktadır [12-13]. Alkali işlem, takviye liflerini genellikle çeşitli konsantrasyonlarda sodyum hidroksit (NaOH) ile farklı sıcaklık veya sürede muamele işlemidir [14]. Seki, yaptığı çalışmada %5 oranındaki NaOH ile işlem yapılan jüt takviyeli epoksi ve polyester kompozit malzemelerin mekanik özelliklerinin arttığını belirtmiştir [15]. Jüt dokuma ve polyester arasındaki yapışmayı arttırmak için 0,1%, 0,3% ve 0,5% oranlarında silan bağlayıcısının kullanıldığı bir diğer çalışmada eğilme ve ara yüzey kayma mukavemeti araştırılmıştır [16]. Seki ve arkadaşları yaptıkları bir başka çalışmada jüt lifine uygulanan düşük frekans ve radyo frekans oksijen plazmanın jüt lifi takviyeli polyester kompozitin ara yüzey etkileşimini geliştirerek tabakalar arası kayma gerilmesini sırasıyla %72 ve %129 oranında arttırdığını göstermişlerdir [17]. Bulut ve Erdoğan yaptıkları derleme çalışmada doğal lif takviyeli kompozit malzemelerde selüloz esaslı doğal liflerin içyapılarını, mekanik ve fiziksel özelliklerini ve kompozit üretiminde ara yüzey etkinliğini arttırmak için kullanılan başlıca iyileştirme yöntemlerini ayrıntılı olarak incelenmişlerdir [14]. Karabulut ve Aktaş çalışmalarında dokuma jüt kumaşların %0, %5, %10, %15 oranlarında NaOH ile yüzey modifikasyonu sonrası polyester reçine ile tabakalı kompozit üreterek mekanik özelliklerini deneysel olarak belirlemişlerdir [18]. NaOH oranı arttıkça dokuma tipi jüt/polyester kompozit numunelerin ağırlıkça fiber hacim oranının %46'dan (%0 NaOH) %40'a (%15 NaOH) düştüğünü gözlemlemişlerdir. Ara yüzey etkinliğini iyileştirme ile ilgili olarak yapılan literatür araştırması ışığında, jüt ara yüzey iyileştirmeleri için; özellik, maliyet ve bulunabilirlik açısından NaOH ile çalışmanın uygun olduğu kanısına varılmıştır [16, 18, 19].

Literatürde hayvansal lifli kompozitlerin, biyomühendislik ve ortopedik uygulamalarda kullanıldığı görülmektedir [7]. Bitkisel lif içeren kompozitlerin aksine hayvansal esaslı lif içeren kompozitler ile yapılmış çalışmalar sınırlıdır [20-28].

Bu çalışmada, vakum infüzyon tekniği kullanılarak üretilen aynı kalınlıktaki iki farklı doğal lifli kompozitin darbe dayanımları araştırılmıştır. Jüt kumaşa alkali işlem uygulanmış, yün keçe ise doğal hali ile kullanılmıştır. Kompozit numuneler kademeli olarak farklı enerjiler ile test edilmiştir. Test sonuçları grafik ve fotoğraflarla yorumlanmıştır.

2. MALZEME ve YÖNTEM

Bu çalışmada takviye malzemesi olarak 800 gr/m² ağırlığında yün keçe ve 320 gr/m² ağırlığında 11 atkı ve 12 çözgü sıklığında dokuma tipi jüt kumaş, matris malzemesi olarak epoksi reçine, yüzey düzgünlüğünü sağlamak için 300gr/m² ağırlığındaki cam dokuma kumaş her iki yüzde tek kat kapak olarak kullanılmıştır.

Kompozit plaka üretimi için 100x100cm² boyutlarında kesilen jüt kumaşlar NaOH yüzey modifikasyonuna tabi tutulmuştur. Modifikasyon işleminden önce yabancı materyalden temizlemek amacıyla kumaşlar çeşme suyunda yıkanarak, gölge bir alanda 24 saat kurumaya bırakılmıştır. Jüt kumaşlar 4 saat %10'luk NaOH içerisinde bekletilmiştir. Derişimden arındırılan kumaşlar 12 saat süreyle güneş almayacak şekilde açık havada kurumaya bırakılmıştır. Üretilen plakalar 3±0,1 mm kalınlıktadır.

