

ATKI VE ÇÖZGÜ YATIRIMLI ÖRME YAPILARININ ATKILI DÜZ ÖRME MAKİNELERİNDE ÜRETİMİ

Tuba ALPYILDIZ, Arif KURBAK
Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Kompozit takviyeleri olarak kullanılmakta olan atkılı düz örme kumaş yapıları tekstil önşekilleri arasında şekil verilebilirlikleri açısından tercih edilmektedir. Performansları ile de tercih edilir hale gelmeleri için atkı ve çözgü yatırımları ile atkılı düz örme yapıları geliştirilmektedir. Bu çalışmada örme yapısının içerisine dümdüz olarak, yapıya herhangi bir ilmek ya da askı ile bağlanmadan sıra ve çubuk doğrultusunda iplik yatırımlarına sahip örme yapıların atkılı düz örme makinelerinde üretilmesinden bahsedilmektedir ve bu doğrultuda atkılı düz örme makineleri üzerinde yapılmış olan modifikasyonlara değinilmektedir.

Anahtar kelimeler: örme, atkı yatırımı, çözgü yatırımı, atkılı düz örme makinesi, tekstil önşekil, kompozit

MANUFACTURE OF WARP AND WEFT INLAID KNITTED STRUCTURES ON FLAT KNITTING MACHINES

ABSTRACT

As reinforcements within the composites, flat weft knitted structures are used due to their versatile shapeability in comparison with the other textile preforms. In order to improve their mechanical performances, studies on structural developments by inlaying weft and warp yarns within the flat knitted structures are being carried out. In this study, manufacturing of flat knitted structures with weft and warp inlays, which are not connected to the structure with plain or tuck stitches, on flat knitting machines are examined and the modifications done on the flat knitting machines to inlay warp and weft yarns are also mentioned.

Keywords: knit, weft inlay, warp inlay, flat weft knitting machines, textile preform, composite

1. GİRİŞ

Tekstil kompozitleri matris malzemesi ile tekstil takviye malzemesi olarak elyafın, ipliğin ya da kumaşın makro boyutta birleşimi ile elde edilen kompozit yapılardır. Tekstil kompozitleri daha düşük üretim maliyetleri sebebiyle ve diğer malzemelere kıyasla istenen doğrultularda mekanik özellikleri geliştirilebildiği için tercih edilmektedir [1–6]. Takviye malzemesi olarak örme kumaşların kullanımıyla karmaşık yapıdaki önşekiller, kesme ya da dikme işlemlerine ihtiyaç duymadan üretilebilmektedir ve bu sebeple örme kumaşların kompozit takviyesi olarak kullanımları artmaktadır [3, 7-9]. Örme üretim teknolojileri arasında ise atkılı örme, üretimde sağladığı kolaylıklar ve örme yapılarını şekillendirmedeki yetenekleri ile tercih edilmektedir. [1, 9-18]. Atkılı örme kumaş takviyeli kompozitlerin performansları üzerine pek çok çalışma yapılmıştır [5,7-9, 18-49]. Dokuma kumaş takviyeli kompozitlerle de karşılaştırıldıkları bu çalışmalarda atkılı örme kumaş takviyeli kompozitlerin çekme ve basma dayanımları daha düşük, ancak basma davranışları izotropik, darbe performansları ise daha iyi bulunmuştur. Örme kumaş takviyeli kompozitlerin dayanımını yükseltmek için örme kumaştaki lif oryantasyonunun ve lif hacminin kompozitin maruz kalacağı yüklemeye doğrultusunda artırılması gerektiği belirtilmiştir. Bunun ise örme kumaş yapısının değiştirilmesiyle ve/veya kompoziti oluşturan her bir kumaş tabakasının değişik açılarla yerleştirilmesiyle sağlanacağı ifade edilmiştir. Bu doğrultuda, dayanımlarındaki zayıflığı ortadan kaldırarak teknik alanlarda kullanılabilirliklerini arttırmak için örme yapıların içerisine örme yapısına katılmayan, yapı içerisinde dümdüz duran sıra ve çubuk doğrultusunda yatırım iplikleri atılarak kumaş yapıları geliştirilmiştir ve bu yapıların kompozit performansına etkileri incelenmiştir [20, 38, 50-58]. Yapılan bu çalışmalardan örme kumaş yapısına yatırım ipliklerinin dahil edilmesi ile örme kumaş takviyeli kompozitlerin performanslarının yatırım ipliği doğrultusunda iyileştirilebildiği görülmektedir.

Klasik atkılı örme yapıları ile başlamak üzere değişik atkılı örme yapılarının takviye kumaş olarak kullanılmasıyla elde edilen kompozitlerin performanslarının geliştirilmesi için örme yapıların geliştirilmesi gerekmektedir. Değişik kesitli ya da şekilli tekstil önşekillerinin üretilebilmesi için atkılı düz örme makinelerinde herhangi bir modifikasyona gerek duyulmazken [59, 60] yatırım ipliği yerleştirmek için atkılı düz örme makinelerinde modifikasyonlara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada atkılı düz örme yapılarının içerisine örme işlemi esnasında yatırım ipliğinin yerleştirilebilmesi için atkılı düz örme makineleri üzerinde yapılmış olan modifikasyonlardan bahsedilecektir. Söz konusu yatırım ipliğinin örme yapısıyla ilmek veya askı gibi bağlantısı bulunmamaktadır, yapının içerisindedümdüz durmaktadır.

