

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL KOMPOZİTLERİ ÜZERİNE BAZI
ÇALIŞMALAR

Tuba ALPYILDIZ

Ekim, 2010
İZMİR

TEKSTİL KOMPOZİTLERİ ÜZERİNE BAZI ÇALIŞMALAR

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Tezi

Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Tuba ALPYILDIZ

Ekim, 2010

İZMİR

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

TUBA ALPYILDIZ tarafından PROF. DR. ARİF KURBAK yönetiminde hazırlanan “TEKSTİL KOMPOZİTLERİ ÜZERİNE BAZI ÇALIŞMALAR” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Arif KURBAK

Danışman



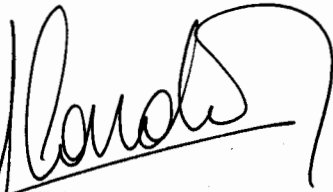
Prof. Dr. Fatma ÇEKEN

Tez İzleme Komitesi Üyesi



Prof. Dr. Ramazan KARAKUZU

Tez İzleme Komitesi Üyesi



Prof. Dr. Cevza CANDAN

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Ayşe OKUR

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmam sũresince ilgisini ve desteğini esirgemeyerek bilgisi ve fikirleri ile beni sũrekli y¶nlendiren danışmanım Prof. Dr. Arif Kurbak'a sonsuz teőekkũrlerimi sunarım.

Tez izleme toplantılarında katkıları ile çalışmamı destekleyen tez izleme komitesi ũyeleri Prof. Dr. Fatma çeken' e ve Prof. Dr. Ramazan Karakuzu'ya da teőekkũr ederim.

İmalat aşamaları esnasında yardımlarından ve sabrından dolayı Levent Fayan'a ve kardeşim Cem Alpyıldız'a, ayrıca Dokuz Eylũl ũniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri ũdeneęinden desteklenen 2007.KBFEN.029 nolu proje kapsamında tez çalışmalarıma maddi katkıda bulunan ũniversitemize de teőekkũr ederim.

Son olarak, hayatımın her aşamasında olduğu ũzere tez çalışmalarım esnasında da maddi ve manevi destekleri ile yanımda olan anneme, babama ve kardeşime en içten teőekkũrlerimi sunarım.

Tuba ALPYILDIZ

Eylũl 2010

TEKSTİL KOMPOZİTLERİ ÜZERİNE BAZI ÇALIŞMALAR

ÖZ

Bu tez kapsamında kompozit içerisinde takviye malzemesi olarak kullanılmak üzere tüp şeklinde örölmüş ve çözüü yatırımlarına sahip tekstil önşekilinin atkılı düz örme makinesinde üretimi üzerinde çalışılmıştır.

Atkılı örme makinelerinde tüp şeklinde örölmüş kumaşa çözüü yatırımları yerleştirilebilmesi için örme makinesinde yapılması gereken değişiklikler ve eklemeler belirtilmiştir, tasarımları yapılmıştır. Tasarımlar doğrutusunda el örme makinesi üzerinde değişiklikler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca çözüü yatırma sistemi tasarlanmıştır, imal edilmiştir ve örme makinesinin üzerine monte edilmiştir. Çözüü yatırım düzeneğine sahip geliştirilmiş olan bu el örme makinesinde tüp formunda ve çözüü yatırımlarına sahip numune de üretilmiştir.

Anahtar sözcükler: tekstil önşekil, kompozit, örme, atkı yatırımı, çözüü yatırımı, atkılı düz örme makinesi.

STUDIES ON TEXTILE COMPOSITES

ABSTRACT

Within this thesis, the manufacture of warp inlaid tubular knitted preforms, which are to be used as the reinforcement materials in the composites, on weft knitting machine has been studied.

The changes and modifications, which are needed to be done on the weft knitting machines so that warp inlaid tubular knitted preforms can be manufactured, have been indicated and designed. The changes have been done on the hand knitting machine based on the given designs. Warp inlaying system has also been designed, manufactured and has been assembled on the hand knitting machine. The tubular specimen with warp inlays have also been manufactured on this warp inlay system equipped hand knitting machine.

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|-------------------------------------|-----|
| DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU..... | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| ÖZ..... | iv |
| ABSTRACT..... | v |

BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....1

| | |
|---|----|
| 1.1 Kompozit Malzeme Nedir?..... | 1 |
| 1.2 Tekstil Kompozitleri..... | 1 |
| 1.2.1 Tekstil Kompozitlerinin Bileşenleri..... | 3 |
| 1.2.1.1 Matris Malzemesi..... | 3 |
| 1.2.1.2 Tekstil Önşekilleri..... | 6 |
| 1.2.1.2.1 Lifler ve İplikler..... | 9 |
| 1.2.1.2.2 Kumaşlar..... | 13 |
| 1.2.1.3 Kompozit Üretimi..... | 17 |
| 1.2.2 Örme Kumaş Takviyeli Kompozitler..... | 20 |
| 1.2.2.1 Örme Yapılarının Sınıflandırılması..... | 22 |
| 1.2.2.1.1 Tek Eksenli (UD) Örme Yapılar..... | 23 |
| 1.2.2.1.2 İki Eksenli Örme Yapılar (2D Örgüler)..... | 23 |
| 1.2.2.1.3 Çok Eksenli Tabakalı Örme Yapılar (3D Örgüler)..... | 24 |
| 1.2.2.2 Örme Kumaş Takviyeli Kompozitlerin Kullanım Alanları..... | 26 |
| 1.3 Atkılı Örme Kumaş Takviyeli Kompozitler Üzerine Yapılan Çalışmalar..... | 27 |
| 1.3.1 Kumaş Geometrisi..... | 27 |
| 1.3.2 Önceki Çalışmalar..... | 29 |
| 1.3.2.1 İplik Yatırımsız Atkılı Örme Kumaş Takviyeli Kompozitlerin Performansı Üzerine Yapılan Çalışmalar..... | 29 |
| 1.3.2.2 İplik Yatırımlı Atkılı Örme Kumaş Takviyeli Kompozitlerin Performansı Üzerine Yapılan Çalışmalar..... | 41 |

| | |
|---|------------|
| 1.3.2.3 Atkılı Düz Örme Makineleri Üzerinde Yapılan Çalışmalar..... | 46 |
| 1.4 Çalışmanın Amacı..... | 57 |
| BÖLÜM İKİ - ATKILI DÜZ ÖRME MAKİNESİ ÜZERİNDE YAPILAN DEĞİŞİKLİKLER ve EKLEMELER..... | 60 |
| 2.1 Atkılı Düz El Örme Makinesi ve Çalışma Prensibi..... | 61 |
| 2.2 Atkılı Düz El Örme Makinesi Üzerinde Yapılan Değişiklikler..... | 67 |
| 2.2.1 Kam Sisteminde Yapılan Değişiklik..... | 67 |
| 2.2.2 Örme Kafası Bağlantı Parçasında Yapılan Değişiklik..... | 71 |
| 2.2.3 İplik Besleme Sisteminde Yapılan Değişiklik..... | 73 |
| 2.3 Çözümlü Yatırımının Yapılabilmesi İçin Geliştirilen Düzenek..... | 75 |
| 2.3.1 Çözümlü Tablası ve Hareket Mekanizması..... | 78 |
| 2.3.2 Çözümlü Tarağı ve Hareket Mekanizması..... | 92 |
| 2.3.3 Çözümlü İplikleri Gerginlik Düzenegi..... | 106 |
| 2.3.4 Çözümlü Yatırım Düzeneginin El Örme Makinesine Montajı ve Örme Esnasındaki Hareketleri..... | 109 |
| 2.3.5 Çözümlü Yatırım Düzeneginin Sabitlenmesi İçin İlave Parçalar..... | 113 |
| 2.3.6 Çözümlü Yatırım Düzenegine Sahip El Örme Makinesi ve Çözümlü Yatırlı Tüp Örme Kumaş Numunesi..... | 116 |
| BÖLÜM ÜÇ – SONUÇ..... | 121 |
| KAYNAKLAR..... | 123 |

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Kompozit Malzeme

“Kompozit malzeme” ile iki veya daha fazla malzemeyi makro boyutta birleştirilerek elde edilen kullanışlı üçüncü bir malzeme ifade edilmektedir. Bir malzemenin makro incelenmesinde malzemenin bileşenlerini çıplak gözle birbirinden ayırt edebiliriz (Jones, 1999).

Kompozit malzemelerin bileşenleri takviye malzemesi ve matris malzemesidir. Bir kompozit malzemenin avantajı, eğer iyi tasarlanmış ise, bileşenlerinin sahip olduğu özelliklerden en iyilerini sergilemesi ve hiçbir bileşeninde gözlenmeyen bazı özelliklere sahip olmasıdır. Kompozit malzeme elde edilerek geliştirilebilecek bazı özellikler aşağıda sıralanmıştır (Jones, 1999; Chou ve Ko, 1989; Lee, 1993):

- Mukavemet
- Rijitlik
- Korozyon dayanımı
- Kullanım aşınması
- Ağırlık
- Yorulma dayanımı
- Sıcaklığa bağlı davranışlar
- Termal yalıtım/iletkenlik
- Akustik yalıtım

Yukarıda sıralanan özelliklerin hepsi aynı zamanda geliştirilemez, kaldı ki hepsinin birden geliştirilmesine gerek de yoktur. Ayrıca amaç hedeflenen son kullanım alanı için gerekli karakteristiklere sahip bir malzeme elde edebilmektir.

1.2 Tekstil Kompozitleri

Tekstil kompozitleri matris malzemesi ile tekstil takviye malzemesi olarak elyafın, ipliğin ya da kumaşın makro boyutta birleşimi ile elde edilen kompozit yapılar olarak tanımlanabilir. Bu yapılarda tekstil bileşeni (tekstil önşekili de

denilmektedir) mukavemeti ve boyutsal stabiliteyi sağlamaktadır (Mazumdar, 2002; Long, 2005; Adanur, 1995).

1960'lerden beri tekstil kompozitleri yapısal uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu malzemelerin düşük yoğunluklarda yüksek dayanımı ve sertliği, yüksek enerji depolama davranışları ve mükemmel yorulma performansları vardır. Ancak tek yönlü liflerin ve matrisin birleşimi ile oluşan tabakaların bir araya gelmesi ile elde edilen ilk nesil tekstil kompozitlerinde liflerin yerleşim doğrultusuna dik yönlerdeki sertlikleri ve dayanımları düşüktür. Bu sorun kompozit malzemelerin geliştirilmesinde anahtar nokta kabul edilmiştir. Çalışmalar sonucunda çözüm olarak:

1. Tabakaların kullanımı ile çok yönlü kompozit malzemelerin üretimi
2. 2 boyutlu tekstil yapılarının kullanılması önerilmiştir.

Farklı yönlerde lif yerleşimi olan tabakaların ve iki boyutlu kumaşların kullanımı ile tabaka düzlemi içerisindeki lif doğrultusu optimize edilebilmektedir. Ancak düzleme dik doğrultuda sertlikler ve dayanımlar düşük olmaktadır. Bu durumlarda üç boyutlu kumaş takviyeleri kullanılarak sorun giderilebilmektedir. Ayrıca üç boyutlu tekstil yapılarının kullanımı ile kompozit üretim maliyetleri de düşürülebilmektedir (Mazumdar, 2002; Miravete, 1999; Adanur, 1995).

Tekstil kompozitleri mil, yan raylar, kapılar, yağ deposu, yaprak yaylar, tekerlekler, kamyon kasaları, motor kapağı, menteşeler, tamponlar, koltuk destekleri gibi otomotiv endüstrisinde, ana gövde imalatı yanında gövde içi ürünlerden bagaj bölümü, yan duvarlar, taban, tavan, lavabolar, kargo bölümleri gibi uçak sanayinde, misil, roket ve uydular gibi uzay endüstrisi ürünlerinde, tekne gövdeleri, sonar kubbeleri, anten, şamandıra, gemi direği ve sereni, denizaltı gibi denizcilik endüstrisinde ve golf sopaları, sörf tahtaları, cirit, atlama sırtığı, hokey sopaları, kayak sopaları, tenis raketleri, bisiklet gövdesi ve kaskları, kano, katamaran gibi spor malzemeleri üretiminde kullanılmaktadır (Adanur, 1995; Harrocks ve Anand, 2004).

1.2.1 Tekstil Kompozitlerinin Bileşenleri

Tekstil kompozitlerinin bileşenleri matris malzemesi ve tekstil önşekilidir.

1.2.1.1 Matris Malzemesi

Reçine olarak adlandırılan matrisin tekstil kompozitlerinde temel görevi tekstil önşekiline kompozit içerisinde belirli bir oryantasyonda olmak üzere rijitlik ve şekil sağlamaktır. Reçinenin görevi kullanılan takviye malzemesini sarıp, takviye malzemesindeki lifleri bir arada tutmak, bu malzemeyi kimyasal ve çevresel etkilerden korumaktır. Ayrıca yapılan reçine seçimi soğuk şekil verebilme, darbe dayanımı, hasar mekanizmaları gibi performans özelliklerini de etkileyebilmektedir. Reçinenin tekstil önşekilini oluşturan tüm lifleri ıslatması, arayüzlere ulaşması gerekmektedir. Bunun için tekstil önşekilinin yapısı (sık veya seyrek) ve reçine uygulama metodu yanı sıra reçinenin yoğunluğu da önemlidir. Reçine emdirilmiş tekstil önşekillerine kompozit imalatı sırasında basınç uygulanır ki reçinede hava kabarcıkları oluşmasın. Reçine emdirme işleminden sonra emdirilmiş tekstil önşekiline kullanılmış olan reçinenin tipine göre oda sıcaklığında ya da belirli sıcaklıklarda ısıl işlem uygulanır.

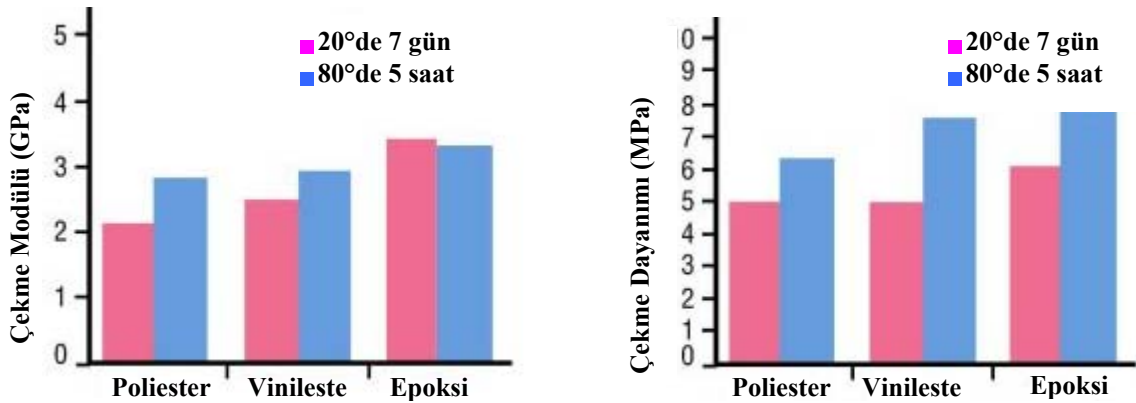
Kompozit malzemeleri elde etmek için farklı reçine sistemleri kullanılmaktadır (Mazumdar, 2002; Schwartz, 1997; Long, 2005; <http://www.netcomposites.com/education.asp?sequence=14>, 2010). Genel olarak reçineler iki ana kategoriye ayrılmaktadır: termoset ve termoplastik reçineler. Termoset malzemeler bir kere katılaştırdıktan sonra eritilemezken termoplastik malzemeler tekrar eritilip yeniden şekillendirilerek kullanılabilir. Termoplastik reçineler genellikle yapısal olmayan uygulamalarda takviye malzemesiz de kullanılmaktadır.