Vakum infüzyon yöntemi ile iki tip kompozit üretimi yapılmıştır. Reçine olarak "Araldite LY 564/Aradur 3487 BD" ve %36 oranında sertleştirici "Aradur 3487 B" kullanılmıştır. Sekiz saat boyunca 80⁰ C de plakalar kürlleme işlemine tabi tutulmuş ve sonra 18 saat boyunca parça tezgâh üzerinde soğumaya bırakılmıştır. Aynı kalınlığa sahip kompozitlerin şematik gösterimi Şekil 1'de verilmiştir. Kullanılan takviye malzemelerine ait mekanik özellikler çekme testi ile belirlenmiş olup, jüt kumaş takviyeli kompozitin ortalama çekme mukavemeti 93 MPa, elastisite modülü 5228 MPa, yün keçe takviyeli kompozitin ortalama çekme mukavemeti 77 MPa, elastisite modülü 3735 MPa'dır.



Şekil 1. Jüt kumaş ve yün keçe takviyeli kompozitlerin şematik gösterimi

2.1. Darbe Testleri

Darbe testleri Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Kompozit Laboratuvarında 22,4 kN kapasiteli Ceast-Fractovis Plus darbe cihazında yapılmıştır. ASTM D3039 standardına göre hazırlanan numune boyutları 100 mmx100 mm dir. Çalışmada 12,7 mm çapında yarım küre şeklindeki vurucu ve 5,02 kilogram düşme ağırlığı kullanılmıştır.

Her bir kompozit numune kademeli olarak 5 J, 10 J ve 15 J enerjiler ile test edilmiştir. Her bir enerji değeri için üçer adet numune kullanılmıştır. Test sonuçları grafik ve fotoğraflarla paylaşılarak yorumlanmıştır.

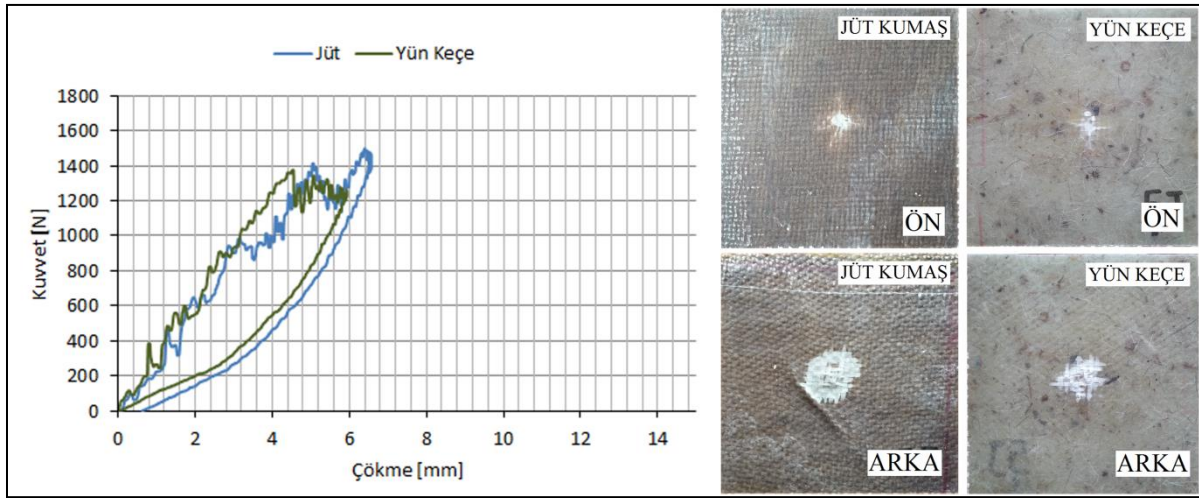
3. TEST SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Darbe davranışını belirlemede kuvvet-çökme grafikleri kullanılmıştır. Darbe yüküne maruz kompozitlerin tipik kuvvet-çökme eğrisi geri sekme, saplanma ve delinme olmak üzere üç durum gösterir [29, 30]. Vurucunun numune yüzeyinden geri sekmesiyle oluşan eğri kapalı tiptedir. Uygulanan darbe enerjisinin bir kısmı numune tarafından absorblanır, bir kısmı da