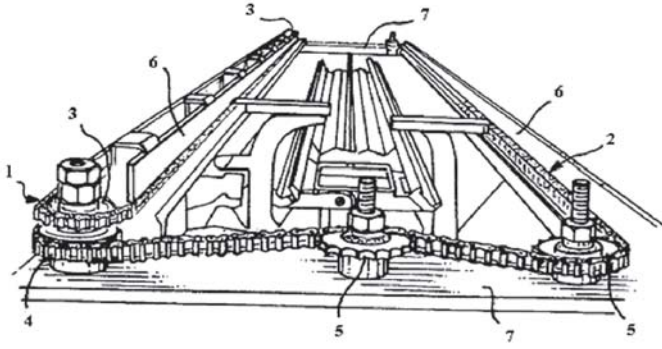
2. ATKILI DÜZ ÖRME MAKİNELERİNDE ATKI İPLİĞİ YATIRMA

Örme yapısı içerisine sıra doğrultusunda örme yapısına dahil olmadan yerleştirilen ipliğe “atkı yatırımı” denilmektedir. Atkı yatırımının yerleştirilebilmesi için mevcut atkılı örme makineleri üzerinde herhangi bir modifikasyon yapılması gerekmemektedir. Örme desen programında uygun kodlamanın yapılması ve örme kafalarına uygun sırada mekiklerin atanması ile istenen tüm çift yataklı örme yapılarının içerisine atkı yatırımı yerleştirilebilmektedir.

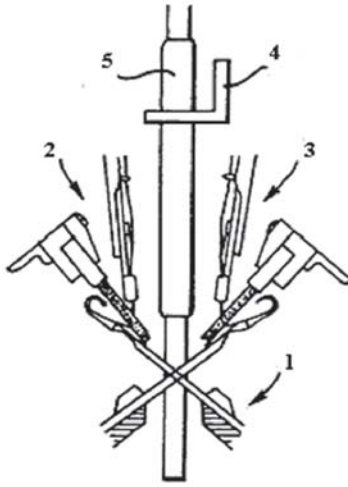
3. ATKILI DÜZ ÖRME MAKİNELERİNDE ÇÖZGÜ İPLİĞİ YATIRMA

Örme yapısının içerisine çubuk doğrultusunda yerleştirilen ipliğe ise “çözgü yatırımı” denilmektedir. Mevcut atkılı örme makineleri kullanılarak çözgü yatırımı yapılamamaktadır, makine üzerinde bazı değişikliklere gidilmesi gerekmektedir.

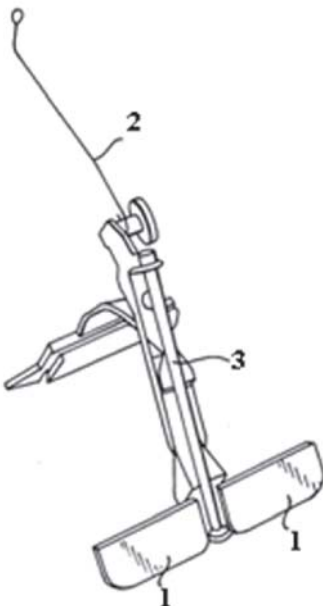
Anand ve arkadaşları [61] atkılı düz örme makinesi üzerinde bazı değişiklikler yaparak çift yataklı örme yapılarının içerisine atkı veya çözgü yatırımı yerleştirebilmiştir. Bunun için örme kafaları birbirinden ayrılmış ve sonsuz zincir mekanizması kullanılarak örme kafalarının beraber aynı yönde ve aynı hızda çalışmaları sağlanmıştır (Şekil 1). Böylece çözgü yatırım ipliklerinin kılavuzlanabileceği alan elde edilmiş ve örme bölgesine çözgü beslenmesi için kılavuzlar yerleştirilebilmiştir (Şekil 2). Çözgü kılavuzları birbirine metal bir levha ile birleştirilmiş ve yine aynı levha yardımıyla konumları örme bölgesi hizasında sabitlenmiştir. Çözgü kılavuzları hareket etmemektedir ve çözgü kılavuzlarının örme bölgesinin ortasında bu şekilde konumlanmaları sebebiyle mekiklerin örme kafalarıyla konumlanmasının da geliştirilmesi gerekmiştir, her örme kafasına birer mekik (iplik kılavuzu) sabitlenmiştir (Şekil 2) ve örme kafaları ön ve arka olmak üzere iki kısma ayrılarak iki sistemli bir makine elde edilmiştir. Böylece bir sıra örülürken ön iğne yatağının üzerindeki örme kafası üzerine sabitlenmiş mekik örme ipliğini beslemekte, diğer sırada ise arka iğne yatağının üzerindeki kafaya sabitlenmiş mekik örme ipliğini beslemektedir. Dolayısıyla örme ipliği bir sırada çözgü yatırımının önünden, diğer sırada arkasında geçerek ilmekleri oluşturmaktadır. Böylece çift yataklı bir yapı (örn. ribana) örülmekte ancak her sırasına farklı mekikten iplik beslenmektedir ve örme işlemi esnasında çözgü kılavuzlarından beslenen iplik ile çözgü yatırımı yapılabilmektedir. Örme esnasında atkı yatırımı yapılabilmesi için kullanılacak mekiklerde bazı değişiklikler dışında makineyle ilgili herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Atkı yatırım ipliğinin düzgün bir şekilde örme bölgesine aktarılması için bir tüp içerisinden geçerek iki yatak arasına kumaş içerisine düzgün bir şekilde yerleştirilmesi baskı ayakları kullanılarak sağlanmıştır (Şekil 3). Bu makinede elde edilebilen atkı veya çözgü yatırımlı ribana yapısı Şekil 4'de görülmektedir.