Termoset kompozitler ile karşılaştırıldığında termoplastik kompozitlerin üretimi daha yüksek sıcaklıklarda ve basınçlarda gerçekleştirilmektedir. Termoset reçineler ile kompozit üretimi daha kolaydır. Termoplastik reçinelerin takviye malzemesi ile uyumu termoset reçinelere göre daha düşüktür, reçinenin lifler arasına homojen

dağılımı sorun olmaktadır. Termoset reçineler için oda sıcaklığında gerçekleştirilen pek çok kompozit üretim metodunda bile takviye malzemesi ile uyumu iyi olmaktadır. Termoset reçineler daha iyi boyutsal stabilite ve rijitlik sağlamaktadır.

Tekstil kompozitlerinin üretiminde kullanımı tercih edilen termoset reçineler arasında epoksi, polyester, vinilester bulunmaktadır. Bu reçinelerin mekanik özellikleri olarak çekme mukavemeti ve çekme modülü değerleri Şekil 1.1 görülebilir. Ticari olarak kullanılmakta olan poliester, vinilester ve epoksi reçineleri 20°C ve 80°C de işlem görmektedir.

Oda sıcaklığında 7 günlük işlem süresi sonunda epoksi reçinenin daha yüksek değerlerde mukavemet ve sertlik değerlerine sahip olduğu görülmektedir. İşlemin oda sıcaklığında değil de 80°C de gerçekleştirilmesi ile özellikler daha da iyileşmektedir.



Şekil 1.1 Termoset reçinelerden poliester, vinilester ve epoksi reçinelerinin çekme dayanımı ve çekme modülü (<http://www.netcomposites.com/education.asp?sequence=14>, 2010)

Reçineleme işlemi esnasında işlem süresince reçinede boyut değişimi olabilmektedir. Bunun sebebi işlem esnasında moleküllerin yeniden düzenlenmesi ve moleküllerin sıvı-yarı jel fazlarına geçişidir. Poliester ve vinilester reçinelerinde %8'lere varan boyut değişimi olurken, epoksi reçinelerde bu oran %2 civarlarındadır. Ayrıca boyut değiştirme olayı reçine içinde oluşan gerilmeler ile de bağlantılı olduğu için düşük boyut değiştirme oranı epoksi reçinelerin mekanik özelliklerinin poliester

reçinelere göre daha iyi olduğunun bir göstergesidir (Lee, 1993; Adanur, 1995; Harrocks ve Anand, 2004, Mazumdar, 2002).

Yorulma dayanımları açısından da epoksi bazlı reçineler daha iyi yorulma dayanımına sahiptir. Yorulma hasarı, düşük değerlerdeki hasarların aşamalı yığılması sonucu oluşur. Bu sebep ile kompozit malzemenin hasar dayanımı reçinenin sertliğine, mikro-çatlaklara dayanımına, reçineleme işlemi sırasında oluşacak defolara ve boşluklara bağlıdır. Reçinenin kimyasal yapısına bağlı olan reçine/lif yapışması ve önceden uygulanmış yüzey işlemlerine bağlı olan lifin reçineye uyumluluğu, yorulma dayanımında önem kazanmaktadır (Lee, 1993; Adanur, 1995; Harrocks ve Anand, 2004; Mazumdar, 2002).

Vinilesterin yapışma özellikleri poliester reçinelere göre daha iyidir ancak epoksi ikisinden de daha iyi performans sergilemektedir. Bunun sebebi epoksi yapısında bulunan hidroksil ve eter gruplarıdır (Lee, 1993; Adanur, 1995; Harrocks ve Anand, 2004; Mazumdar, 2002).

Tekstil kompozitlerinde reçine olarak daha çok epoksi ve poliester kullanılmaktadır. Kullanım yerinde yüksek sıcaklıklara maruz kalacak kompozitlerde epoksi, sıcaklığa maruz kalmayacak kompozitlerde ise poliester tercih edilir. Poliester reçinenin avantajları düşük maliyet, iyi akış için ve elyaf yüzeyini ıslatabilmek için düşük yoğunluk ve düşük ısı işlem sıcaklıkları sayılabilir. Dezavantajları ise düşük mukavemet, düşük darbe dayanımı ve ısı işlem esnasında yüksek boyut değişimi olarak belirtilebilir (Lee, 1993; Adanur, 1995; Harrocks ve Anand, 2004; Mazumdar, 2002).

Epoksi reçineler ise geniş çalışma koşulları aralığında iyi fiziksel özellikler, iyi mekanik özellikler ve iyi işleme şartları sunabilmektedir. İmalat koşullarına bağlı olarak epoksi reçineler tokluk, kimyasal ve çözücü dayanımı, esneklik, yüksek mukavemet ve sertlik, yüksek yorulma ve sünme dayanımı, yüksek lif adhezyonu, ısı dayanım ve mükemmel elektriksel özelliklere sahip olabilirler. Ticari epoksi reçineler olarak Tactic (Dow Kimyasal), Araldite (Ciba Greigy) ve Epon HPT (Shell

Kimyasal) belirtilebilir. Epoksi reçinelerle birlikte ısı işlem ajanı kullanılması gerekmektedir. Epoksi reçine yüksek mukavemet sağlaması yanında maalesef yüksek maliyetli ve zehirlidir (Lee, 1993; Adanur, 1995; Harrocks ve Anand, 2004; Mazumdar, 2002).

Termoplastik reçineler ticari ve mühendislik reçineler olarak ikiye ayrılmaktadır. Polietilen, polipropilen, polivinilklorür ve polistiren gibi ticari reçineler yüksek sıcaklıklara dayanımı düşük termoplastik reçinelerdir. Yüksek sıcaklık dayanımlı termoplastik reçineler ise görece yeni malzemeler olup sıcaklık dayanımları epoksiden daha iyi bile olabilmektedir. Bu reçinelere örnek olarak PEEK (polietereterketon), PPS (polifenilen sulfur), ve PEI (polieterimid) gösterilebilir (Lee, 1993; Adanur, 1995; Harrocks ve Anand, 2004; Mazumdar, 2002).

“Commingling” lifler ve PEEK gibi termoplastik matris malzemeleri tekstil öñşekilinde kullanılmadan önce elyaf formunda birleştirilebilir. Termoplastik lifler ısı altında eriyip basınç ile yoğunlaşıp matris haline gelirler. Reçine uygulamasının sorunlu olduğu sık örgülü 3 boyutlu kumaşların kompozit imalatında bu yöntem tercih edilebilir (Adanur, 1995).

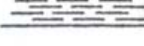

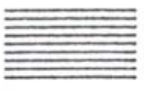
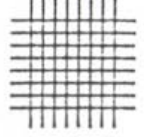




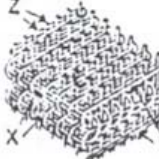


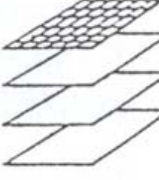
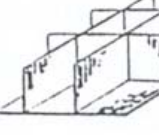
1.2.1.2 Tekstil Öñşekilleri

Tekstil öñşekilleri değişik yapılarda ve şekillerde olabilir. Tekstil öñşekilerinin sınıflandırması öñşekil yapısının özelliklerine bağlı olarak değişik şekillerde yapılabilir. Sınıflandırma için göz önüne alınabilecek değişkenler olarak boyut, takviyenin doğrultusu, elyaf sürekliliği, takviyenin doğrusallığı, her doğrultudaki elyaf kümesinin büyüklüğü, elyaf bükümü, yapının bütünlüğü (tabaka veya diğer), paketleme oranı (gözeneklilik) ve üretim metodu (dokuma, örme, saç örgüsü, dokusuz yüzey) belirtilmektedir (Adanur, 1995). Tablo 1.1 ve Tablo 1.2’de iki farklı sınıflandırma verilmektedir.

Tablo 1.1 Elyaf yapısına göre tekstil kompozitlerinin sınıflandırması (Chou ve Ko, 1989)

| Seviye | Takviye Yapısı | Tekstil Yapısı | Elyaf Boyu | Elyaf Oryantasyonu | Elyaf Bütünlüğü |
|--------|----------------|---------------------|------------|--------------------|-----------------|
| I | Süreksiz | Kesikli elyaf | Kesikli | Kontrol dışı | Yok |
| II | Doğrusal | Filament iplik | Sürekli | Doğrusal | Yok |
| III | Düzlemsel | Basit kumaş | Sürekli | Düzlemsel | Düzlemsel |
| IV | Karmaşık | Geliştirilmiş kumaş | Sürekli | 3 boyutlu | 3 boyutlu |

Tablo 1.2 Tekstil kompozitlerinin eksene ve boyuta dayalı sınıflandırması (Adanur, 1995)

| Eksen Boyut | | 0 Eksenel olmayan | 1 Tek eksenli | 2 İki eksenli | 3 Üç eksenli | 4- Çok eksenli |
|-------------|------------------|--|---|--|--|---|
| 1'D | | |  Fitel - iplik | | | |
| | |  Dokusuz yüzey |  Prepeg tabaka |  Düz örgü (dokuma) |  3 eksenli örgü (dokuma) |  Çok eksenli örgü (örme, dokuma) |
| 3 D | Doğrusal eleman |  3D saç örgüsü |  Çift katlı örgü |  3 eksenli 3D örgü |  Çok eksenli 3D örgü 4)-n, 12)-14) | |
| | Düzlemsel eleman |  Tabaka tipi |  H ya da I profil |  Bal peteği tipi | | |

Tablo 1.1'de de belirtildiği üzere tekstil önşekilleri temel yapısal oluşum, elyaf yerleşimi ve sürekliliği göz önüne alındığında 4 ana kategoriye ayrılabilir.

İlk sınıf olan "süreksiz" elyaf sistemi ile dokusuz yüzey gibi malzeme sürekliliğinin söz konusu olmadığı, elyaf yerleşim kontrolünün zor olduğu takviye

yapılar kastedilmektedir. İkinci kategoriye ise sürekli filament ya da tek eksenli (unidirectional) sistemler oluşturmaktadır. Elyaf sürekliliği ve doğrusallığı bu yapıda en üst düzeydedir. Bu sistemin dezavantajları düzlem-içi ve düzlem-dışı lif yerleşiminden yoksun olması sebebi ile plaka içi ve plakalar arası zayıflıklardır (Miravete, 1999; Adanur, 1995).

Üçüncü kategori ise düzlemsel elyaf yapıları olan kumaşlardır. Bu yapılar ile tabakalar arası zayıflıklar giderilebilmişse de kumaş kalınlığı doğrultusunda elyaf yerleştirilememesi sebebi ile tabaka içi zayıflıklar hala bulunmaktadır (Miravete, 1999; Adanur, 1995).

En son kategori ise karmaşık olarak tanımlanan ve değişik düzlemlerde düzlem içi ve dışı doğrultularında elyaf yerleştirilmiş yapılardan oluşmaktadır. 3 boyutlu dokuma, örme, saç örgüleri ve dokusuz yüzey yapılar bu kategoride sayılabilmektedir.

Tablo 1.2’de tekstil önşekilleri lif oryantasyonu doğrultuları açısından “tek, iki, üç, ve çok eksenli” ve tekstil önşekilinin boyutları açısından “tek, iki ve üç boyutlu” olarak sınıflandırılmaktadır.

Tekstil önşekillerinin bir başka sınıflandırması ise kumaş oluşum teknolojisine göre Tablo 1.3’de verilmektedir. Elyaftan önşekil elde edilmesi, elyaftan kumaşa ya da elyaftan ipliğe, iplikten kumaşa şeklinde yapılabilir. İplikten kumaş eldesindeki üretim metotları olarak dokuma, örme, saç örgüsü ve dokusuz yüzey sıralanabilmektedir ve iki veya üç boyutlu önşekillerin üretiminde bu metotlar kullanılmaktadır (Miravete, 1999).

Tablolardan da görülebildiği üzere tekstil kompozitlerinde kullanılan tekstil yapıları lifler, iplikler, kumaşlar ve dokusuz yüzeylerdir.