enerji vurucunun geri sekmesi için kullanılır. Darbe enerjisinin artırılması ile kapalı tip eğri genişler, geri sekme kısmı azalır, çökme artar. Darbe enerjisinin daha da artırılması ile eğri açık tipte oluşur. Bu ise vurucunun numuneye saplandığını veya vurucunun numuneyi deldiğini gösterir [31, 32].

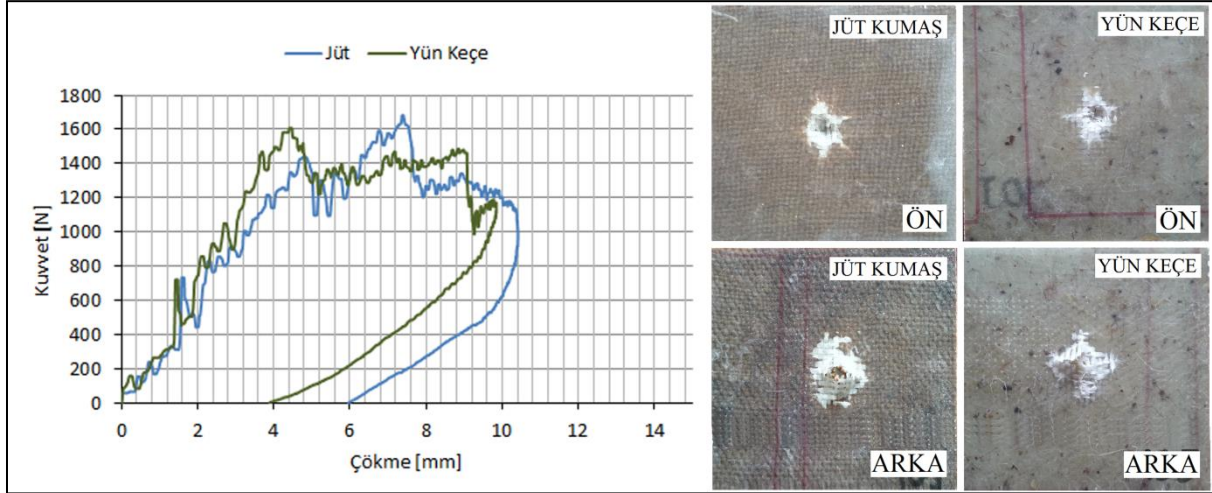
Jüt kumaş ve yün keçe takviyeli numuneler ile yapılan deneylere parçanın kalınlığı göz önünde bulundurularak 5 J değerinde başlanılmış delinme hasarı meydana gelinceye kadar kademeli olarak 10 J ve 15 J enerji seviyelerine çıkartılmıştır.

Şekil 2’de 5 J darbe enerjisi için kuvvet-çökme grafiği, jüt kumaş ve yün keçe takviyeli numunelerin darbe hasarları gösterilmiştir. Grafikten vurucu ucun geri sektiği anlaşılmaktadır. Jüt kumaş takviyeli numunede 1497 N maksimum kuvvet gözlenmiş, 6,5 mm maksimum çökme gerçekleştikten sonra çökme 0,73 mm değerine gerilemiştir. Yün keçe takviyeli numunede maksimum 1376 N kuvvet değeri gözlenmiş maksimum çökme 5,93 mm olmuştur. Test ekipmanı numuneye çarpmasıyla beraber çökme değeri 0,2 mm değerine düşerek neredeyse parça üzerinde hiç hasar meydana getirmemiştir. Jüt kumaş takviyeli numunede çok az kalıcı çökme oluşurken, yün keçe takviyeli numunede kalıcı çökme oluşmamıştır. Vurucu ile numune arasında oluşan kuvvetin jüt kumaş takviyeli numunede daha fazla olduğu görülmüştür. Numunelerin darbe uygulanan yüzünden ve arka yüzünden çekilen fotoğraflarında matris çatlakları gözlenmiştir.



