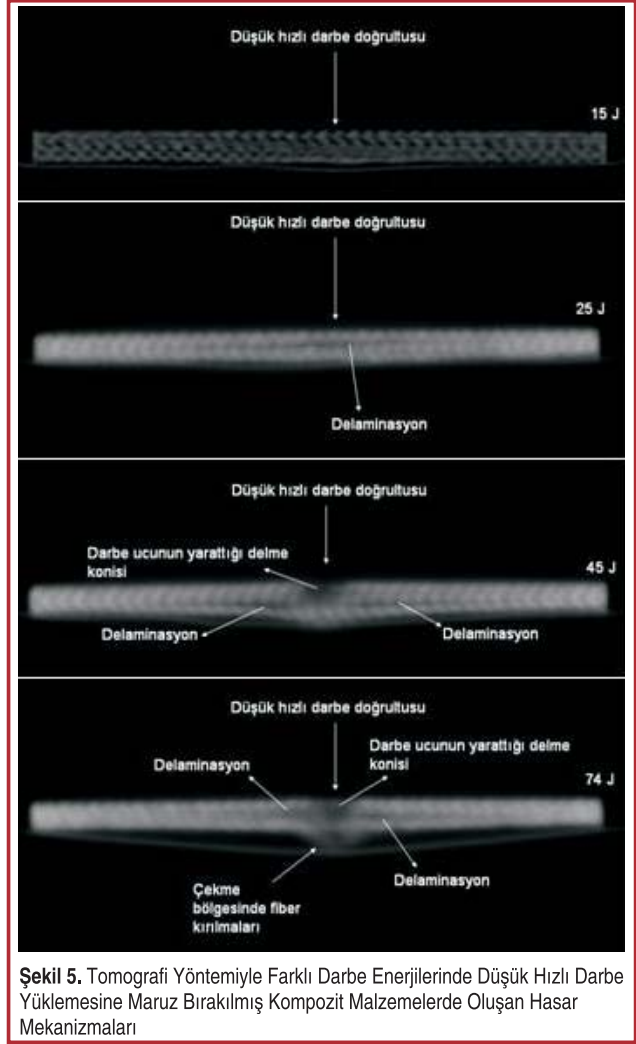


ayrıca delaminasyon hasarının 25 J darbe enerjisine göre daha fazla olduğu ve numunenin alt yüzeyinde çekme bölgesi oluşumuna sebep olduğu saptanmıştır. Darbe enerjisinin 74 J'a çıkartılmasıyla darbe ucunun bölgesel olarak yüksek gerilme ve delme etkisi yaratması nedeniyle fiber kırılmalarının oluşumu Ref. [7,11, 25]'e benzer olarak gözlenmiştir. Delaminasyon hasarının yine ana hasar mekanizması olduğu belirlenmiştir.



SONUÇLAR

Gerçekleştirilen çalışmada (0/90)_s oryantasyonlu cam fiber takviyeli polyester kompozit malzemeye uygulanan serbest düşen ağırlıklı düşük hızlı darbe testleri sonucunda ortaya çıkan hasar mekanizmaları, deneylerden elde edilen sonuçlarla çizilen kuvvet-zaman, enerji-zaman ve kuvvet-yer değiştirme grafikleriyle yorumlanmıştır. Deneysel verilerden elde edilen sonuçlar şunlardır:

- Polimer kompozit malzemenin ilk matris çatlaması hasarının gözlendiği enerji seviyesinin 4J olduğu belirlenmiştir.
- 25J darbe enerjisi seviyesinde ilk olarak delaminasyon hasarı saptanmıştır.
- 45J darbe enerjisi ile yapılan darbe testinde delaminasyon hasarının 25 J darbe enerjisine göre daha fazla olduğu ve numunenin alt yüzeyinde çekme bölgesi oluşumuna sebep olduğu saptanmıştır.
- Düşük darbe enerjilerinde sadece matris çatlaması

hasarının numunede ana hasar mekanizması olarak ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