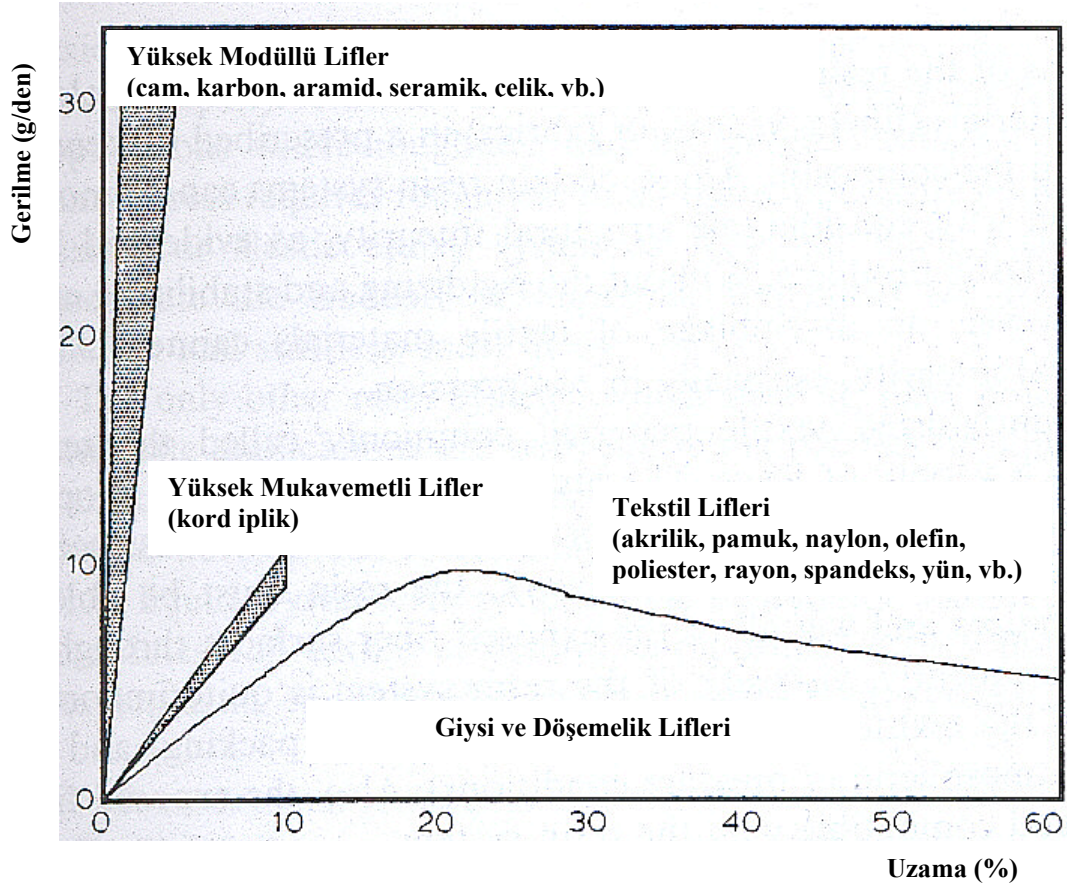
Tablo 1.3 Tekstil önşekillerinin kumaş oluşum teknolojisine göre sınıflandırması (Miravete, 1999)

| İplikten kumaş üretim metotları | Yapı içerisinde ipliğin temel yönü | Temel oluşum teknolojisi |
|---------------------------------|------------------------------------|---|
| Dokuma | 2 (0° / 90°) | 0° lik iplik sisteminin 90° lik iplik sistemi arasına yerleştirilmesi |
| Saç örgüsü | Bir (makine yönü) | İpliklerin birbiri etrafından örülmesi (pozisyon değiştirerek) |
| Örme | Bir (0° veya 90°) | Sıra veya çubuk doğrultusunda ilmek oluşturulması |
| Dokusuz yüzey | Üç veya daha fazla (ortogonal) | Karmaşık elyaf yerleşimi |

1.2.1.2.1 Lifler ve İplikler. Yük taşıyan eleman olarak tasarlanacak tekstil kompozitleri için tekstil takviyelerinin üretiminde yüksek modüllü elyaf ya da bu liflerden üretilmiş iplikler kullanılmaktadır.

Buradaki yüksek modül ile yüksek başlangıç modülü ya da yük-uzama grafiğindeki uzamaya yüksek direnç anlamındaki keskin eğim kastedilmektedir (Şekil 1.2). Tekstil takviye yapılarının üretiminde yüksek modüllü liflerden en çok tercih edilenleri cam, karbon, aramid lifleridir. Her birinin bir diğerine göre üstün özellikleri bulunmaktadır. Karbon elyafı yüksek rijitlik değerine sahiptir ancak tokluk değeri düşüktür, aramid elyafı basma gerilmeleri dışında yüksek mukavemete sahiptir, cam elyafı ise en ucuz lif olmakla beraber her ne kadar daha yüksek tokluk değerleri sergilese de belirtilen diğer liflerden daha düşük rijitlik ve mukavemet değerlerine sahiptir. Uçak – uzay uygulamaları gibi rijitlik/ağırlık oranının önemli olduğu durumlarda karbon elyafı tercih edilirken dayanım/ağırlık oranının önemli olduğu durumlarda ise aramid elyafı tercih edilmektedir. Toprak ve deniz uygulamaları gibi maliyetin önemli olduğu durumlarda ise cam elyafı kullanılmaktadır (Chou ve Ko, 1989).

Aramid lifleri iki aromatik halkaya bağlanmış en az %85 amid bağlarından oluşan aromatik poliamid lifleridir. Genel olarak bu liflerin özellikleri olarak yüksek elastisite modülü, belirli yüklerde yüksek uzama, düşük gramajlarda yüksek çekme



Şekil 1.2 Ticari olarak bulunabilen liflerin yük-uzama davranışları (Chou ve Ko, 1989)

dayanımı, yapısal rijitlik, yüksek kimyasal dayanım, düşük ısıl boyutsal değişim, yüksek sertlik (work-to-break) ve alev dayanımı belirtilebilir. Aramid liflerinin mukavemet ve modül değerlerinin yanı sıra, liflerin kolaylıkla ıslatılabilmesi ve üründe darbe dayanımı özellikleri dolayısıyla yaygın olarak kullanılan reçinelerin çoğu ile birlikte kullanılabilir özellikleri vardır (Lee, 1993; Adanur, 1995; Harrocks ve Anand, 2004; Mazumdar, 2002).

Aramid elyafı, cam elyafına göre daha yüksek çekme dayanımı ve sertlik değerlerine sahiptir. Özellikle darbe dayanımının yüksek olması nedeniyle kurşungeçirmez yeleklerde – kevlar ticari markasıyla üretilen- kullanılmaktadır. Dupont, kevlar ticari markasıyla ve Teijin Limited, twaron ticari markasıyla, bu sahada faaliyet gösteren iki ana üreticidir. Aramid elyafının pahalı bir takviye malzemesi olması ve çok özel uygulama sahalarında kullanılması nedeniyle, cam elyafına göre sınırlı bir kullanımı vardır. Aramid lifleri özellikle yüksek

mukavemet/ağırlık oranı aranan misil, basınç tüpleri ve gergi düzenekleri gibi uygulamalarda tercih edilmektedir. Aramid lifleri sürekli elyaf, sürekli elyaf ipliği, kesikli elyaf ve ipliği, tekstüre iplik ya da kumaş formlarında bulunmaktadır (Adanur, 1995).

Cam elyafı (fiberglas), silika, kolemanit, alüminyum oksit, magnezyum oksit gibi geleneksel cam üretim hammaddelerinden üretilmektedir, hammadde bileşiminin çok ince öğütülerek ergitme fırınında sıvı hale getirilerek düzelerden akıtılması ve katılaştırılması sonucu elde edilir (www.camelyaf.com.tr, 2010). Cam elyafı %96-98'lik pazar payı ile elyaf takviye malzemeleri arasında, kompozit endüstrisine hakim konumdadır. Geriye kalan %2-4'lük kısmı aramid, karbon ve doğal elyaf (pamuk, keten, kenevir v.s) malzemeleri oluşturmaktadır (<http://www.tubitak.gov.tr/sid/0/cid/826/index.htm>, 2010).

Tekstil kompozitlerinde en çok E-Glass ve S-Glass kullanılmaktadır. E-Glass elektronik devrelerde, nem dayanımı ve düşük maliyetli uygulamalarda kullanılırken S-Glass yüksek çekme dayanımı, yüksek elastisite modülü ve daha yüksek termal dayanım gerektiren uygulamalarda kullanılmaktadır, ancak S-Glass çok daha pahalıdır. Cam lifleri sürekli elyaf, sürekli elyaf ipliği, kesikli elyaf ve ipliği, tekstüre iplik ya da kumaş formlarında bulunmaktadır. (Adanur, 1995)

Karbon elyafı, rayon, poliakrilonitril (PAN) ve zift gibi organik başlatıcılara uygulanan ısı işlem sonucunda elde edilir. Takviye lifler arasında oda sıcaklığında ve yüksek sıcaklıkta en yüksek modüle ve mukavemete sahip olan karbon lifidir. Yoğunlukları düşüktür ancak performans/maliyet oranı uzay sanayi gibi rijitlik/ağırlık oranının önemli olduğu uygulama alanlarında kullanımını sınırlamaktadır. Karbon lifleri iletken olduklarından elektrik motoru ve elektronik paneller etrafında kullanımlarında özel dikkat gerektirir. Karbon liflerinin matris malzemelerince ıslanmasında güçlükler yaşandığından aktif karbon miktarını arttırıcı ve lif yüzeyinin pürüzlülüğünü arttırıcı yüzey işlemlerinin uygulanması gerekmektedir. Lif sürtünmesini düşürmek, lifin transferini kolaylaştırmak ve lif-matris uyumunun sağlanabilmesi için sevkiyat öncesi karbon liflerine epoksi

uygulanmaktadır. Karbon lifleri sürekli elyaf, sürekli elyaf ipliği, kesikli elyaf ve ipliği, tekstüre iplik ya da kumaş formlarında bulunmaktadır (Lee, 1993; Adanur, 1995; Harrocks ve Anand, 2004).

İplikler bir ya da daha fazla sürekli filamentten ya da kesikli elyaftan elde edilmektedir. Kesikli elyaftan elde edilen ipliklerde büküm mutlaka verilirken, sürekli elyaftan yani filamentten elde edilen iplikler bükümsüz olarak imal edilebilmektedir. İki ya da daha fazla iplik bükülerek de katlı iplik eldesi mümkündür. İplik özellikleri bünyelerinde bulunan elyafın özellikleri ve ipliğin yapısı ile bağlantılıdır.

İpliğin yapısı üretim metodu ile bağlantılıdır ve elyaf özelliklerinin iplik özelliklerine aktarılmasında önemli rol oynar. Üretim metodunun iplik mukavemetine etkisi Tablo 1.4’de verilmektedir. Yüksek modüllü elyaftan üretilen ipliklerin mukavemetleri kumaş imalatı esnasında karşılaştıkları gerilmeler yüzünden kumaş yapımında kullanıldığında %50’ye yakın azalmaktadır. İpliklere değişik kumaş imalatı metotları esnasında uygulanan gerilmeler Tablo 1.5 görülebilmektedir. Kumaş imalatı esnasında ipliklerde oluşabilecek hasarların asgaride tutulması üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Kumaş imalat metotlarından örme üzerine bu konuda yapılan çalışmalarda (Hu ve Zhang, 2005; Savcı, Curiskis ve Paithorpe, 2001) uygun örme parametrelerinin ve örme yapısının seçilmesi ile örme işlemi esnasında ipliğe verilecek hasarın asgaride tutulabileceği belirtilmektedir.

Tablo 1.4 Değişik iplik yapıları için elyaftan ipliğe mukavemet aktarımı (Chou ve Ko, 1989)

| İplik yapısı | Mukavemet aktarımı yüzdesi(%) |
|--------------------------|-------------------------------|
| Monofilament | 100 |
| Multifilament | |
| Bükümsüz | 98 |
| Hafif bükümlü | 95 |
| Hava jeti tekstüre | 85 |
| Gergin(stretch) tekstüre | 85 |
| Eğrilmiş | |
| Düşük bükümlü | 45 |
| Yüksek bükümlü | 67 |

Tablo 1.5 Üretim işlemleri esnasında ipliklerin maruz kaldığı gerilmeler(Chou ve Ko, 1989)

| İşlem | Yüzey gerilmeleri | Çekme gerilmesi | Baskı gerilmesi | Eğilme gerilmesi | Kayma gerilmesi | Torsiyonel gerilme | Darbe gerilmesi |
|-------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Tekstüre | X | X | X | X | X | X | |
| Bobin sarma | X | X | X | X | | | |
| Katlama | X | X | X | X | | | |
| Dokuma | | | | | | | |
| Çözü | X | X | X | X | | | X |
| Atkı | X | X | X | X | | | X |
| Örme | X | X | X | X | | | |
| Saç örgüsü | X | X | X | X | | X | |
| Tiftme | X | X | X | X | X | | |
| Şardon | X | X | X | X | X | | |
| Dikim | X | X | X | X | X | | X |

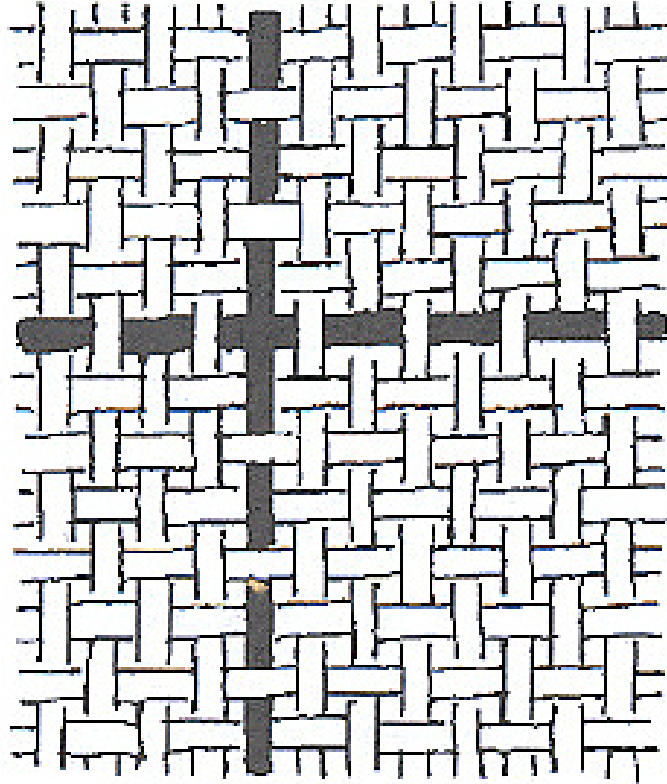
1.2.1.2.2 Kumaşlar. Kumaşlar 4 temel imalat tekniği ile üretilebilmektedir; dokuma, örme, saç örgüsü ve dokusuz yüzey.

Dokuma kumaş (Şekil 1.3) birbirleriyle dik yönde kesiştirilen iki grup ipliğin, bu kesişme sırasında birbirlerine örgü adı verilen bir düzen içinde bağlanarak bir doku oluşturmalarıyla elde edilir (Başer, 2004).

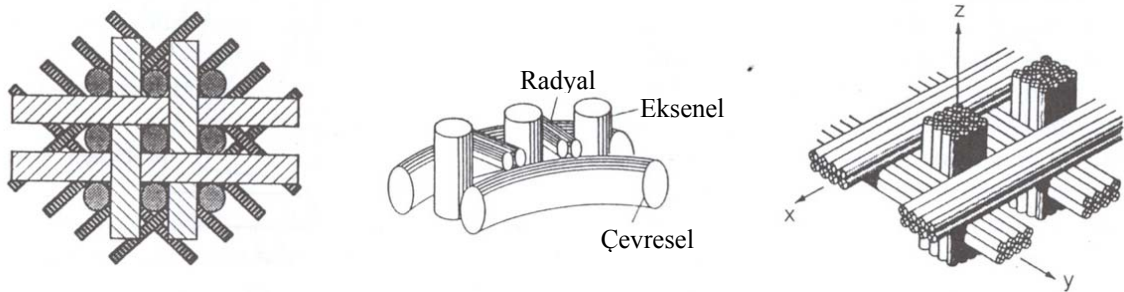
Kompozit imalatında temel dokuma yapıları olan bezayağı, panama, dimi ve atlas örgüler tercih edilmektedir. Dokuma kumaşlar, geniş, ya da dar en, tüp veya düzlemsel formda, yatırımlı veya yatırımsız olarak üretilebilmektedir.