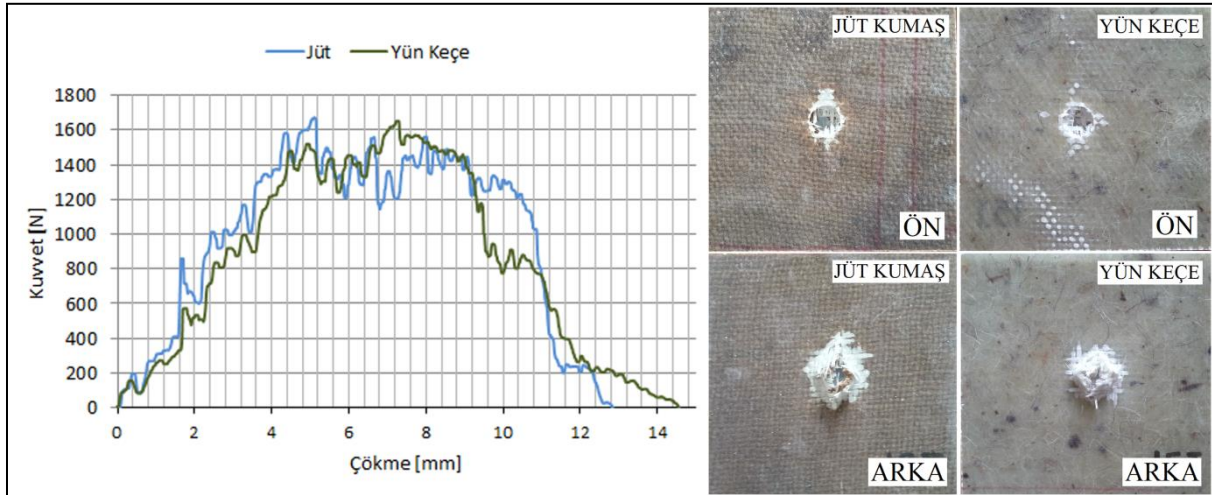
Şekil 2. 5 J darbe enerjisi için kuvvet-çökme grafiği ve numunelere ait ön yüz, arka yüz görüntüleri

Şekil 3’de 10 J darbe enerjisi için kuvvet-çökme grafiği ve numunelere ait darbe hasarları gösterilmiştir. 10 J ile yapılan deney sonucu jüt kumaş takviyeli numunede maksimum 1680 N kuvvet değeri ölçülmüştür. Maksimum çökme 10,41 mm olup vurucu ucun sekmesi ile çökme değeri 6 mm değerine gerilemiştir. Numunede ciddi bir hasar olduğu görülmüştür. 10 J ile yapılan darbe testinde, keçe takviyeli numunede kuvvetin maksimum değeri 1607 N, çökmenin maksimum değeri 9,84 mm olmuştur. Kalıcı çökme ise 3,9 mm olup, numune delinmemiş fakat hasar almıştır.



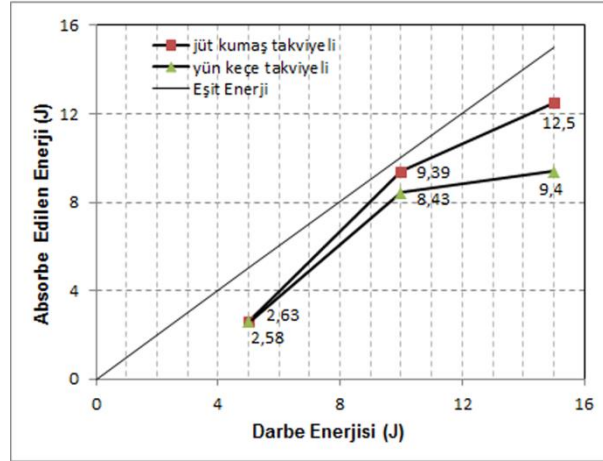
Şekil 3. 10 J darbe enerjisi için kuvvet-çökme grafiği ve numunelere ait ön yüz, arka yüz görüntüleri