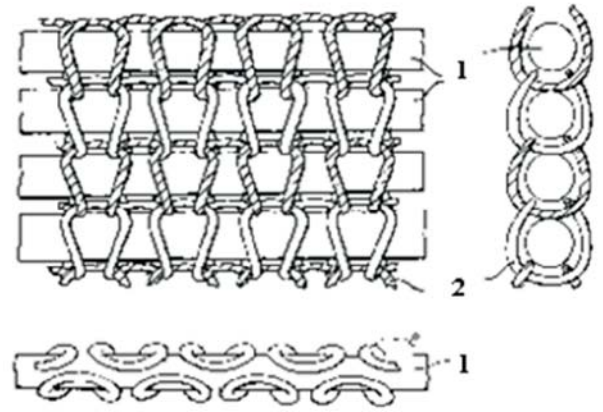
Şekil 1. Örmeye kafalarının tahrik mekanizması, 1: ön iğne yatağı üzerinde hareket edecek olan örmeye kafasına ait sonsuz zincir, 2: arka iğne yatağı üzerinde hareket edecek olan örmeye kafasına ait sonsuz zincir, 3, 4, 5: zincir dişlisi, 6, 7: metal levha [61]



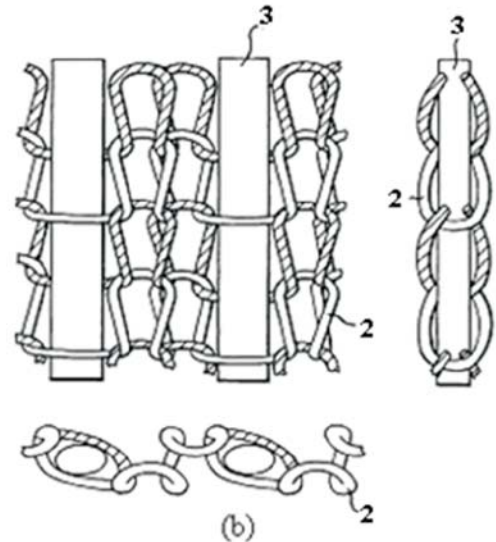
Şekil 2. Örmeye kafaları ile beraber hareket edecek olan mekikler, 1: arka iğne yatağı, 2: ön iğne yatağı üzerinde hareket eden örmeye kafası ve mekiği, 3: arka iğne yatağı üzerinde hareket eden örmeye kafası ve mekiği, 4: Çözümlü kılavuzlarını taşımak için yerleştirilmiş sabit demir plaka, 5: Çözümlü kılavuzları [61]



Şekil 3. Atkı yatırım ipliğinin kılavuzlandığı mekik, 1: baskı ayağı, 2: yay, 3: plastik tüp [61]



(a)

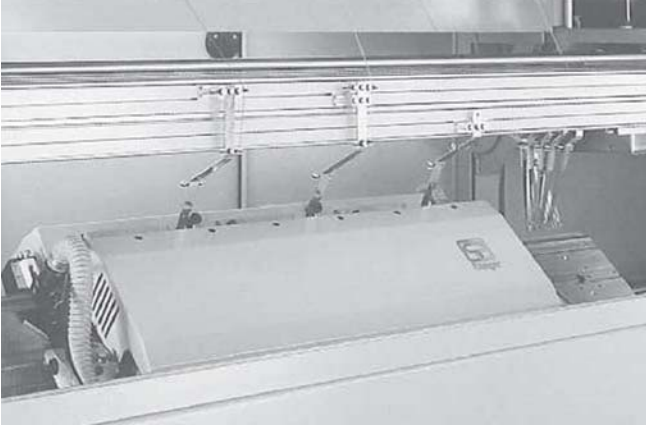


(b)

Şekil 4. Yatırmalı ribana kumaş yapısının üç yönden görünüşleri (a) atkı yatırmalı ribana, (b) çözümlü yatırmalı ribana. 1: atkı yatırımı, 2: örmeye ipliği, 3: çözümlü yatırımı [61]

Ancak Anand ve ark.'nın geliştirmiş olduğu bu makine ile ya sadece atkı ya da sadece çözümlü yatırımı yapılabilmektedir ve sadece çift yataklı örmeye yapıları üretilebilmektedir. Steiger SA firması [62] tarafından geliştirilmiş ve ticari olarak pazarlanmakta olan Steiger Aries 3 serisi atkı düz örmeye makineleriyle ise atkı ve çözümlü yatırmalı atkı düz ve sandviç örmeye yapıları değişik kesitlerde elde edilebilmektedir.