Kompozit imalatında kullanılan dokuma kumaşlar iki ve üç boyutlu olabilmektedir. iki boyutlu yapılarda, iplikler bir düzlemde yerleştirilmiş olup kumaş kalınlığı diğer boyutlarının yanında küçük kalmaktadır. iki boyutlu dokuma kumaş yapıları genellikle izotropik olup düzlem içi kayma/kesme dayanımları düşük olmaktadır. İzotropiyi arttırmak için iki boyutlu üç eksenli dokuma kumaşlar

üretilmektedir. Yüksek modüllü ipliklerin kullanılması ve iplik kıvrım miktarını azaltacak yapılar tercih edilmesi ile kumaş modülü iyileştirilebilmektedir. üç boyutlu dokuma kumaşlarda (Şekil 1.4) ise X(boyuna), Y (enine) ve Z(kalınlık doğrultusunda) elyaf yerleştirilmesi mümkündür ve bu tip kumaşlar özel tezgahlarda imal edilebilmektedir (Adanur, 1995).

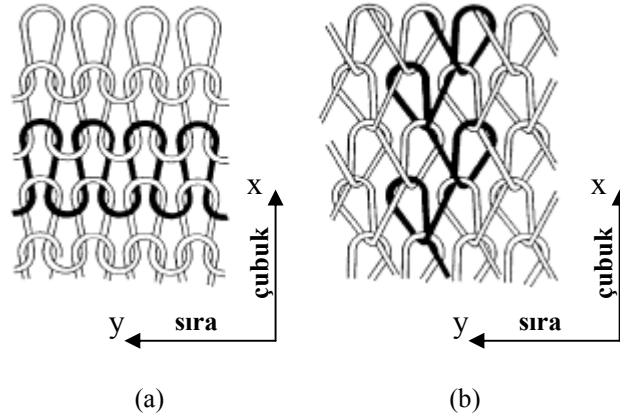


Şekil 1.3 En basit dokuma kumaş yapısı (bezayağı) (Başer, 2004)



Şekil 1.4 3 Boyutlu dokuma kumaş yapılarına örnekler (Adanur, 1995)

Örme işlemi çok yönlü bir üretim işlemidir ve çok çeşitli örme yapıları bulunmaktadır. Örme kumaşlar için iki temel üretim tekniği kullanılmaktadır: atkılı örme ve çözümlü örme. Atkılı örme tekniğinde tek bir iplik örme makinesine beslenmektedir. Ardışık iğnelerin hareketleri ile bu iplik ilmek sırası haline gelmektedir. Bu şekilde kumaş sıra sıra oluşturulmaktadır. Örme kumaş sıralarına genellikle may (sıra), kumaş sırasına dik sütunlara da çubuk denir. En basit atkılı örme yapısı olan düz örme Şekil 1.5a'da görülmektedir. Çözümlü örme tekniği ise tamamen farklıdır; çok sayıda iplik eş zamanlı olarak makineye beslenmektedir. Tüm iplikler benzer ilmekler yapmaktadır. Bir ipliğin komşu ipliklere bağlantı yapması yatırım raylarının hareketleri ile belirlenmektedir. Şekil 1.5b'de çözümlü örme yapısı olarak "triko örgüsü" görülmektedir.



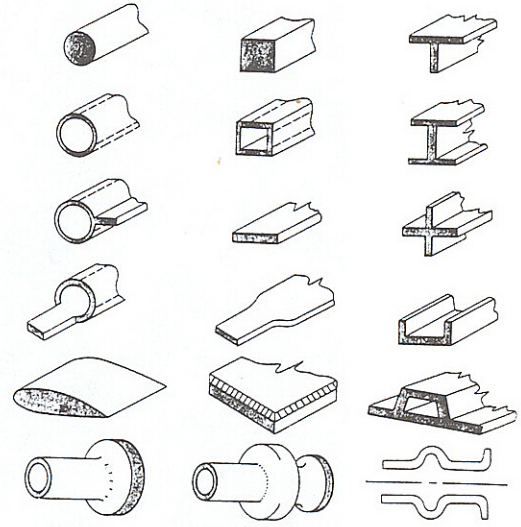
Şekil 1.5 (a) Tipik atkılı örme kumaş yapısı: düz örme kumaş yapısı (b) Tipik çözümlü örme kumaş yapısı: triko örgüsü (Raz, 1987)

Hem atkılı hem de çözümlü örmeye düz takviye ipliklerini sıra ya da çubuk yönünde yerleştirebilmek mümkündür. Bu şekilde örme kumaşlar ve örme kumaş takviyeli kompozit malzemelerin özellikleri değiştirilebilmektedir. Takviye ipliğin yerleştirildiği yönde kumaşın uzama deformasyon yeteneği azalmaktadır (neredeyse hiç kalmaz). Aynı zamanda takviye iplik doğrultusunda sertlik ve dayanım gibi kompozit özellikleri artmaktadır. Bu tarz yapılarda kumaşın ve kompozitin mekanik davranışları düz takviye iplikler tarafından belirlenmektedir. Bu yüzden, takviye iplikli örme kumaşlara "kıvrımsız kumaşlar" (ya da çok yönlü tabakalar, yön oryantasyonlu yapılar) da denilebilmektedir.

Saç örgüsü metodu ile koni gibi değişik kesit alana sahip yüzeyler iplikler ile üretilebilmektedir. Ayrıca yapı sürekliliğini bozmadan önşekilde delik elde edilecek şekilde iplikler yönlendirilebilmektedir. Saç örgüsü yapı iki ya da üç boyutlu olabilir. İki boyutlu saç örgüsü iki set iplik ile elde edilebilir, eksensel ilave iplik yerleştirilmesi ile üç eksenli saç örgüsü elde etmek mümkündür. Üç boyutlu saç örgüleri (Şekil 1.6) çoklu iplik setlerinin kullanılması ile mümkündür (Adanur, 1995).



(a)



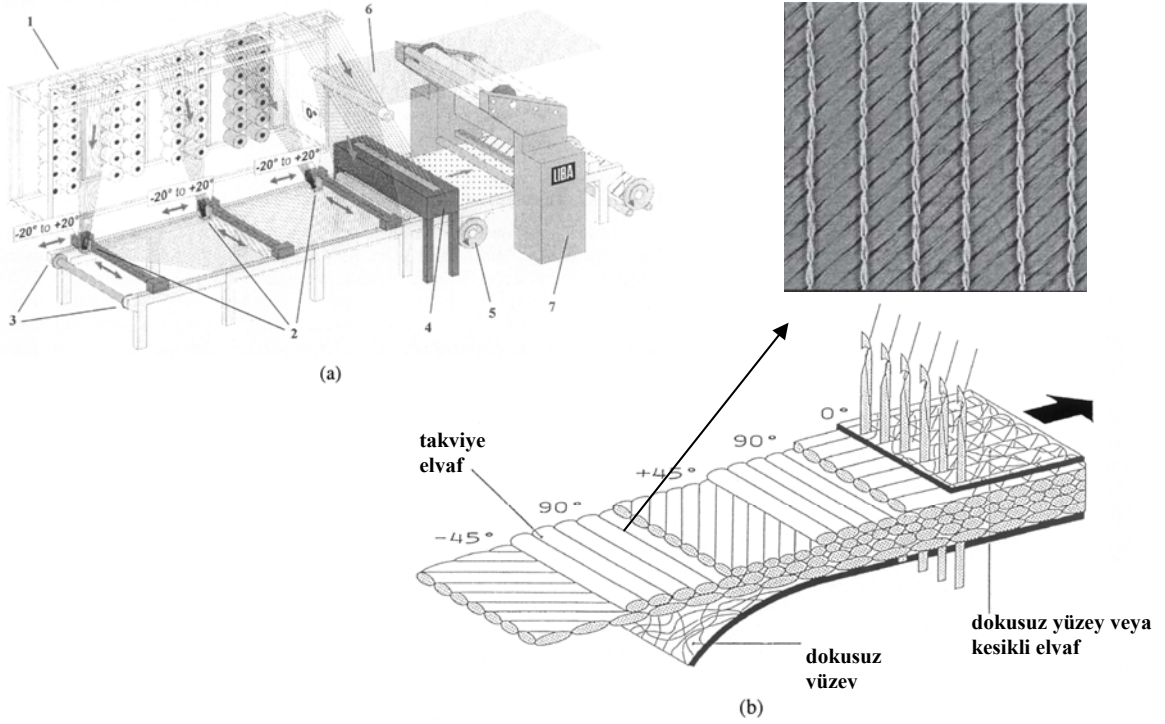
(b)

Şekil 1.6 (a) Üç boyutlu saç örgüsü, (b) Üç boyutlu saç örgüsü ile üretilebilecek olan değişik kesitli yapılar (Adanur, 1995)

Dokusuz yüzey, her hangi malzemedan elyafın, sürekli filamentlerin veya kesilmiş/kırılmış ipliklerin, dokuma veya örme dışında her hangi bir metot ile bir arada tutularak ağ haline getirilmesiyle elde edilen yüzey olarak tanımlanabilir (www.edana.org, 2010; Albrecht, Fuchs ve Kittelmann, 2003). Dolayısıyla dokusuz yüzey imalatı iki bölümden oluşmaktadır: ağ elde etme ve ağı oluşturan lifleri bir arada tutmak. Tek başına takviye malzemesi olamayacak kadar dayanımı düşük olan dokusuz yüzey yapılar, tek eksenli yapılarla örme veya diğer üretim metotları ile birkaç tabaka halinde birleştirilerek kompozitler içerisinde takviye malzemesi olarak kullanılabilir.

Bahsi geçen üretim tekniklerinin beraber kullanılabilmesi ya da birinde üretilmiş bir yapının tekrar diğerinde işleme sokulması ile hibrid kumaşlar elde

edilebilmektedir. Çok yönlü iğneleme ile birleştirilmiş çözümlü örme yapılar (Şekil 1.7) üretiminde 6 tabakaya dek kumaş tabakası aynı anda birleştirilerek tek bir kumaş halinde elde edilebilmektedir (LIBA Concepta MAX 3CNC, 2010).



Şekil 1.7 Çok tabakalı hibrid yapıların oluşturulması, a) tabakalara filamentleri yerleştiren ve bu tabakaları birleştiren makine, b) elde edilen tabakalı takviye malzemesi, 1: çelik, 2: yerleştirme kafaları, 3: iğneler, 4: kırma sistemi, 5: rulo taşıyıcı, 6: 0° li elyaf besleyen silindir, 7: çözümlü örme makinesi (LIBA Concepta MAX 3CNC, 2010).

1. 2. 1. 3 Kompozit Üretimi:

Tekstil kompozitleri, kullanılan takviye yapıların hammaddesine, üretim tekniklerine ve kompozit üretim tekniklerine göre farklılık göstermektedir (Jones, 1999; Miravete, 1999; Adanur, 1995). Tekstil kompozitleri için hammadde ve üretim (takviye yapı ve kompozit) tekniklerinin seçimi kompozitten beklenen performans, kompozitin üretilebilirliği ve maliyeti düşünülerek yapılmaktadır. Her uygulamada kullanılacak tek bir hammadde, tekstil önşekili üretim metodu ya da kompozit imalat şekli bulunmamaktadır.

Tekstil kompozitlerinin imalatındaki iki önemli işlem aşaması tekstil takviyesinin reçine (matris malzemesi) ile ıslatılması ve reçine polimer ağ yapısının üç boyutlu oluşumu için kürlenmesidir. Kürlenme esnasında reçinenin sertleşmesi gerçekleşir ve reçine ile elyaf arasında bağlar oluşur. Hızlı polimerleşme için kürlenmede ısı ve/veya basınç uygulaması da yapılabilmektedir (Adanur, 1995).

Değişik kompozit üretim metotları bulunmaktadır ancak tekstil takviyelerinden kompozit üretiminde tercih edilen metotlar olarak aşağıdakiler sıralanabilir (Mazumdar, 2002; Lee, 1993; Adanur, 1995).

Elde ve Makinede Yatırma: En basit kompozit üretim yöntemidir. İstenen kalınlığı verecek miktarda elyaf ya da kumaş tabakaları yeterli miktarda reçine uygulanmış olarak kalıba yerleştirilir. Kalıp yüzeyine jel kaplama uygulanır ki kompozit yüzeyi düzgün olsun. Bu metoda prepeg malzemeler çok uygundur, böylece fazla reçine uygulamasından kaçınılmış olur. Kalıba yerleştirilmiş ıslak tabakaların üzerinden bir rulo ile geçilerek tabakalar arasında kalmış hava kabarcıkları giderilir, böylece düzgün yüzey ve iyi ıslatma da sağlanmış olur. Genelde poliester ya da epoksi reçine kullanılır ve kürlenme oda sıcaklığında gerçekleştirilir. Makine ile yatırma ise bu işlemlerin otomatikleştirilmiş halidir. Böylece işlem hızlanmış ve süresi kısalmış olur.

Spreyleme: Kesikli elyaf ve reçine, kalıp üzerine spreyleme ile yerleştirilir. Spreyleme öncesi kalıp üzerine jel kaplama uygulanır. Kürlenme oda sıcaklığında ya da daha yüksek sıcaklıklarda yapılabilir. Poliester ve epoksi reçineler tercih edilir.

Vakum torbalama kalıplama: Vakum torbalamada fazla reçine, hava emilerek ortamdaki uzaklaştırılmaktadır. Kalıba yerleştirilen tekstil takviyesinin üzerine naylon film yerleştirilmekte ve uçlarından sızdırmazlık sağlanacak şekilde takviyenin üzerine sabitlenmektedir. Kalıp ve bu torba arasındaki hava emilerek çekilir, takviye kalıbın şeklini alır ve emilen havanın yerine gelen reçine ile takviye tekstil malzemesi ıslatılır. Kürlenme sıcak ortamda yapılır. Dokusuz yüzey, dokuma ve örme

kumaşlar, kesikli elyaf ve prepegler bu metot ile kompozit yapılabilmektedir. Epoksi ve poliester reçineler kullanılmaktadır.

Otoklav: Otoklav ile kastedilen bir veya her iki ucunda kapak bulunan basınçlı silindirik metal tüptür. Vakum torbalama kalıplama metoduna benzer bir şekilde hazırlanıp otoklav içerisine yerleştirilmiş takviye malzemesine ısı ve basınç uygulanır.

Basınçlı Kalıplama: Prepeg ya da ıslatılmış tekstil önşekilleri açık kalıba yerleştirilir, daha sonra kalıp kapatılarak (dişi-erkek kalıp uygulaması) ısı ve basınç uygulanır. Kompozit kalınlığı kullanılan baskı plakalarının arasındaki mesafe ile ayarlanabilmektedir. Termoset ya da termoplastik reçineler kullanılabilir. Bu metot ile daha çok düzlemsel parçalar imal edilmektedir.