Şekil 4, 15 J darbe enerjisi için elde edilen sonuçları göstermektedir. Jüt kumaş takviyeli numunede maksimum kuvvet 1672 N değerine ulaşmıştır. Çökme değerinin düşen kuvvet ile birlikte artıyor olması parçanın delindiğini göstermektedir. Yün keçe takviyeli numunede maksimum kuvvet 1652 N değerine ulaşmış ve delinme hasarı meydana gelmiştir. Numunenin ön yüz ve arka yüzünden alınan fotoğraflarından, eğilmeden dolayı jüt ve keçe liflerinin kırıldığı gözükmemektedir.



Şekil 4. 15 J darbe enerjisi için kuvvet-çökme grafiği ve numunelere ait ön yüz, arka yüz görüntüleri

Şekil 5'te deneysel sonuçlara göre çizilen bir enerji profili diyagramı görülmektedir. Vurucu ucun geri dönüş bölgesinde, her iki kompozitin aynı darbe enerjisi için absorbe ettikleri enerji aynıdır. Artan darbe enerjisi ile yün keçe takviyeli kompozitin darbe enerjisi ve absorbe edilen enerji arasındaki farkı jüt kumaş takviyeli kompozite göre daha yüksektir.



Şekil 5. Enerji profili diyagramı

Delip geçme bölgesinde ise jüt kumaş takviyeli kompozitin enerji absorbe etme kapasitesi yün keçe takviyeli kompozitten daha fazladır. Bu da aynı darbe yükü altında, jütün daha fazla hasara uğradığı şeklinde yorumlanabilir. Bütün veriler eşit enerji doğrusu altında olduğundan, kompozitler numuneye belli bir saplanma ve delinme sınır değeri noktası göstermemiştir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada doğal lif takviyeli iki tip kompozit aynı kalınlıkta vakum infüzyon yöntemi ile üretilmiştir. 5 J, 10 J ve 15 J enerji seviyelerinde darbe dayanımları araştırılmıştır. Varılan sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Her iki kompozit tipi için 5 J den 10 J'e artan darbe enerjisi ile temas kuvveti artmıştır.
- 5 J ve 10 J enerji seviyelerinde jüt kumaş destekli numunede maksimum çökme daha fazladır.
- Darbe enerjisinin artması ile her iki tip numunede de maksimum çökme artmıştır.
- Maksimum temas kuvveti 5 J enerji seviyesinde jüt kumaş destekli numunede daha fazladır.

KAYNAKLAR

- [1] Ku H, Wang H, Pattarachaiyakoop N, Trada M. A Review on the Tensile Properties of Natural Fiber Reinforced Polymer Composites, *Composites: Part B*, Cilt. 42, 2011, s. 856–873.
- [2] Amada S, Untao S. Fracture Properties of Bamboo. *Composites: Part B*, Cilt. 32, No.5, 2001, s.451–459.
- [3] Bhoopathi R, Ramesh M, Deepa C. Fabrication and Property Evaluation of Banana-Hemp-Glass Fiber Reinforced Composites, *Procedia Engineering*, Cilt. 97, 2014, s. 2032–2041.
- [4] Goda K, Sreekala M S, Gomes A, Kaji T, Ohgi J. Improvement of Plant Based Natural Fibers for Toughening Green Composites – Effect of Load Application During Mercerization of Ramie Fibres, *Composite: Part A*, Cilt. 37, 2006, s. 2213–2220.
- [5] Mohanty, A.K., Misra, M., Drzal, L.T., Selke, S.E., Harte, B.R., Hinrichsen, G. (2005). An Introduction in Natural Fibres, Mohanty, A.K., Misra, M., Drzal, L.T., (eds.), *Natural Fibres, Biopolymers, and Biocomposites*. CRC Press, Taylor & Francis Group, p. 1–36.