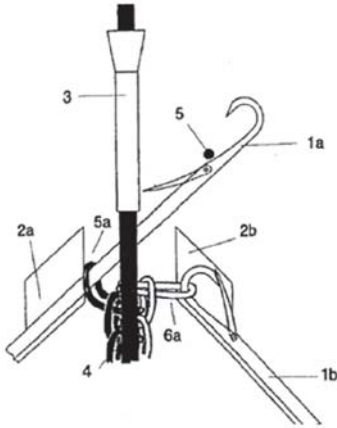
Steiger Aries 3 serisi atkı düz örmeye makineleriyle atkı ve çözümlü yatırmalı atkı örmeye yapıları elde edebilmek için örmeye kafalarını birbirine bağlayan parça kaldırılmıştır (Şekil 5), ancak örmeye kafaları yine beraber aynı yönde ve aynı hızlarda hareket edebilmektedir. Böylece örmeye bölgesine dik şekilde iplik beslemek mümkün olmuştur ki bu şekilde örmeye işlemi esnasında çözümlü iplikleri örmeye bölgesine beslenebilmektedir. Mekiklerin örmeye kafası tarafından sürüklenmesi yerine her bir mekik örmeye bölgesi hizasında bulunan ray sistemi (Şekil 5) üzerinde tek başına hareket ettirilebilmektedir ve bu ray üzerinde istenilen iğne aralığı hizasında durdurulup istenen mesafede ilerletilebilmektedir.



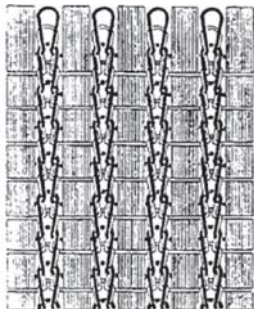
Şekil 5. Steiger Aries 3 serisinden atkı düz örmeye makinesi [62]

Bu şekilde örmeye kafalarından bağımsız hareket edebilen mekiklerin bir kısmı örmeye işlemini gerçekleştirirken, bazıları atkı yatırımı diğerleri ise çözgü yatırımı yapabilmektedir. [62, 63]

Ön ve arka iğne yataklarında birbirinden bağımsız iki kumaş örülürken iğnelerin, yükseldiklerinde örmeye ipliğini iğne yataklarının tam ortasına beslenen çözgü yatırımı (Şekil 6) ipliğini de dahil ederek alıp alçılması sonucu her iki yatakta bağımsız olarak üretilmiş olan iki yapı çözgü yatırımı sayesinde birbirine bağlanmış olur, sonuçta çözgü yatırımı çift yataklı örmeye yapısı (Şekil 7) elde edilir.

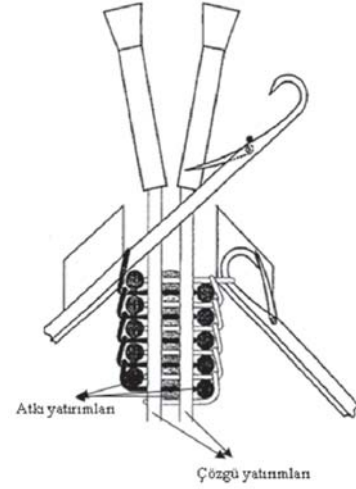


Şekil 6. Çözgü yatırımı çift yataklı örmeye yapısının üretilmesi, 1a:ön yatak iğneleri, 2a: ön iğne yatağı, 1b: arka yatak iğneleri, 2b: arka iğne yatağı, 3: çözgü yatırımı ipliği kılavuzu, 5a: ön yatak iğnelerindeki yarım ilmek, 6a: arka yatak iğnelerindeki yarım ilmek, 5: ön yatak iğnelerine beslenen örmeye ipliği, 4: çözgü yatırımı ipliği. [63]



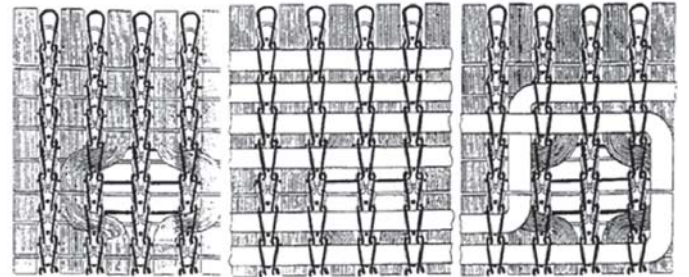
Şekil 7. Çift yataklı örmeye yapısı içerisine yerleştirilmiş çözgü yatırımı [63]

Bu makinede çözgü yatırımı ile birlikte atkı yatırımı yapılabildiği gibi birden fazla çözgü ve atkı yatırımı da yapılabilmektedir (Şekil 8).