Reçine transfer kalıplama: Bu metot ile yüksek elyaf hacim oranına sahip kompozitler imal edilebilmektedir. Bu sistemde reçine düşük yoğunlukta ve basınç altında tekstil takviyesinin bulunduğu kapalı kalıp bölgesine transfer edilmektedir. Daha sonra kalıp bölgesi ısıtılarak kürlenme sağlanır. Kumaş tekstil takviyeleri kolaylıkla bu metot ile kompozit yapımında kullanılmaktadır. Poliester ve epoksi reçineleri kullanılmaktadır.

Filament sarma: Lif oryantasyonunun önemli olduğu tabaka kompozitlerin elde edilmesinde filament sarma metodu kullanılmaktadır. Cağlıktan gelen filamentler önce epoksi banyosuna girip çıkarak reçinelenmektedir, daha sonra taşıyıcı birim aracılığı ile mil boyunca istenen açı ile gezdirilerek milin üzerine sarılmaktadır. Üstüne filamentler sarılı halde mil fırınlanarak reçinelenme işlemi tamamlanır. İşlem sonunda mil çıkartılarak kompozit malzeme elde edilir. Roket, konteyner ve gemi imalatında kullanılacak kompozitler filament sarma metodu ile elde edilmektedir.

Bu üretim metotlarının dışında ayrıca takviye malzemesi iplik ya da kumaş olarak matris malzemesi emdirilerek kürlenmeden uygun şartlarda depolanıp saklanabilir, ve üretimde kullanılacağı zaman depodan çıkartılarak istenen şekilde kürlenerek

kompozit imal edilebilir. Reçine emdirilmiş ama kürlenmemiş halde muhafaza edilen tekstil önşekillerine ön-emdirilmiş: prepeg denilmektedir. Prepegler de yukarıda bahsedilen imalat yöntemleri kullanılarak kompozit haline getirilmektedir.

1.2.2 Örne Kumaş Takviyeli Kompozitler

Örne kumaş takviyeleri son yıllarda kompozit sanayinde dikkat çekmektedir (Jones, 1999; Gibson, 1994; Brotukhia ve Bogolyubov, 1995; Miravete, 1999; Raz, 1991; Iyer, Mammel ve Schaech, 1995; Raz, 1987; Padaki, ve Alagirumsamy, 2006; Leong, Ramakrishna, Huang ve Bibo, 2000; Demboski ve Bogoeva-Gaceva, 2001). Mukavemet, sertlik, şekillendirme ve üretim maliyetleri açısından örme kumaşlar mevcut diğer tekstil takviyeleri ile karşılaştırıldığında kesiksiz elyaftan dokusuz yüzeyler ile dokuma veya saç örgülü kumaşlar arasında yer almaktadır (Şekil 1.8). Örne kumaş kompozitlerinin rijitliği ve mukavemeti dokusuz yüzey kompozitlerine göre daha yüksek, dokuma kumaş kompozitlerine göre nispeten daha düşük değerdedir.

Her ne kadar 1998'de yapılmış olan çalışmanın (Gommers, Verpoest ve Van Houtte, 1998) Şekil 1.8.'de verilen sonuçlarına göre mukavemet/rijitlik açısından bazı takviye yapılarının gerisinde de kalsa örme kumaş kompozitlerinin gerilme altındaki özellikleri elyaf miktarının artırılması (ipliğin yoğunluğunu artırarak, kumaşın ilmek sıklığını artırarak) ve istenilen doğrultuda takviye iplik atılması ile geliştirilebilmektedir. Takviye iplik atılması halinde tek yönde takviye varsa tek eksenli, birbirine dik iki yönde takviye varsa iki eksenli, ara yönlerde de takviye varsa çok eksenli yapılar elde edilir. Ayrıca örme kumaş kompozitleri mukavemet/rijitlik performansları açısından daha izotropiktir, kompozit içindeki elyaf oryantasyonu örme yapısı ile belirlenebilmektedir ve bu dağılımda kompozitin üretimi esnasında kompozitin performansını etkileyecek şekilde bariz bir değişiklik olmamaktadır.

Karmaşık yapıların üretimi açısından değerlendirme yapıldığında ise örme kumaşlar, parçanın tüm yüzeylerinin (örneğin küp, koni, küre veya bunların

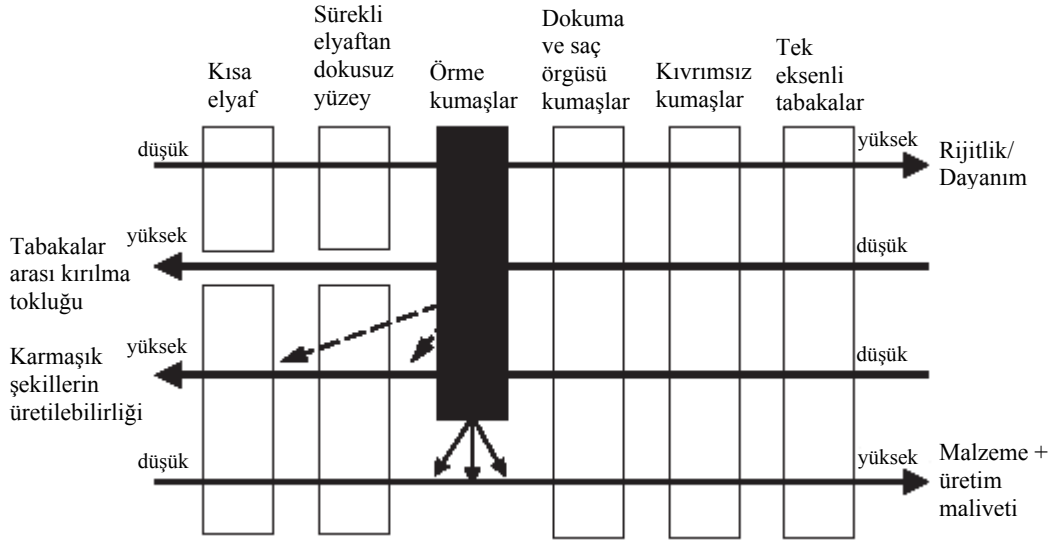
birleşimleri gibi çift eğrili yüzeylerde bile) üretiminde kullanılabilen bu tip parçalar dokuma kumaşlar ile yapıldığında her ne kadar dokuma kumaş geometrisi ve/veya üretim şartları optimize edilse her zaman kumaş katlanmalarından kaçınmak mümkün olmamaktadır ve dokuma kumaşa istenen şekil kesilerek verilmektedir ki bu da malzeme israfı ve imalat için harcanan sürenin artışı anlamına gelir. Örme kumaşlar ise uzama deformasyonları yüksek olması sebebi ile katlanmaya sebep olmadan istenen şekli kesilmeden alabilmektedir.

Dokusuz yüzey ürünlerle de karmaşık geometrik yapıları kesmeden elde etmek mümkündür ancak dokusuz yüzeylerle yüksek eğrilikli kısımlarda (örneğin köşelerde) homojen elyaf miktarı elde etmek mümkün değildir. Yüksek eğrilikli kısımlarda dokusuz yüzeyler kolaylıkla yırtılarak açılmakta ve zayıf noktalar oluşturmaktadır. Örme kumaşta ise lifler, ilmek yapısı sayesinde birbirleri ile birleştirilmiş olduğu için bu tarz sorunlar oluşmamaktadır ve yüksek eğrilikli kısımlarda daha homojen elyaf miktarı avantajını sunmaktadır. Ayrıca kompozit imalatı esnasında takviye malzemesi olan örme kumaşın elyaf oryantasyonunda değişiklik olmamaktadır.

Örme kumaş yapısını oluşturan ilmekler yükleme esnasında birbirleri üzerinden kayarak örme kumaşlara deformasyon serbestliği sağlamaktadır. Deformasyon serbestliğinin sağladığı dökümlülük özelliği ile de reçine kalıplama ile üretilen kompozit malzemelerde istenen şekle sokulabilen karmaşık önşekillerin örme kumaşlardan kolaylıkla ve başarılı bir şekilde üretilebilmesi mümkün olmaktadır (Miravete, 1999).

Maliyet açısından karşılaştırma yapıldığında kompozitin hem malzemesi hem de üretim metodu göz önüne alınmalıdır. Bu noktada örme kumaşı diğer takviye çeşitleri ile karşılaştırarak bir yere koymak zordur çünkü örme kumaş takviyeleri henüz gelişme aşamasındadır ve üretim miktarları henüz düşüktür. Ancak hem malzeme hem de üretim maliyetleri açısından kompozit imalatında gelecek vaat etmektedir. Tekstil sanayinde dokuma makinelerine kıyasla örme makineleri yüksek miktarlarda üretim imkanı vermektedir ve kompozit imalatında da örme kumaşlar

için dokuma kumaşlara kıyasla daha düşük (yaklaşık %50 daha düşük) malzeme tüketimi tahminlenmektedir (Gommers, Verpoest ve Van Houtte, 1998).



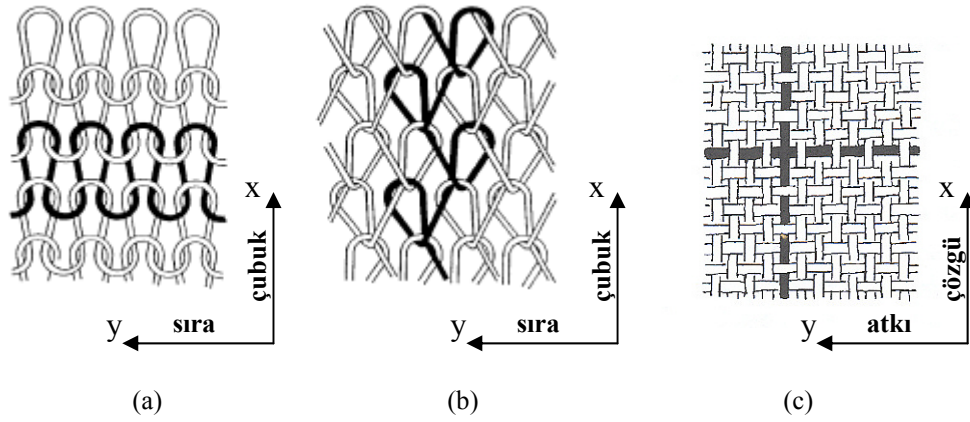
Şekil 1.8 Mevcut takviye malzemelerin özellikleri ve karşılaştırması (Gommers, Verpoest ve Van Houtte, 1998)

1.2.2.1 Örme Yapıların Sınıflandırılması

Örme yapılar temel olarak iki şekilde elde edilebilir: atkı örmeciliği ve çözgü örmeciliği. Atkı örmeciliğinde birbiri ardına dizilmiş iğnelerin sırayla hareket edip tek bir bobinden beslenmekte olan ipliği alarak kumaş enince oluşturdukları ilmekleri örme kumaş boyunca birbirine bağlaması ile bir yüzey elde edilir ve bu yapılara atkılı örme yapılar denilir. Atkılı örmecilikte tek veya çift yataklı olmak üzere düz ve yuvarlak atkılı örme makineleri kullanılmaktadır, düz örme makinelerinde üretilen yapılara genel olarak düz örme yapıları, yuvarlak örme makinelerinde üretilen yapılara ise yuvarlak örme yapıları denilmektedir.

Çözgü örmecilikte ise yine ardı ardına dizilmiş ancak hep birlikte hareket eden her bir iğnenin iplik levendinden birbirine paralel olarak aynı anda beslenen çok sayıda ipliği kullanarak kumaş boyunca oluşturdukları ilmekleri kumaş enince birbirine bağlaması ile bir yüzey elde edilir ve bu yapılara çözgü örme yapılar denir. Çözgü örmecilikte raschel ve trikot makineleri kullanılmaktadır.

Şekil 1.9 da örme kumaşlarda ilmeklerin birbirleri ile nasıl ilişkilendirildiği ve karşılaştırma yapılabilmesi için dokuma kumaş yapısı görülebilmektedir.



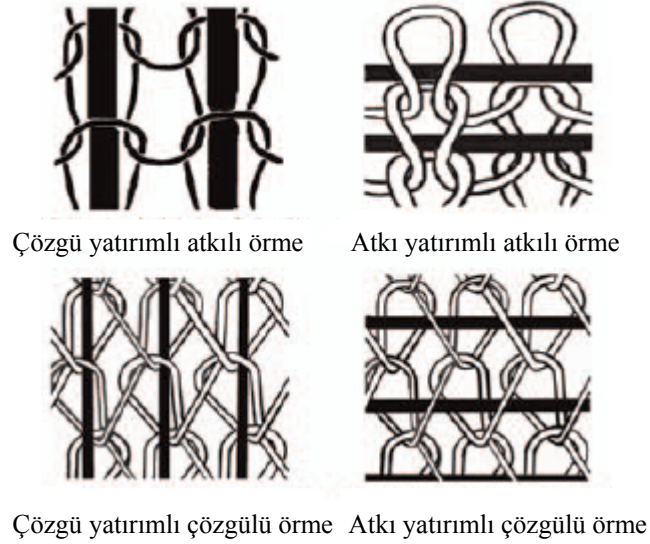
Şekil 1.9 İki tipik örme yapısı (Raz, 1987): (a) düz atkılı örme (Raz, 1987); (b) trikot (1-ve-1) çözgülu örme(Raz, 1987); (c) dokuma kumaş yapısı (Başer, 2004)

Örme yapısının fiziksel ve görünüm özelliklerini değiştirebilecek değişik teknikler örme esnasında uygulanabilmektedir. Bu tekniklerden en fazla kullanılanı iplik yatırma tekniğidir (Raz, 1991; Iyer ve ark., 1995; Raz, 1987), örme kumaşlar sıra, çubuk ve köşegen doğrultularında yerleştirilen yatırım iplikleri ile kompozit uygulamalarında kullanılmaktadır. Yatırım iplikleri ile geliştirilmiş olan örme yapılarını şu şekilde sınıflandırmak mümkündür:

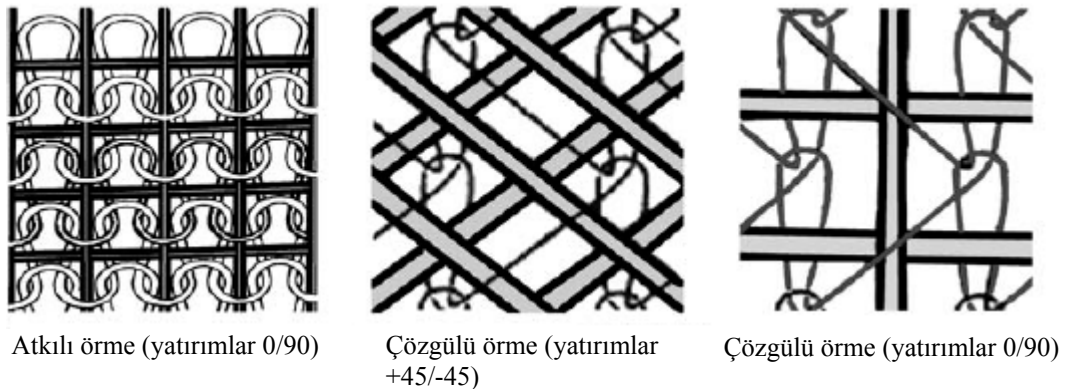
1.2.2.1.1 Tek Eksenli (UD) Örme Yapılar. Atkılı veya çözgülu örme ile tek doğrultuda yatırım iplikleri atılarak elde edilen yapılara tek eksenli (UD) örme kumaş denilmektedir. Şekil 1.10 da UD örme yapılar olan atkı yatırımı atkılı örme yapısı, çözgü yatırımı atkılı örme yapısı, atkı yatırımı çözgülu örme yapısı, çözgü yatırımı çözgülu örme yapısı görülebilmektedir (Aart ve Ko, 2003; Padaki. ve Alagirumsamy, 2006; Padaki, Vani, Prakasha ve Divakar, 2000).