- [6] Olusegun D S, Stephen A, Timothy A. A. Assessing Mechanical Properties of Natural Fiber Reinforced Composites for Engineering Applications, *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, Cilt.11, 2012, s. 780-784.
- [7] Cheung H, Ho M, Lau K, Cardona F, Hui D. Natural Fibre-Reinforced Composites for Bioengineering and Environmental Engineering Applications, *Composites: Part B*, Cilt. 40, 2009, s. 655–663.
- [8] Barreto A C H, Rosa D S, Fechine P B A., Mazzetto S E. Properties of Sisal Fibers Treated by Alkali Solution and Their Application into Cardanol-Based Biocomposites, *Composites Part A*, Cilt. 42, 2011, s.492–500.
- [9] Andersons J, Joffe R. Estimation of Tensile Strength of an Oriented Flax Fibre Reinforced Polymer Composite, *Composites Part A*, Cilt. 42, No.9, 2011, s.1229–1235.
- [10] Liang S, Gning P B, Guillaumat L. A Comparative Study of Fatigue Behaviour of Flax/Epoxy and Glass/Epoxy Composites, *Composites Science and Technology*, Cilt. 72, 2012, s. 535–43.
- [11] Santulli C, Sarasini F, Tirillò J, Valente T, Valente M, Caruso A P, Infantino M, Nisini E, Minak G. Mechanical Behaviour of Jute Cloth/Wool Felts Hybrid Laminates, *Materials and Design*, Cilt. 50, 2013, s.309–321.
- [12] Li, X., Tabil, L.G., Panigrahi, S. Chemical Treatments of Natural Fiber for Use in Natural Fiber-Reinforced Composites: A Review, *Journal of Polymers and the Environment*, Cilt. 15, 2007, s. 25-33.
- [13] Joshi S V, Drzali L T, Mohanty A K, Arora S. Are Natural Fiber Composites Environmentally Superior to Glass Fiber Reinforced Composites, *Composite Part A*, Cilt. 35, No.3, 2004, s.71-376.
- [14] Bulut Y, Erdoğan U H. Seluloz Esaslı Doğal Liflerin Kompozit Üretiminde Takviye Materyali Olarak Kullanımı, *The Journal of Textiles and Engineers*, Cilt. 82, 2011, s.26-35.
- [15] Seki, Y. Innovative Multifunctional Siloxane Treatment of Jute Fiber Surface and Its Effect on the Mechanical Properties of Jute/Thermoset Composites, *Materials Science and Engineering A*, Cilt. 508, 2009, s. 247-52.
- [16] Sever K, Sarıkanat M, Seki Y, Erkan G, Erdoğan U H. The mechanical properties of c-methacryloxypropyltrimethoxy silane-treated jute/polyester composites, *Journal of Composite Materials*, Cilt.44, 2010, No.5, s.1913-1924.
- [17] Seki Y, Sarıkanat M, Sever K, Erden S, Güleç H A. Effect of the Low and Radio Frequency Oxygen Plasma Treatment of the Jute Fiber on Mechanical Properties of Jute Fiber/Polyester Composite, *Fibers and Polymers*, Cilt.11, No. 8, 2011, s.1159-1164.
- [18] Karabulut N, Aktaş M. Jüt Lifi takviyeli kompozitlerin mekanik özelliklerinin yüzey modifikasyon işlemiyle iyileştirilmesi, *Mühendis ve Makina*, Cilt. 55, No. 649, 2014, s.43-49.
- [19] Van de Weyenberg I, Chi Truong T, Verpoest I. Improving the Properties of UD Flax Fibre Reinforced Composites by Applying an Alkaline Fibre Treatment, *Composites: Part A*, Cilt. 37, 2006, s.1368–1376.
- [20] Blicblau A S, Coutts R S P, Sims A. Novel Composites Utilizing Raw Wool and Polyester Resin, *Journal of Materials Science Letters*, Cilt.16, No.17, 1997, s. 1417–1419.
- [21] Barone J R. Polyethylene/keratin Fiber Composites with Varying Polyethylene Crystallinity, *Composites: Part A*, Cilt. 36, No.11, 2005, s.1518–1524.
- [22] Xu W, Wang X, Li W, Peng X, Liu X, Wang X G. Characterization of Superfine Wool Powder/Poly(Propylene) Blend Film, *Macromolecular Materials and Engineering*, Cilt. 292, No. 5, 2007, s.674–680.