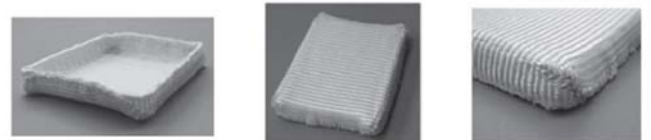
Şekil 8. 3 atkı ve 2 çözgü yatırımı bulunan çift yataklı örmeye yapısının üretilmesi [63]

Ayrıca çözgü yatırımının yapıldığı ilmek aralıkları değiştirilebilmektedir (Şekil 9a). Çözgü yatırımı yanında atkı yatırımı da yapılabilmekte (Şekil 9b) ve atkı yatırımının bulunduğu sıralar (Şekil 9c) da örmeye işlemi esnasında değiştirilebilmektedir.



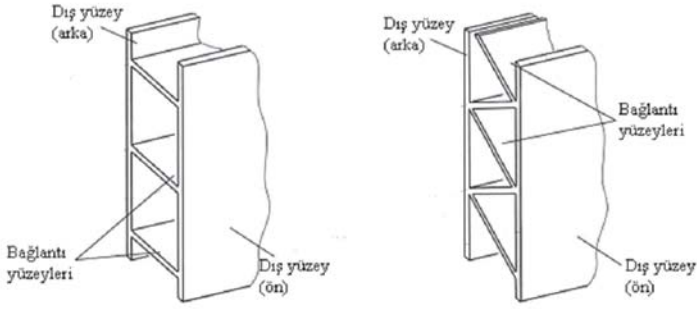
Şekil 9. Atkı ve çözgü yatırımının örmeye yapısında konumlanmaları (a) Çift yataklı örmeye yapısına yapılmış çözgü yatırımının farklı ilmek aralıklarına kaydırılması, (b) Atkı ve çözgü yatırımı çift yataklı örmeye yapısı, (c) Çift yataklı örmeye yapısı içerisine yapılmış çözgü yatırımının farklı ilmek aralıklarına ve atkı yatırımının farklı sıralara kaydırılması [63]

Bu makinede atkı ve çözgü yatırımının yerleri düzenlenerek Şekil 10 da görülen kübik takviye kumaş dikişsiz olarak elde edilebilmiştir. [64]



Şekil 10. Atkı ve çözgü yatırımı örmeye kumaşın üretim aşamasında şekillendirilmesi ile kesme ya da dikme işlemine gerek duyulmaksızın imal edilen kübik tekstil önşekli [64]

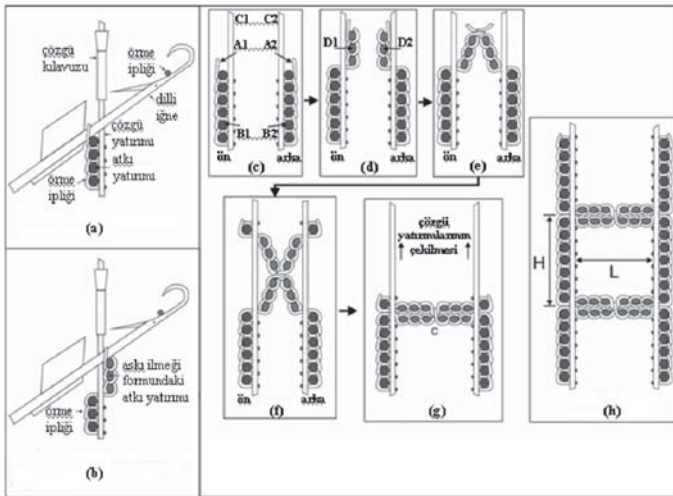
Yine aynı makinede (Steiger Aries 3) U ve V kesitli (Şekil 11) sandviç yapıları atkı ve çözgü yatırımı olarak elde etmek de mümkündür [57].



Şekil 11. U ve V kesit alanlı 3 Boyutlu Sandviç Kumaşlar [59]

Bunun için her iğne yatağında tek numaraları iğnelerde birbirinden bağımsız olarak atkı ve çözgü yatırmalı düz örme kumaş (Şekil 12a ve 12c) üretilir, istenen uzunlukta kumaşlar elde edildikten sonra her yatakta çözgü yatırımının arkasında kalacak şekilde atkı yatırımı beslenerek bağlantı yüzeyini oluşturacak parça örülmeye (Şekil 12b ve 12d) başlanır. Bu kısımda atkı yatırımı dümdüz değil askı ilmekleri şeklinde durmaktadır. Yine istenen uzunluğa ulaşıncaya yataklar arası ilmek transferiyle (Şekil 12e) birbirinden bağımsız olarak örülerek elde edilmiş olan iki yüzey birbirine bağlanmış (Şekil 12f) olur. Transfer sonrası da örmeye devam edilir ve istenilen uzunluğa ulaşıncaya çözgü yatırımının iğne yatağı tarafına atkı yatırımı yapılarak yine her iki yatakta birbirinden bağımsız atkı ve çözgü yatırmalı düz örme yapı üretilmeye başlanır, yani üretim döngüsünün başına gelinmiştir. İlk sıranın elde edilmesinden sonra çözgü yatırımları yukarıya doğru gerdirilerek (Şekil 12g) bağlantı yüzeyi istenen konumuna getirilir ve döngü tekrarlanarak istenilen uzunlukta U kesitli atkı ve çözgü yatırmalı sandviç örme yapı üretilmiş olur (Şekil 12h).