1.2.2.1.2 İki eksenli Örme Yapıları (2D Örgüler). Örme yapısına iki yönde ilave iplik dahil edilmesi ile iki eksenli örme yapılar elde edilir. Sıra, çubuk veya köşegen doğrultularında ipliklerin atkılı ve çözgülu örme kumaşlara dahil edilmesi ile dokuma ve örme kumaşların avantajlarından birlikte yararlanılmış olur (Godou, Diestel ve Offermann, 1998; Spencer, 2001). Şekil 1.11 de iki eksenli örme

yapılarından atkı ve çözgü yatırımı atkılı örme, atkı ve çözgü yatırımı çözgü örme ve köşegen yatırımı çözgü örme yapıları görülmektedir.



Şekil 1.10 UD örme yapıları (Padaki ve Alagirumsamy, 2006)

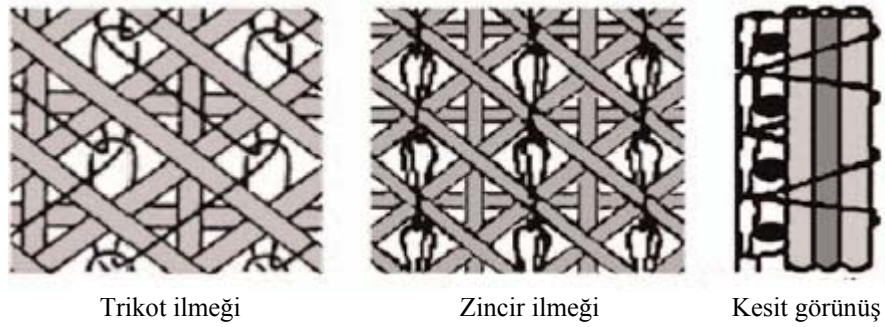


Şekil 1.11 İki eksenli örme yapıları (Padaki ve Alagirumsamy, 2006)

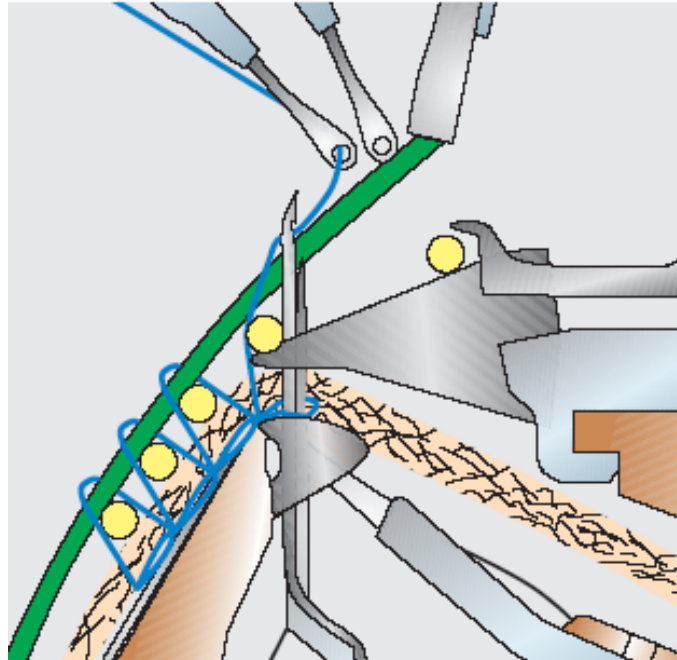
1.2.2.1.3 Çok Eksenli Tabakalı Örme Yapılar (3D Örgüler). Çok eksenli tabakalı yapılar tekstil yapılarının tabakalar halinde üst üste yerleştirilip ilmek sistemi ile birleştirilmesi sonucu bir veya daha fazla tabakadan oluşan yapılardır. Bu gruptaki temel yapılardan olan Karl Mayer yapıları (<http://www.karlmayer.com/internet/en/textilmaschinen/8.jsp>) trikot temeline sıra, çubuk ve her iki köşegen doğrultusunda atılmış yatırımlardan oluşur. Burada her bir yöndeki yatırım ipliği ayrı birer tabaka olarak düşünülmektedir. Şekil 1.12 de trikot ve zincir ilmeklerinden oluşan çok eksenli tabakalı çözgü örme yapı ve enine kesiti görülmektedir. Yatırım

ipliklerinin yanı sıra dokusuz yüzeyler de örme yapısına dahil edilerek (Şekil 1.13) çok eksenli tabakalı örme yapılar elde edilebilmektedir.

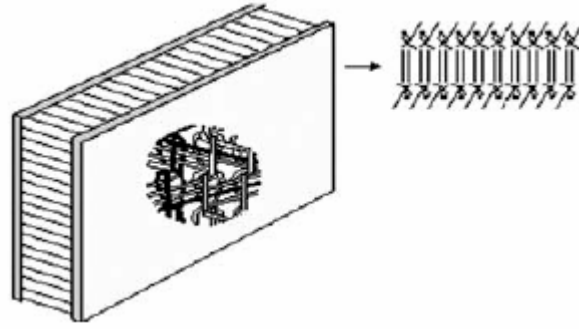
Çok eksenli tabakalı yapılardan olan boşluklu/sandviç örme kumaşlar (Şekil 1.14) ise kalınlıkları 60 mm'ye dek çıkabilen sandviç yapılardır ve iki iğne yataklı 4 yatırım raylı raschel çözgülü örme makinesinde üretilebilmektedir (<http://www.karlmayer.com/internet/en/textilmaschinen/8.jsp>).



Şekil 1.12 Çok eksenli tabakalı örme yapı (Padaki ve Alagirumsamy, 2006)



Şekil 1.13 Bieksenel takviyeli dokusuz yüzey kompozit (<http://www.karlmayer.com/internet/en/textilmaschinen/8.jsp>)



Şekil 1.14 Sandviç yapı (<http://www.karlmayer.com/internet/en/textilmaschinen/8.jsp>)

1.2.2.2 Örme Kumaş Takviyeli Kompozitlerin Kullanım Alanları

Günümüz kompozit sanayinde kullanım alanları olarak örme kumaşların çeşitliliği göz önüne alındığında, taşıma, uzay, medikal ve inşaat uygulamaları gibi pek çok kullanım alanı sıralanabilmektedir.

Bu kullanım alanlarındaki uygulamalara örnek olarak; uzay sanayinde kaplama uygulamaları, medikal protezler, rekabet sporlarında kullanılan kasklar, uçaklarda egzoz valfi, kanat kirişleri, tampon elemanları, motosiklet jantları, otobüs tavanları, tren vagonları, beton duvarlar ve I – çubuklar gibi yapı/inşaat uygulamaları kubbeler, koniler, T-boru bağlantıları, flanşlı borular, helikopter kapı panelleri, (Leong, 2000; Padaki ve Alagirumsamy, 2006; Peled ve Bentur, 2003), kemik kırıklarının sabitlenmesi, ortopedik ayrılmalarda eklem burkulmalarını kontrol eden ürünler, destekleyici, şekillendirici protezler gibi ortopedik ürünler (Sorensen, 2006) sayılabilir.

Kompozitler içerisinde takviye malzemesi olarak kullanılabilmeleri için örme yapılar üzerine çalışmalar yapılması gerekmektedir. Buldukları konum itibari ile geleceğe yönelik ümit vaat etmektedirler. Kompozitler içerisinde davranışlarının belirlenmesi sonucu yapısal geliştirmeler yapılabilecektir.

Teknik uygulamalar için kullanılacak çözümlü örme yapılar herhangi bir modifikasyona ihtiyaç duyulmaksızın mevcut çözümlü örme makinelerinde

üretilebilmektedir. Ancak teknik uygulamalarda kullanılabilmesi için atkılı örme yapıların yapısal geliştirmelere ihtiyacı vardır (Raz, 1991; Iyer ve ark, 1995; Raz, 1987; Spencer, 2001). Buna rağmen kompozit uygulamalarında sağladıkları kolaylıklar ve değişik geometrik şekillerde üretime olanak vermeleri sebebiyle atkılı örme yapıları ön-şekil tasarlamada tercih edilen yapılardır (Padaki ve Alagirumsamy, 2006; Harrocks ve Anand, 2004).

Bu çalışmada kompozit üretiminde takviye malzemesi olarak kullanılan atkılı örme yapılar ve atkılı örme makineleri üzerinde durulmaktadır. Bu doğrultuda yapılmış olan çalışmalar bir sonraki bölümde belirtilmektedir.

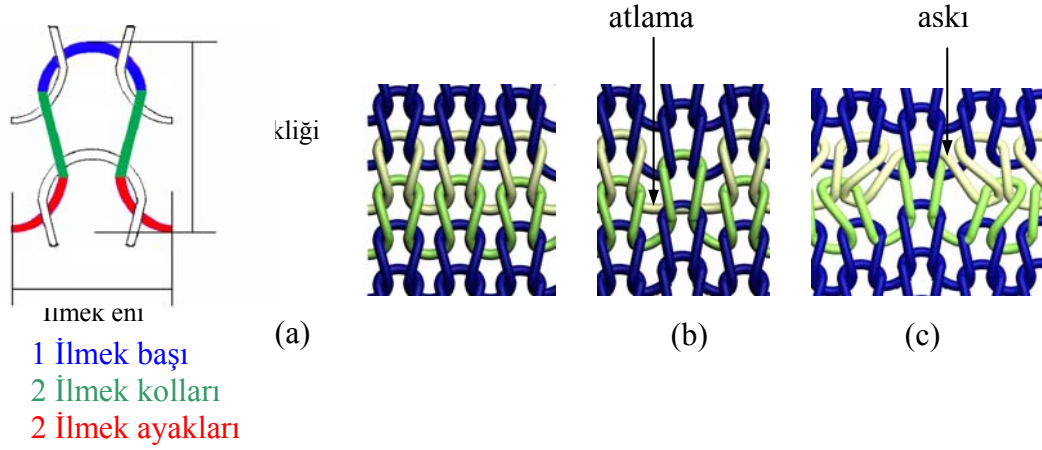
1.3 Atkılı Örme Kumaş Takviyeli Kompozitler Üzerine Yapılan Çalışmalar

1.3.1 Kumaş Geometrisi

Şekil 1.15a'da görülmekte olan düz atkılı örme ilmeğini ele alacak olursak, düşeyde ve yatayda bulunan ilmeklerin bir iplik sistemi ile birleştirilmesi sonucu örme yapı elde edilebilmektedir. Bu tarz bir yapı düz veya yuvarlak atkılı örme makinelerinde üretilebilir.

“İlmeğin” düz atkılı örgülerin birim yapısal bileşenidir. İlmeğin bir başı, iki kolu ve ayakları bulunmaktadır. Kumaş boyunca düşey kolondaki ilmeklere “çubuk”, kumaş eni boyunca yer alan yatay sıradaki ilmeklere “sıra” denilmektedir. Örme işlemi gerçekleştiren örme iğnelerinin farklı kam yolları izlemesi ile ilmek dışında askı ve atlama (Şekil 1.15b ve 1.15c) elde edilmekte ve böylece farklı örme yapıları üretilebilmektedir.

Örme kumaşları tanımlayabilmek için “çubuk sıklığı”, ve “sıra sıklığı” ifadeleri kullanılmaktadır. Çubuk sıklığı ile sıra yönünde birim uzunluktaki çubuk sayısı kastedilmektedir.



Şekil 1.15 Atkılı düz örme yapılarının elemanları, (a) ilmek, (b) atlama, (c) askı (Kurbak ve Kayacan, 2008; Kayacan ve Kurbak, 2008)

Sıra sıklığı ile de kumaşın çubuk doğrultusundaki sıra sayısı ifade edilmektedir. Sıra ve çubuk sıklıklarından “İlmeğin sıklığı” elde edilmektedir, ilmek sıklığı ile kumaşın birim düzlemsel alanına düşen ilmek adedi kastedilmektedir.

Örme yapılarının sıklıklarını veya seyrekliklerini ifade edebilmek için dokuma sanayinde kullanılan “örtme faktörü” yerine “sıklık faktörü” tanımlanmıştır. Sıklık faktörü ile bir ilmekteki ipliğin kapladığı alanın ilmek tarafından kaplanan alana oranı kastedilmektedir. Aynı tip yapıya ve ipliklere sahip iki örme kumaşı karşılaştırırken basitleştirilmiş formül olan $TF = \frac{\sqrt{tex}}{\ell}$ (SI birimler) kullanılabilir, burada “tex” ile iplik numarası, “ ℓ ” ile de ilmek iplik uzunluğu kastedilmektedir.

Örme kumaşın örme işlemi bittikten sonra makineden alınmasını takip eden zaman içerisinde kumaşın boyutlarında değişimler gözlemlenmektedir. Örme süresince gerilmelere maruz kalan kumaş bu gerilmeler ortadan kalkınca relakse olmaktadır, serbest haldeki boyutlarına ulaşmaya çalışmaktadır. Bu sebeple örme kumaşın boyutlarının makine inceliğinden (incelik: makine yatağının birim uzunluğundaki iğne sayısı) ve makine üzerindeki kumaş ebatlarından bağımsız olduğu söylenebilir. Örme kumaşın relakse boyutları ile ilgili çalışmalar (Doyle, 1953; Munden, 1959; Smirfitt, 1965; Nutting ve Leaf, 1964; Knapton, Ahrens, Ingenthron ve Fong, 1968; Postle, 1968; Kurbak, 1982; Kurbak, 1998; Kurbak, 1995) yapılarak bu boyutların örme işlemi öncesinde tahminlenmesine çalışılmıştır.