- [23] Liu X, Xu W, Peng X. Effects of Stearic Acid on The Interface and Performance of Polypropylene/Superfine Down Powder Composites, *Polymer Composites*, Cilt.12, No. 30, 2009, s. 1854–1863.
- [24] Galán- Marín C, Rivera-Gómez C, Petric J. Clay-Based Composite Stabilized with Natural Polymer and Fibre, *Construction and Building Materials*, Cilt. 24, No. 8, 2010, s.1462–1468.
- [25] Ho M P, Wang H, Lee J H, Ho C K, Lau K T, Leng J, Hui D. Critical factors on manufacturing processes of natural fibre composites, *Composites: Part B*, Cilt. 43, No. 8, 2012, s. 3549–3562.
- [26] Peng X, Fan M, Hartley J, Al-Zubaidy M. Properties of Natural Fiber Composites Made by Pultrusion Process, *Journal of Composite Materials*, Cilt. 46, No.2, 2012, s. 237–246.
- [27] Conzatti L, Giunco F, Stagnaro P, Capobianco M, Castellano M, Marsano E. Polyester-Based Biocomposites Containing Wool Fibres, *Composites Part A*, Cilt. 43, No. 7, 2012, s. 1113–1119,
- [28] Conzatti L, Giunco F, Stagnaro P, Patrucco A, Marano C, Rink M. Composites based on polypropylene and short wool fibres. *Composites Part A*, Cilt. 47, 2013, s. 165–171.
- [29] Sayer M, Bektaş N B, Sayman O. An Experimental Investigation on The Impact Behavior, *Composite Structures*, Cilt.92, 2010, s.1256–1262.
- [30] Sayer M, Bektaş N B, Çallıoğlu H. Impact Behavior of Hybrid Composite Plates, *Journal of Applied Polymer Science*, Cilt. 118, 2010, s. 580–587.
- [31] Assarar M, Scida D, El Mahi A, Poilâne C, Ayad R. Influence of Water Ageing on Mechanical Properties and Damage Events of Two Reinforced Composite Materials: Flax-Fibres and Glass-Fibres , *Materials and Design*, Cilt. 32, No.2, 2011, s.788–795.
- [32] Sayer M, Bektaş N B. Darbe Yüğü Altındaki Hibrit Kompozit Plakalara Sıcaklığın Etkisi, Pamukkale Üniversitesi, *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt. 15, No. 3, 2009, s. 337-343.
- [33] Sayer, M. Hibrit Kompozitlerin Darbe Davranışlarının İncelenmesi, Doktora Tezi, Denizli: Pamukkale Üniversitesi, Makine Mühendisliği, 2009, s.116.

ÖZGEÇMİŞ / CV

Çiçek ÖZES; Doçent (Associate Prof.)

Lisans derecesini 1987'de İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden, Yüksek Lisans derecesini 1988'de İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi, Konstrüksiyon-İmalat programından, Doktora derecesini 1992 yılında İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi Konstrüksiyon-İmalat programından aldı. Hala Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. Temel çalışma alanları Makine Elemanları, Optimizasyon ve Denizel Kompozitler üzerinedir.

She got her bachelors' degree in Mechanical Engineering Department at Dokuz Eylul University, İzmir/TURKEY in 1987, her master degree Construction and Production MSc program at Dokuz Eylul University, İzmir/TURKEY in 1992 and her PhD degree in Construction and Production program at Dokuz Eylul University, İzmir/TURKEY in 1998. She is still an academic member of Mechanical Engineering Department of Dokuz Eylul University. Her major areas of interests are: Mechanical Elements, Optimization and Marine Composites.

A.Ebrar TAŞKIN;

Lisans derecesini 2011'de Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden, Yüksek Lisans derecesini 2015'de Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden aldı. Otomotiv sektöründe bir firmada proses mühendisi olarak çalışmaktayım.

He got his bachelors' degree in the Mechanical Engineering Department at Dokuz Eylül University, İzmir/Turkey in 2011, my master degree in the Mechanical Engineering Department at Dokuz Eylül University, İzmir/Turkey in 2015, I've been working for process engineer at an automotive industry.