Steiger Aries 3 ile çok çeşitli atkı ve çözgü yatırmalı örme yapıları elde edilebilmektedir ancak bu makinede tek yataklı örme yapılarına atkı yatırımsız sadece çözgü yatırımı yapılamamaktadır.



Şekil 12. U kesitli atkı ve çözgü yatırmalı 3 boyutlu sandviç yapının üretim aşamaları, ön: ön iğne yatağında üretilen ön yüzey, arka: arka iğne yatağında üretilen arka yüzey, c: bağlantı yüzeyi, A1 ve

A2: örme iplikleri, B1 ve B2: atkı yatırımları, C1 ve C2: çözgü yatırımları, D1 ve D2: askı ilmekli şekilli atkı yatırımları, H: bağlantı yüzeyleri arasındaki mesafe, L: ön ve arka yüzeyler arasındaki mesafe [57]

4. SONUÇ

Kompozit malzemelerde takviye yapısı olarak kullanılmakta olan tekstil önşekilleri arasında atkılı örme kumaş takviyeleri şekil verilebilirlik ve maliyet avantajları yanında atkı ve çözgü yatırımları sayesinde performanslarıyla da anılır olmaya başlamıştır. Örme takviye kumaşlara atkı yatırımı yapabilmek için mevcut atkılı düz örme makineleri kullanılabilirken çözgü yatırımı yapılabilmesi için atkılı düz örme makineleri üzerinde değişiklikler yapılmış ve çözgü yatırımları yerleştirilebilen atkılı düz örme makineleri geliştirilmiştir. Her ne kadar geliştirilen bu makinelerle çok çeşitli yatırmalı örme yapıları üretiliyor olsa da her türlü yapının tek bir makinede üretilmesi mümkün olmadığı için bu konuda çalışmalar devam etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Chou, T.W., Ko, F.K., (1989), *Textile structural composites*, Elsevier Science Publishers, Hollanda.
2. Lee, S., (1993), *Handbook of Composite Reinforcements*, VCH Publishers, Amerika.
3. Adanur, S., (1995), *Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles*. Technomic Publishing Company Inc, Amerika.
4. Richardson, M.O.W., Wisheart, M.J., (1996), *Review of low-velocity impact properties of composite materials*, Composites Part A, 27, 1123.
5. Gommers, B., Verpoest, I., Van Houtte P., (1998), *Analysis of knitted fabric reinforced composites: Part I. Fibre Orientation and distribution*, Composites Part A, 29, 1579.
6. Harrocks, A.R., Anand, S.C., (2000), *Handbook of technical textiles.*, Woodhead Publishing Limited: Textile Institute, İngiltere.
7. Ramakrishna, S., Hull, D., (1993), *Energy absorption capability of epoxy composite tubes with knitted carbon fibre fabric reinforcement*, Composites Science and Technology, 49, 349.
8. Kelay, M.S., Bader, D.L., Reed, P.E., (1997), *Mechanical deformation mechanisms in knitted fabric composites*, Journal of Thermoplastic Composite Materials, 10, 76.
9. Leong, K.H., Ramakrishna, S., Huang, Z.M., Bibo, G.A., (2000), *The potential of knitting for engineering composites—a review*, Composites Part A, 31, 197.
10. Raz, S., (1987), *Warp Knitting Production*, Verlag Mellieand Textilberichte GmbH, Almanya.
11. Raz, S. (1991), *Flat Knitting*, Meisenbach GmbH, Almanya.
12. Gibson, R.F., (1994), *Principles of Composite Materials Mechanics*, McGraw–Hill, Amerika..