- Oluşan ilk delaminasyon hasarı (25 J) kuvvet-zaman eğrisinin geri dönüşünde bir bekleme yaşattığı gözlemlenmiştir.
- Delaminasyon hasarının malzemede artmasıyla kuvvet-yer değiştirme eğrisinin pik bölgesinde yatay kırılmalarla ilerlediği tespit edilmiştir.
- 74 J darbe enerjisi ile yapılan darbe yüklemesiyle malzeme delinmiş ve kuvvet-yer değiştirme grafiğinde açık eğri biçimi oluşturmuştur.
- Düşük hızlı darbe yüklemeleri sonrası kompozit malzemelerde ortaya çıkan hasar mekanizmaları biçimini tanımlamada enerji-zaman değişimleri büyük ipuçları vermektedir. Yapılacak darbe testlerinde darbe enerjisine bağlı değişimlerin malzemede ortaya koyduğu etkileri incelemek yararlı olacaktır.

Darbe yüklemeleri sonrası kompozit malzemelerin iç yapısında ortaya çıkan hasar mekanizmalarını hasarsız kontrol metotlarıyla gözlemlenmek önem arz etmektedir. Bu yöntemler içinde tıp alanında kullanılan bilgisayarlı tomografi cihazlarıyla elde edilen görüntüler, farklı bir metodoloji olarak bu çalışmada ortaya konmuştur. Bu görüntülerin tersine mühendislik yazılımlarıyla üç boyutlu katı model haline getirilmesi ve iç yapının üç boyutlu görüntüleri; delaminasyon, matris çatlaması ve fiber kırılması gibi hasar mekanizmaları hakkında daha fazla bilgi ve yorum elde etmeyi olanaklı kılacaktır.