Düz örme kumaş için ampirik, geometrik (Kurbak, 1982; Kurbak, 1998; Kurbak, 1995; Chamberlain, 1949; Pierce, 1947; Leaf ve Glaskin, 1955; Leaf, 1960; Munden, 1961; Postle, 1971) ve fiziksel (Shanahan ve Postle, 1970; Hepworth ve Leaf, 1976; De Jong, ve Postle, 1977; Lomov, Huysmans ve Verpoest, 2001; Huang ve Ramakrishna, 2000; Hong, Araujo, Fanguero ve Ciobanu, 2002) modeller çıkartılmıştır. Bu modeller kullanılarak örme kumaş takviyeli değişik kompozit malzemelerin mekanik davranışları tahminlenmeye çalışılmaktadır.

1.3.2 Önceki Çalışmalar

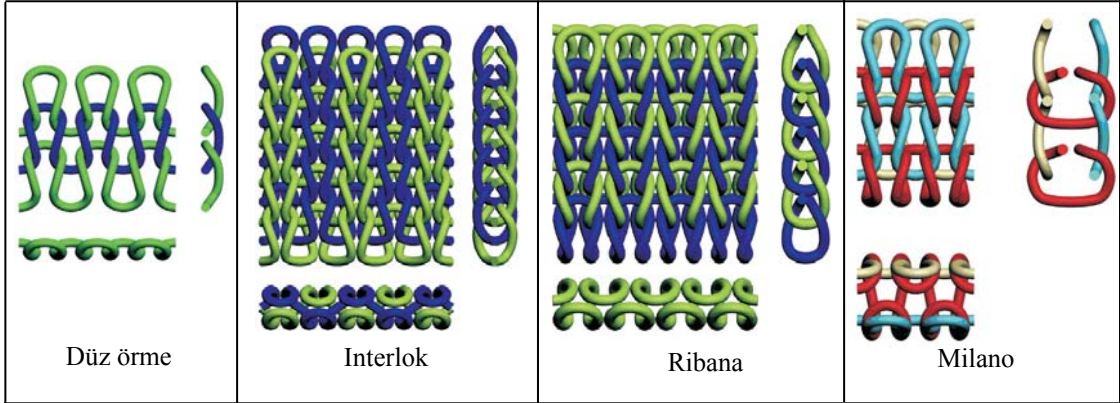
Atkılı örme yapıların kompozit takviyeleri olarak performanslarına ilişkin çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalarda yüksek performanslı değişik iplikler ve reçineler kullanılarak farklı kompozit imalat yöntemleri ile üretilmiş olan kompozitler içerisindeki atkılı örme takviyelerinde yapının dolayısıyla lif oryantasyonunun ve miktarının kompozit performansına etkileri incelenmiştir. Bu bölümde kullanılan iplik veya kompozit üretim metodu bahsedilmeksizin, iplik yatırımsız ve yatırımlı atkılı örme takviyeli kompozitlerin performansları üzerine yapılan çalışmalar ve bu örme yapılarını elde etmek için atkılı örme makineleri üzerinde yapılan modifikasyonlar incelenecektir.

1.3.2.1 İplik Yatırımsız Atkılı Örme Kumaş Takviyeli Kompozitlerin Performansları Üzerine Yapılan Çalışmalar

Yapılan araştırmalarda düz örme, interlok, ribana ve Milano yapıları sıklıkla tercih edilmiştir. Bu yapıların üç yönden görünüşleri Şekil 1.16 da verilmektedir.

Örme kumaş takviyesinin kompozit performansına etkilerini araştırmak için Huang, Ramakrishna, Diner ve Tay (1999) interlok takviyeli kompozitlerin çekme davranışlarını incelemiş ve kompozitin yük-uzama eğrisini reçine ve interlok takviyenin yük-uzama eğrileri ile karşılaştırmışlardır. Kompozitin çekme dayanımının reçinenin çekme dayanımından yüksek ancak örme kumaşın çekme dayanımından daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Bu karşılaştırma sonucunda

kompozitteki hasarın reçinedeki hasar ile başladığını daha sonra örme takviyesindeki ilmeklerin gerilerek kopması ile kompozitte hasarın oluştuğunu belirtmişler ve kompozitin yük-uzama eğrisinin reçinenin yük-uzama eğrisine benzediğini gözlemlemişlerdir.



Şekil 1.16 Düz örme, interlok, ribana ve milano yapılarının üç yönden görünüşleri (Kurbak ve Ekmen, 2008; Kurbak ve Alpyıldız, 2009; Kurbak, 2009; Kurbak ve Amreeva, 2006)

Örme yapılarının sıra ve çubuk doğrultusunda olmak üzere iki temel eksene sahip olduğu belirtilmiştir. Örme kumaş takviyeli kompozit yapıların bu doğrultulardaki davranışlarında farklılık olup olmadığı araştırılmıştır.

Örme yapılarının mekanik performansları esnasında izotropik davranıp davranmadıklarının belirlenmesi için Wang, Gowayed, Kong ve Zhao (1995) 1x1 ribana yapısındaki örme takviyeli kompozitlerin çekme, basma, eğilme ve kısa kiriş kesme davranışlarını inceledikleri çalışmada örme takviyesinin sıra ve çubuk doğrultusundaki davranışları arasındaki farklılığı tespit etmeye çalışmışlardır. Hem hasar başlangıcı/ilerlemesi hem de çekme dayanımı açısından sıra ve çubuk doğrultusunda davranış farklılığı olduğu; çubuk doğrultusunda daha yüksek dayanımlar elde edildiği, ancak basma davranışında dayanım ya da hasar başlangıcı/ilerlemesi açısından çubuk ya da sıra doğrultusunda herhangi bir farklılık bulunmadığını belirtilmişlerdir. Eğilme dayanımında ise kompozitin çekme davranışının belirleyici rol oynadığını gözlemlemişlerdir. Yazarlar ayrıca örme takviyeli kompozitlerin elastik özelliklerini tahminlemek için geometrik modelleme de yapmışlardır.

Ramakrishna (1997) da düz örme kumaş takviyeli kompozitte sıra ve çubuk doğrultusundaki çekme dayanımı davranışları arasındaki farklılığı tespit etmek için yaptığı çalışmada çubuk doğrultusunda kompozitin çekme dayanımının sıra doğrultusuna kıyasla daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Örme yapılarını tanımlayan önemli bir parametre olarak ilmek sıklığı değişiminin kompozit performansına etkisi üzerinde de çalışmalar yapılmıştır.

Bini, Ramakrishna, Huang ve Lim (2001) düz örme kumaş takviyeli kompozitlerde takviye kumaşın ilmek sıklığının kompozitin farklı yüklem eksenlerindeki çekme dayanımına etkilerini incelemiş ve ilmek sıklığından bağımsız olarak çubuk doğrultusunda çekme dayanımının herhangi bir doğrultudaki çekme dayanımına göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca ilmek sıklığının azalması yani ilmek boyutlarının artması ve ilmek sıralarının zigzag yapıdan uzaklaşması dolayısıyla kuvvet eksenini doğrultusundaki elyaf miktarının artmasıyla çubuk doğrultusundaki çekme dayanımında artış olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada çubuk ya da sıra doğrultusundaki yüklemelerde hasar ilerlemesinin kuvvet eksenine dik doğrultuda olduğu da gözlemlenmiştir.

Asi, Aktaş, Tercan ve Yüksekaya (2010) 'nın ribana kumaş takviyeli kompozitlerin çekme, basma, ve kesme dayanımı üzerine yaptıkları çalışmada ise sıklık faktörünün artışıyla kompozitin dayanımında hem sıra hem de çubuk doğrultusunda artış olduğu belirtilmiştir.

Zhangyu, Yanmo ve Hairu (2006a) ise ribana kumaş takviyeli kompozitlerde kumaşın ilmek sıklığının çekme dayanımına etkisini araştırdıkları çalışmalarında ilmek sıklığının artması ile çubuk doğrultusundaki çekme dayanımının önce arttığını ancak ilmek sıklığının belirli bir değeri aşmasıyla çekme dayanımında düşme gözlemlediklerini belirtmişlerdir ve bu durum şu şekilde açıklanmıştır; örme kumaş takviyesindeki ilmek sıklığının belirli bir değere kadar artması ile lif hacim oranı artmakta ve iplikler için uygun eğrilikte örme işlemi gerçekleştirilebildiği için hasar görüp kırılan lif sayısı az olmaktadır. Bu ilmek sıklığı değeri aşıldığında ise her ne

kadar lif hacim oranı artsa da örme işlemi esnasında hasar görüp kırılan lif sayısı da arttığı için kompozitin dayanımında düşme gözlemlenmektedir. Bu durumda ilmek sıklığı değeri için bir optimum değer olduğu ve yapının ilmek sıklığının bu değerden yüksek ya da düşük olmasına göre çekme dayanımına etkisinin değişeceği söylenebilmektedir.

Aslında kompozit lif hacim oranının kompozit performansına etkilerine yukarıda belirtilen çalışmalarda değinilmektedir ancak lif hacim oranının etkilerinin doğrudan incelendiği çalışmalar da bulunmaktadır.

Lim, Ramakrishna, Ong ve Huang (2001) düz örme kumaş takviyeli kompozitlerde lif oryantasyonunun çekme dayanımına etkisini incelemiş, hasar oluşumunu gözlemlemişlerdir. Uygulanan kuvvet çubuk doğrultusundan sıra doğrultusuna doğru eksen değiştirdikçe daha az elyafın kompozit dayanımına katkıda bulunduğu belirtmişlerdir. Bu çalışmada hasarın başlangıç noktasının ilmeklerin temas ettikleri noktalar olduğu ifade edilmiştir ve hasarın kuvvet eksenine dik doğrultuda ilerlediği belirtilmiştir.

Lam, Xue, Tao ve Yu (2003) interlok ve ribana kumaş takviyeli kompozitlerin lif hacim oranının kompozitin çekme ve enerji emme davranışlarına etkilerini incelemişlerdir. Kompozitin yanı sıra reçinenin ve takviye kumaşın da enerji soğurma davranışlarını inceleyerek örme kumaş takviyeli kompozitlerin bileşenlerine kıyasla daha yüksek enerji soğurma yetenekleri olduğu belirtilmiştir. Tüm kompozitlerin çubuk doğrultusundaki çekme dayanımlarının daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Sıra doğrultusundaki çekme yüklemeleri esnasında sıra doğrultusunda oluşan uzama miktarlarının çubuk doğrultusundaki çekme yüklemeleri esnasında çubuk doğrultusundaki uzama miktarlarına kıyasla daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Çekme yüklemelerinde hasar mekanizması reçinede yük lokalizasyonu, reçinede çatlak başlangıcı, elyaf/reçine ayrılması, ve yükleme ekseninde ilmeklerin yer değiştirmesi sonrası kompozit dayanımını yitirinceye kadar büyük deformasyonlar şeklinde olduğu belirtilmiştir. Lif hacim oranının artması ile çekme dayanımının arttığını ifade etmişlerdir. Ayrıca plazma ile yüzey

modifikasyonu sonucunda elyaf ve reçine yüzeyleri arası adhezyon geliştirildiği için de çekme dayanımında artış gözlemlenmiştir. Bu çalışmada yazarlar farklı yapıların etkisine de bakmıştır ama karşılaştırılan kompozitlerin lif hacim oranları birbirine yakın olmadığı için sonuçlar burada verilmemektedir.

Rios, Ogin, Lekakou ve Leong (2007) örme takviyeli kompozitlerde hasar davranışını gözlemleyebilmek için Milano kumaş takviyeli kompozitler üzerinde iki bölümden oluşan bir çalışma yapmışlardır. Tek tabakadan ve farklı açılarda yerleştirilmiş çok tabakalı kompozitler üretilip çekme davranışlarının incelendiği ilk bölümde kompozitlerin başka her hangi bir uyarı/ipucu vermeksizin reçinede oluşan ilk çatlamayla birlikte dayanımını aniden kaybettiği belirtilmiştir. Yükleme esnasında fotoğraf çekerek ve akustik emisyon kaydı yaparak hasar oluşumunu gözlemleyebilmek için tek tabakadan oluşan örme takviye kumaş tek eksenli filamentlerden oluşan iki tabaka arasına yerleştirilerek kompozit üretilmiştir. Kompozitte hasarın reçinede çatlaklar ile başladığı, daha sonra ilmeklerin çekme esnasında uzaması ve kompozitin rijitliğini kaybetmesi ile reçinede kırılma sonucu kompozitin dayanımını kaybettiği ifade edilmiştir. Çekilen fotoğraflardan yükleme doğrultusundan bağımsız olarak çatlak başlangıcının ilmeklerin kesiştiği noktalardan başladığı belirtilmiştir. Çatlağın ilerlemesinin ise çubuk doğrultusundaki yüklemelerde ilmek ayakları doğrultusunda olduğu, diğer doğrultudaki yüklemelerde ise çatlak başlangıç noktalarına atlayarak ilerlediği gözlemlenmiştir. Ayrıca hasar oluşumu için çubuk yönüne kıyasla sıra yönünde daha yüksek uzamanın gerektiği de ifade edilmiştir. Çalışmalarının ikinci bölümünde ise çok tabakalı milano takviyeli kompozitler ile tek tabakalı milano takviyeli kompozitler karşılaştırılarak lif hacim oranının çekme dayanımına etkileri yorumlanmıştır. Her ne kadar hasar mekanizmaları benzer olsa da çok tabakalı kompozitlerin düzlem-içi davranışları tek tabakalı kompozitlere kıyasla daha izotropik bulunmuştur ve gerekçe olarak da çok tabakalı kompozitlerin daha yüksek lif hacim oranları gösterilmiştir.

Kompozit imalatı esnasında takviye kumaşları değişik açılarla yerleştirerek değişik lif oryantasyonları elde etmek mümkün olduğundan bu yerleştirme açılarının kompozit performansına etkileri üzerine yapılan çalışmalar da bulunmaktadır.

Huang, Teng ve Ramakrishna (2001) ve Huang (2004) farklı açılarla yerleştirilmiş çok tabakalı düz örme kumaş takviyeli kompozitlerin eğilme davranışlarını incelemişlerdir. Bu çalışmalarda yüklemeler esnasında tüm kompozitlerin çekme uzaması sebebi ile en alttaki tabakadan başladığı ve içeriye doğru hasara uğradığı ama hiçbir kompozitin tam olarak ikiye ayrılmadığı belirtilmiştir. Kompozitin en üst yüzeyinde ise sadece reçine çatlakları gözlemlenmiştir. Eğilme yüklemesi esnasında çekme ve basma uzamaları açısından kompozitler arasında bir fark gözlemlenememiştir. Örme kumaş takviyeli kompozitlerde ilmeklerin şekilleri sebebiyle yük taşıma yeteneklerine kıyasla daha düşük yüklere dayanabildikleri ve dayanımlarını reçinenin dayanımını kaybetmesi sebebi ile kaybettikleri belirtilmiştir.