13. Iyer, C., Mammel, B., Schaech, W., (1995), *Circular Knitting*, Meisenbach GmbH, Almanya.
14. Brotukhia, A.G., Bogolyubov, V.S., (1995), *Composite Manufacturing Technology*, Chapman and Hall, İngiltere..
15. Miravete, A., (1999), *3D Textile Reinforcements in Composite Materials*, Woodhead Publishing, İngiltere.
16. Jones, R.M., (1999), *Mechanics of Composite Materials*, Taylor and Francis, Amerika.
17. Demboski, G., Bogoeva-Gaceva, G., (2001), *Properties of Weft Knitted Composites Affected by Preform Stretching*, Applied Composite Materials, 8, 6, 371.
18. Padaki, M.V., Alagirumsamy, R., (2006), *Knitted Preforms for Composite Applications*, Journal of Industrial Textiles, 35, 4, 295.
19. Ramakrishna, S., Hull, D., (1994), *Tensile behaviour of knitted carbon-fibre-fabric/epoxy laminates—Part I: Experimental*, Composites Science and Technology, 50, 237.
20. Ramakrishna, S., Hull, D., (1994), *Tensile behaviour of knitted carbon-fibre-fabric/epoxy laminates—Part II: prediction of tensile properties*, Composites Science and Technology, 50, 249.
21. Ramakrishna, S., Hamada, H., Rydin, R.W., Chou, T.W., (1995), *Impact damage resistance of knitted glass fibre fabric reinforced polypropylene composites*, Science and Engineering of Composite Materials, 4, 2, 61.
22. Wang, Y., Gowayed, Y., Kong, X., Li, J., Zhao, D., (1995), *Properties and Analysis of Composites Reinforced with E Glass Weft-Knitted Fabrics*, Journal of Composites Technology & Research, 17, 4, 283.
23. Ramakrishna, S., (1997), *Characterization and Modeling of the tensile properties of plain weft-knit fabric-reinforced composites*, Composites Science and Technology, 57, 1.
24. Leong, K.H., Falzon, P.J., Bannister, M.K., Herszberg, I., (1998), *An investigation of the mechanical performance of Milano rib weft knitted glass/epoxy composites*, Composites Science and Technology, 58, 239.
25. Huang, Z.M., Ramakrishna, S., Diner, H.P., Tay, A.A.O., (1999), *Characterization of a Knitted Fabric Reinforced Elastomer Composite*, Journal of Reinforced Plastics and Composites, 18, 2, 118.
26. Leong, K. H., Nguyen, M., Herszberg, I., (1999), *The effects of deforming knitted glass fabrics on the basic composite mechanical properties*, Journal of Materials Science, 34, 2377.
27. Mouritz, A.P., Bannister, M.K., Falzon P.J., Leong, K.H., (1999), *Review of applications for advanced three-dimensional fibre textile composites*, Composites: Part A, 30, 1445.
28. Lim, C.T., Ramakrishna, S., Ong, L.B., Huang, Z.M., (2001), *Investigating the effects of anisotropy of knitted fabric reinforced polymer (KFRP) composite*, Journal of Reinforced Plastics and Composites, 20, 8, 685.
29. Khondker, O.A., Leong, K.H., Herszberg, I., (2001), *Effects of biaxial deformation of the knitted glass preform on the in-plane mechanical properties of the composite*, Composites Part A, 32, 1513.
30. Khondker, O.A., Herzberg, I., Leong, K.H., (2001), *An investigation of the structure–property relationship of knitted composites*, Journal of Composite Materials, 35, 6, 489.
31. Bini, T.B., Ramakrishna, S., Huang, M.Z., Lim, T.C., (2001), *Structure-tensile Property Relationship of Knitted Fabric Composites*, Polymer Composites, 22, 1, 11.
32. Huang, Z. M., Teng, X.C., Ramakrishna, S., (2001), *Progressive Failure Analysis of Laminated Knitted Fabric Composites under 3-Point Bending*, Journal of Thermoplastic Composite Materials, 14, 499.
33. Luo, Y., Verpoest, I., (2002), *Biaxial tension and ultimate deformation of knitted fabric reinforcements*, Composites Part A, 33, 197.
34. Falconnet, D., Bourban, P.E., Pandita, S., Manson, J.A.E., Verpoest, I., (2002), *Fracture toughness of weft-knitted fabric composites*, Composites Part B, 33, 579.
35. Lam, S.W., Xue, P., Tao, X.M., Yu, T.X., (2003), *Multi-Scale study of tensile properties and large deformation mechanisms of polyethylenete-rephthalate/polypropylene knitted composites*, Composites Science and Technology, 63, 1337.
36. Huang, Z.M., (2004), *Progressive flexural failure analysis of laminated composites with knitted fabric reinforcement*, Mechanics of Materials, 36, 239.
37. Pandita, S.D., Verpoest, I., (2004), *Tension–tension fatigue behaviour of knitted fabric composites*, Composite Structures, 64, 199.
38. Dev Giri, V.R., Swarna, A., Madhusootheran, M., (2005), *Mechanical properties of knitted composites using glass ply yarns*, Journal of Reinforced Plastics and Composites, 24, 13, 1425.
39. Khondker, O.A., Leong, K.H., Herszberg, I., Hamada, H., (2005), *Impact and compression after-impact performance of weft-knitted glass textile composites*, Composites Part A, 36, 5, 638.
40. Duhovic, M., Bhattacharyya, D., (2006), *Simulating the deformation mechanisms of knitted fabric composites*, Composites Part A, 37, 11, 1897.
41. Zhangyu, F.Z., Yanmo, C., Hairu, L., (2006), *Tensile properties of glass fiber knitted fabric reinforced polypropylene composite made from GF/PP commingled yarn affected by prestretching*, Journal of Reinforced Plastics and Composites, 25, 5, 553.
42. Zhangyu, F.Z., Yanmo, C., Hairu, L., (2006), *Investigation on the tensile properties of knitted fabric reinforced composites made from GF-PP commingled yarn preforms with different loop densities*, Journal of Thermoplastic Composite Materials, 19, 1, 113.
43. Tercan, M., Asi, O., Yüksekaya, M.E., Aktas, A., (2007), *Comparison of tensile properties of weft-knit 1 x 1 rib glass/epoxy composites with different location layers*, Material Design, 28, 2172.