KAYNAKÇA

1. Sevkati, E., Liaw, B., Delale, F., Raju, B.B. 2009. "Drop-weight Impact of Plain-woven Hybrid Glass/graphite/Toughened Epoxy Composites," *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Volume 40, Issue 8, P. 1090-1110.
2. Naik, N.K., Sekher, Y.C., Meduri, S. 2000. "Damage in Woven Fabric Composites Subjected To Low-velocity Impact," *Composites Science and Technology*, Volume 60, Issue 5, P. 731-744.
3. Voegesang, L.B., Vlot, A. 2000. "Development of fibre Metal Laminates For Advanced Aerospace Structures," *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 103, Issue 1, P. 1-5.
4. Aymerich, F., Priolo, P. 2008. "Characterization of Fracture Modes In Stitched And Unstitched Cross-ply Laminates Subjected To Low-Velocity Impact and Compression After Impact Loading," *International Journal of Impact Engineering*, Volume 35, Issue 7, P. 591-608.
5. Xiao, J.R., Gama, B.A., Gillespie, Jr. J.W. 2007. "Progressive Damage and Delamination In Plain Weave S-2 Glass/SC-15 Composites Under Quasi-static Punch-shear Loading," *Composite Structures*, Volume 78, Issue 2, P. 182-196.
6. Kim, J.K., Sham, M.L. 2000. "Impact and Delamination Failure Of Woven-fabric Composites," *Composites Science and Technology*, Volume 60, Issue 5, P. 745-761.
7. Shyr, T.W., Pan, Y.H. 2003. "Impact Resistance and Damage Characteristics of Composite Laminates," *Composite Structures*, Volume 62, Issue 2, P. 193-203.
8. Baucom, J.N., Zikry, M.A., Rajendran, A.M. 2006. "Low-Velocity Impact Damage Accumulation In Woven S2-Glass Composite Systems," *Composites Science and Technology*, Volume 66, Issue 10, P. 1229-1238.
9. Dear, J.P., Lee, H., Brown, S.A. 2005. "Impact Damage Processes In Composite Sheet And Sandwich Honeycomb Materials," *International Journal of Impact Engineering*, Volume 32, Issues 1-4, P. 130-154.
10. Hosseinzadeh, R., Shokrieh, M. M., Lessard, L. 2006. "Damage Behavior of Fiber Reinforced Composite Plates Subjected To Drop Weight Impacts," *Composites Science and Technology*, Volume 66, Issue 1, P. 61-68.
11. Mitrevski, T., Marshall, I.H., Thomson, R. 2006. "The Influence of Impactor Shape On The Damage To Composite Laminates," *Composite Structures*, Volume 76, Issues 1-2, P. 116-122.
12. Moura, M.F.S.F., Gonçalves, J.P.M., 2004. "Modelling the Interaction Between Matrix Cracking and Delamination In Carbon/epoxy Laminates Under Low Velocity Impact," *Composites Science and Technology*, Volume 64, Issues 7-8, P. 1021-1027.
13. Collombet, F., Bonini, J., Lataillade, J.L. 1996. "A Three-Dimensional Modelling of Low Velocity Impact Damage in Composite Laminates," *International Journal of Numerical Methods in Engineering*, Volume 39, Issue 9, P. 1491-1516.
14. Bouvet, C., Castanié, B., Bizeul, M., Barrau, J.-J. 2009. "Low Velocity Impact Modelling In Laminate Composite Panels With Discrete Interface Elements," *International Journal of Solids and Structures*, Volume 46, Issues 14-15, P. 2809-2821.
15. Sjöblom, P.O., Hartness, T.M., Cordell, T.M. 1988. "On Low-Velocity Impact Testing of Composite Materials," *Journal of Composite Materials*, Volume 22(1), P. 30-52.
16. Hosur, M.V., Karim, M.R., Jeelani, S. 2003. "Experimental Investigations On The Response Of Stitched/Unstitched Woven S2-glass/SC15 Epoxy Composites Under Single And Repeated Low Velocity Impact Loading," *Composite Structures*, Volume 61, Issues 1-2, P. 89-102.
17. Azouaoui, K., Rechak, S., Azari, Z., Benmedakhene, S., Laksimi, A., Pluvinage, G. 2003. "Modelling of Damage and Failure of Glass/Epoxy Composite Plates Subject to Impact Fatigue," *International Journal of Fatigue*, Volume 23, Issue 10, P. 877-885.
18. Belingardi, G., Grasso, F., Vadori, R. 2007. "Dynamic Effects on Mechanical Characteristics of Composite Plates Submitted to Impact Tests," *Experimental Analysis of Nano and Engineering Materials and Structures*, C, 16, 685-686
19. Belingardi, G., Vadori, R. 2002. "Low Velocity Impact Tests of Laminate Glass-Fiber-Epoxy Matrix Composite Material Plates," *International Journal of Impact Engineering*, Volume 27, Issue 2, P. 213-229.
20. Belingardi, G., Vadori, R. 2003. "Influence of the laminate Thickness In Low Velocity Impact Behavior of Composite Material Plate," *Composite Structures*, Volume 61, Issues 1-2, P. 27-38.
21. Hebert, M., Rousseau, C.E., Shukla, A. 2008. "Shock Loading and Drop Weight Impact Response Of Glass Reinforced Polymer Composites," *Composite Structures*, Volume 84, Issue 3, P. 199-208.
22. Atas, C., Sayman, O. 2008. "An Overall View On Impact Response Of Woven Fabric Composite Plates," *Composite Structures*, Volume 82, Issue 3, P. 336-345.
23. Atas, C., Liu, D. 2008. "Impact Response Of Woven Composites With Small Weaving Angles," *International Journal of Impact Engineering*, Volume 35, Issue 2, P. 80-97.
24. Gama, B.A., Gillespie, Jr. J.W. 2008. "Punch Shear Based Penetration Model of Ballistic Impact of Thick-section Composites," *Composite Structures*, Volume 86, Issue 4, P. 356-369.
25. Go'mez-del R'io, T., Zaera, R., Barbero, E., Navarro, C. 2005. "Damage in CFRPs Due To Low Velocity Impact At Low Temperature," *Composites Part B: Engineering*, Volume 36, Issue 1, P. 41-50.