44. Tercan, M., Asi, O., Aktas, A., (2007), *An experimental investigation of the bearing strength of weft knitted 1x1 rib glass fibre composites*, Composite Structures, 78, 3, 392.
45. Rios, C.R., Ogin, S.L., Lekakou, C., Leong, K.H., (2007), *A study of damage development in a weft knitted fabric reinforced composite. Part 2: Stress-strain and early cyclic behaviour of composite laminates with realistic fabric layups*, Composites Part A, 38, 1794.
46. Asi, O., Aktaş, A., Tercan, M., Yüksekaya, M.E., (2010, originally published online 2008), *Effect of knitting tightness on mechanical properties of weft knitted glass fibre reinforced epoxy composites*, Journal of Reinforced Plastics and Composites, 29, 1, 86.
47. Tercan, M., Aktas, M., (2009), *Buckling behavior of 1x1 rib knitting laminated plates with cutouts*, Composite Structures, 89, 2, 245.
48. Alpyildiz, T., Icten, B.M., Karakuzu, R., Kurbak, A., (2009), *The effect of tuck stitches on the mechanical performance of knitted fabric reinforced composites*, Composite Structures, 89, 3, 391.
49. Stolyarov, O.N., (2009), *Mechanical properties of Polymer Composites Reinforced with knit fabrics made of High-strength aramid fibres*, Fibre Chemistry, 41, 1, 53.
50. Naveen, V. P., Vani, A., Prakasha, V., Divakar, C.J., Ananthkrishnan, T., Rao, R. M. V. G. K., (2000), *Studies on Mechanical Behaviour of Knitted Glass-Epoxy Composites*, Journal of Reinforced Plastics and Composites, 19, 396.
51. Sugun, B. S., Rao, R.M.V.G.K., (2000), *Drop Weight Impact Studies on Rib-Knit RTM Laminates*, Journal of Reinforced Plastics and Composites, 19, 492.
52. Van Vuure A.W., Ko, F. K., Bevers, C., (2003), *Net-Shape Knitting for Complex Composite Preforms*, Textile Res. Journal, 73, 1, 1.
53. Khondker, O.A., Fukui, T., Nakai, A., Hamada, H., (2004), *Initial fracture of the welt weft-knitted textile composites*, Composites Part A, 35, 1185.
54. Liu, W., Sun, B., Hu, H., Gu, G., (2007), *Compressive Behavior of Biaxial Spacer Weft Knitted Fabric Reinforced Composite at Various Strain Rates*, Polymer Composites, DOI 10.1002/pc.20248, 224-232
55. Araujo, M., Fanguero, R., Soutinho, F., (2009), *Improving the stiffness of unidirectionally oriented weft-knitted structures for polymer matrix composite reinforcement*, Journal of the Textile Institute, 100, 8, 715.
56. Abounaim, Md., Hoffmann, G., Diestel, O., Cherif, C., (2009), *Development of Flat Knitted Spacer Fabrics for Composites using Hybrid Yarns and Investigation of Two-dimensional Mechanical Properties*, Textile Research Journal, 79, 596.
57. Abounaim, Md., Hoffmann, G., Diestel, O., Cherif, C., (2010), *Thermoplastic composite from innovative flat knitted 3D multi-layer spacer fabric using hybrid yarn and the study of 2D mechanical properties*, Composites Science and Technology, 70, 363.
58. Hu, H., Sun, B., Sun, H., Gu, B., (2010 originally published online 2009), *A Comparative Study of the Impact Response of 3D Textile Composites and Aluminum Plates*, Journal of Composite Materials, 44, 593.
59. Cherif, C., Rödel, H., Diestel, O., Hoffmann, G., Herzberg, C., Torun, A. R., (2004) *Development of innovative spacer preforms for function Integrated composite production*, Autex 2007, 26-28 Haziran 2004, Tampere Finlandiya.
60. Fanguero, R., Nunes, P., Soutinho, F., Araújo, M., (2009), *Development of fibrous preforms for FRP pipe connections*, Composites Science and Technology, 69, 1412.
61. Anand, S.C., Sarsby, R.W., Pritchard, M., (2002), Patent NO: GB2339803A
62. Steiger ITEMA Knitting, Atkılı Düz Örme Makineleri Katalogu.
63. Offermann, P., Hoffmann, G., Engelmann, U., (2001), Patent NO: US6244071B1
64. Cebulla, H., Diestel, O., Offermann, P., (2002), *Fully fashioned biaxially knitted fabrics*, Autex Research Journal, 2, 1, 9.