Tercan, Asi, Yüksekaya ve Aktaş (2007) çok tabakalı ribana kumaş takviyeli kompozitlerde tabakaların yerleştirme açısının çekme dayanımına etkisini incelemişlerdir. Tüm tabakaları çubuk doğrultuları kesişecek şekilde yerleştirilen kompozitin çubuk doğrultusundaki çekme dayanımı sıra doğrultusundaki çekme dayanımından daha yüksek çıkarken çubuk doğrultuları kesişen tabakalar arasında çubuk doğrultusu dik olarak bir tabaka yerleştirilerek elde edilen kompozitin ise çubuk ve sıra doğrultularındaki çekme dayanımlarının birbirine yakın çıktığı ve dolayısıyla bu şekilde elde edilen kompozitin daha izotropik olduğu belirtilmiştir. Ayrıca yerleştirme açısından bağımsız olarak tüm kompozitlerde çubuk doğrultusundaki çekme dayanımının en yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda kompozit imalatı esnasında örme kumaşa deformasyon olduğu gözlemlenmiş ve başlangıçta bu deformasyonların kompozit performansına etkilerini inceleyebilmek amacıyla, daha sonraki çalışmalarda ise istenilen yönde mukavemeti arttırabilmek amacıyla kontrollü miktarlarda ve doğrultularda deforme edilen örme kumaş takviyeli kompozitlerin performansları incelenmiştir.

Leong, Nguyen ve Herszberg (1999) milano kumaş takviyeli kompozitlerin çekme ve basma davranışlarına takviye kumaşın belirli bir gerginlik altındayken kompozit haline getirilmesinin etkilerini incelemişlerdir. Takviye kumaş sıra ve çubuk doğrultularında değişik miktarlarda gerili haldeyken kompozit imal etmişlerdir ve

hem sıra hem de çubuk doğrultusunda dayanımlarına bakmışlardır. Çubuk doğrultusunda kumaşın gerilmiş olmasının yüklenme doğrultusundan bağımsız olarak hem sıra hem de çubuk doğrultusunda çekme dayanımını arttırdığı, ancak basma dayanımını çubuk doğrultusunda artırırken sıra doğrultusunda azalttığı belirtilmiştir. Sıra doğrultusunda takviye kumaşın gerilmiş olmasının ise sadece sıra doğrultusunda çekme dayanımını arttırdığı, ancak yüklenme doğrultusundan bağımsız olarak hem sıra hem de çubuk doğrultusunda basma dayanımını azalttığı ifade edilmiştir. Dayanımlardaki bu değişimler kuvvet doğrultusunda yerleşen elyaf miktarındaki değişikliklerle açıklanmıştır: kuvvet doğrultusunda elyaf miktarının artması ile o doğrultudaki dayanım artmaktadır. Hasar davranışının ise takviye kumaşın gerili olmasından bağımsız olarak her durumda reçine çatlaması ile başladığı belirtilmiştir.

Khondker, Leong ve Herszberg (2001) da milano kumaş takviyeli kompozitlerin çekme ve basma davranışlarına takviye kumaşın belirli bir gerginlik altındayken kompozit haline getirilmesinin etkilerini incelemişler, kompozitlerin davranışlarında Leong ve ark.(1999)'nın çalışmasındakilere benzer eğilimleri gözlemlemişlerdir ancak gerginlik miktarları daha önceki çalışmalardan düşük olduğu için basma dayanımındaki değişiklikleri gözlemleyememişlerdir. Ayrıca takviye kumaşın gerilme miktarı ve yönünden bağımsız olarak tüm kompozitlerde en yüksek çekme dayanımının çubuk doğrultusunda gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Her ne kadar hasar başlangıcı aynı da olsa çubuk ve sıra doğrultusunda hasar ilerleyişinin farklı olduğu ifade edilmiş; çubuk doğrultusundaki yüklemelerde hasar, kuvvet eksenine normal doğrultusundayken sıra doğrultusundaki yüklemelerde hasar, çubuk doğrultusundaki çatlakların birleşimi şeklinde gerçekleştiği için açılı bir doğrultuda hasar ilerlemesi olduğu belirtilmiştir. Basma yüklemesinde ise hasarın ilmeklerin kesiştiği bölgelerde oluştuğu ve liflerin burkulması ile ilerlediği gözlemlenmiştir.

Zhangyu, Yanmo ve Hairu (2006b) da takviye kumaşın çubuk doğrultusunda farklı gerginlikler altındayken kompozit haline getirilmesinin kompozitin çekme dayanımına etkisini incelemişlerdir. Daha önceki çalışmalarla uyumlu olarak çubuk doğrultusunda uygulanan gerginliğin kompozitin çubuk doğrultusundaki çekme dayanımını arttırdığını ve hasar başlangıç ve ilerleme şeklinde bir değişiklik

olmadığını belirtmişlerdir. Ancak uygulanacak germe miktarının bir kritik değerinin olduğunu, dolayısıyla bu kritik değer aşıldığında kompozitin dayanımında azalma gözlemlendiğini ifade etmişlerdir. Çubuk doğrultusunda takviye kumaşın gerilmesi ile bu doğrultuda yerleşen elyaf miktarının arttığını ancak aynı zamanda ilmek başlarındaki eğriliğin de arttığını gözlemleyen yazarlar çubuk doğrultusundaki söz konusu kritik gerginlik değerinin elyaf miktarındaki artışın eğrilikteki artıştan hala fazla olduğu en yüksek gerginlik oranı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu kritik değer, kullanılan liflerin özelliklerinden, ilmek yapısından ve geometrik özelliklerinden etkilendiği de ifade edilmiştir.

Tercan, Asi ve Aktaş (2007) ribana kumaş takviyeli kompozitlerin yatak/yataklama (bearing) dayanımını incelemişlerdir. Mil çapının kenara mesafesi, mil çapı ve numune eni etkileri araştırıldığı bu çalışmada yatak dayanımı mil çapının kenara mesafesine bağımlı bulunmuştur ve örme takviyeli kompozitlerin yatak dayanımının izotropik olduğu belirtilmiştir.

Tek tip örme yapısından elde edilen kumaşlarla takviye edilmiş kompozitlerin yanı sıra farklı örme yapılarına sahip kumaş takviyeli kompozitlerin performans açısından karşılaştırıldığı, sıra/çubuk doğrultusundaki performans farklılıklarının, ilmek sıklığının etkilerinin incelendiği çalışmalar da bulunmaktadır.

Khondker, Herszberg ve Leong (2001) takviye kumaşın örme yapısının kompozitin çekme ve basma dayanımlarına etkilerini araştırmışlardır. Değişik ilmek sıklıklarında düz örme, ribana ve milano kumaş takviyeli kompozitlerin çubuk ve sıra doğrultusundaki çekme ve basma dayanımları incelenmiştir. Tüm kompozitler için çekme yüklemeleri altında başlangıçta doğrusal, daha sonra psödo-plastik davranışı takiben kuvvet değerinde düşüş sergiledikleri gözlemlenen benzer yük-uzama eğrileri elde edilirken diğerlerine kıyasla düz örme takviyeli kompozitlerin en yüksek, ribana kumaş takviyeli kompozitlerin ise en düşük hasar yük ve hasar uzama değerlerine sahip oldukları belirtilmiştir. Bu durum yakın lif hacim oranları elde etmek amacı ile düz örme takviyeli kompozitlerde daha fazla sayıda tabaka kullanılması, dolayısıyla tabakalar arası tutunmanın düz örme takviyeli

kompozitlerin çekme dayanımını ve uzamasını arttırdığı şeklinde açıklanmıştır. Tüm kompozitlerde ilmek sıklığının azalması dolayısıyla ilmek kesişim bölgelerinin azalmasıyla dayanımların arttığı gözlemlenmiştir. Çekme rijitliğinin lif hacim oranı ve lif oryantasyonundan etkilendiği belirtilirken, ilmek iplik uzunluğunun çekme dayanımına etkisinin karmaşık olduğu; ilmek iplik uzunluğunun artmasıyla düz örme kumaş takviyeli kompozitlerin çekme dayanımı artarken ribana ve Milano kumaş takviyeli kompozitlerin çekme dayanımında düşme gözlemlendiği belirtilmiştir. Ancak ribana ve milano kumaş takviyeli kompozitler için maksimum çekme dayanımını sağlayan bir optimum ilmek iplik uzunluğu değerinin olduğu da vurgulanmıştır. Kompozitlerin “poisson” oranının ilmek iplik uzunluğu veya ilmek sıklığından ve örme yapısından bağımsız olduğu belirtilmiştir. Tüm örme kompozitler için çubuk doğrultusunda yerleşen elyaf miktarı daha yüksek bulunmuş ve tüm kompozitlerin çekme davranışlarının anizotropik olduğu, çubuk doğrultusundaki çekme dayanımlarının daha yüksek bulunduğu ifade edilmiştir. Basma yüklemelerinde kompozitin davranışında reçine davranışı baskın olduğundan ilmek sıklıkları yakın örme yapısına sahip olan kompozitlerin basma dayanımları birbirine yakın bulunmuştur. Ayrıca çubuk doğrultusundaki basma dayanımları da tüm kompozitler için birbirine yakın bulunurken sıra doğrultusundaki basma yüklemelerinde düz örme kumaş takviyeli kompozitler daha düşük basma dayanımı sergilediği gözlemlenmiştir. Tüm kompozitlerde çubuk doğrultusunda basma dayanımına ilmek iplik uzunluğundaki artışın bariz bir etkisi görülmemiştir ancak ribana ve milano kumaş takviyeli kompozitlerde sıra doğrultusundaki basma dayanımı artan ilmek iplik uzunluğu ile artmaktayken düz örme kumaş takviyeli kompozitlerde sıra doğrultusundaki basma dayanımı artan ilmek iplik uzunluğu ile düşmekte olduğu gözlemlenmiştir. Yüksek çekme ve basma dayanımına sahip örme takviyeli kompozit elde edebilmek için örme takviye kumaşının yapısının yüksek ilmek çapı eğriliklerine sahip basit ve az sayıda ilmek kesişme noktası içeren seyrek bir yapının tercih edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Khondker, Leong, Herszberg ve Hamada (2005) milano, ribana ve düz örme kumaş takviyeli kompozitlerin darbe ve darbe sonrası basma davranışlarına ilmek iplik uzunluğunun ve ilmek sıklığının etkilerini incelemiştir. Darbe sonrası basma

davranışları çubuk doğrultusunda incelendiği bu çalışmada benzer ilmek iplik uzunluklarına sahip yapılardan düz örme kumaş takviyeli kompozitler en yüksek, ribana kumaş takviyeli kompozitler en düşük darbe dayanımını sergilemiştir. Darbede oluşan hasarın ise tek eksenli filament takviyeli kompozitlerde gözlemlenenden farklı olarak daireye yakın bir alana sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Khondker ve ark. (2005), farklı örme yapılarını karşılaştırabilmek için “toplam ilmek sıklığı” isimli bir terim tanımlamışlar, buna göre yapının toplam ilmek sıklığı değeri arttıkça yapının birim hücrelerinin boyutlarının küçülmekte olduğu, böylece kalınlık doğrultusundaki dayanımının yani darbe dayanımının artmakta olduğu ifade edilmiştir. Ribana yapısındaki takviye kumaşın en düşük toplam ilmek sıklığına sahip olduğu için en düşük darbe dayanımına sahip olduğu bulunmuştur. Yazarlar örme yapıların reçine içerisinde daha homojen elyaf dağılımına sahip olmaları sebebiyle saç örgüsü, tek eksenli prepeg takviye malzemeleri ile karşılaştırıldıklarında daha yüksek darbe dayanımlarına sahip olduklarını vurgulamışlardır.

Alpyıldız, İçten, Karakuzu ve Kurbak (2009) takviye kumaş yapısında bulunan askı ilmeklerinin çekme, basma, darbe ve darbe sonrası basma dayanımlarına etkilerini incelemiştir. Bu amaçla aynı ilmek sıklıklarına sahip ribana kumaş ve tam selanik yapısından türetilmiş bir yapıya sahip kumaş takviyeli kompozitler karşılaştırılmıştır. Tüm kompozitler için önceki çalışmalarda da ifade edildiği üzere çubuk doğrultusundaki çekme ve basma dayanımları daha yüksek bulunmuştur. Askılı yapı olan selanik türevi kumaş takviyesine sahip kompozitlerin sıra doğrultusundaki çekme dayanımları ribana kumaş takviyeli kompozitlerin sıra doğrultusundaki çekme dayanımından daha yüksek bulunurken, çubuk doğrultusundaki dayanımı ribana kumaş takviyeli kompozitlerin çubuk doğrultusundaki çekme dayanımından daha düşük bulunmuştur. Askı ilmeğinin yapısı dolayısıyla sıra doğrultusundaki çekme yüklemelerde katkısının daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Ancak hem sıra hem de çubuk doğrultusundaki basma dayanımlarına askı ilmeğinin bir etkisi olmadığı vurgulanmıştır. Basma ve çekme davranışları açısından askılı kumaş takviyesine sahip kompozitler, ribana kumaş takviyeli kompozitlere kıyasla daha izotropik bulunmuştur. Askı ilmeğinin kalınlık

doğrultusundaki elyaf miktarını arttırması yanında diyagonal doğrultuda elyaf oryantasyonunu da arttırması sebepleriyle darbe dayanımını arttırdığı belirtilmiştir. Askılı yapı olan selanik türevi kumaş takviyesine sahip kompozitlerin darbe sonrası basma dayanımları da daha yüksek bulunmuştur.

Stolyarov (2009) da kumaş yapısının kompozit performansına etkilerini karşılaştırmalı olarak çalışmıştır. Ribana, düz örme, fransız pikesi, milano kumaş takviyeli kompozitler üzerinde yapılan bu çalışmada daha önceki çalışmalarla benzer olarak tüm kompozitlerin çubuk doğrultusundaki dayanımları daha yüksek bulunmuştur. Çekme davranışları açısından ribana kumaş takviyeli kompozitlerin diğerlerine kıyasla daha izotropik olduğu belirtilmiştir. Çubuk doğrultusundaki yüklemelerde düz örme kumaş takviyeli kompozitler, sıra doğrultusundaki yüklemelerde ise Milano kumaş takviyeli kompozitler en yüksek çekme dayanımına ve rijitliğine sahip olduğu ifade edilmiştir.

Diğer kumaş üretim teknikleriyle (dokuma, saç örgüsü, dokusuz yüzey) elde edilen kumaşlarla takviye edilen kompozitlerin örme kumaş takviyeli kompozitlerle kıyaslanması da yapılmıştır.

Leong, Falzon, Bannister ve Herszberg (1998) Milano kumaş takviyeli kompozitlerin çekme, basma, yataklama, darbe ve darbe sonrası basma davranışlarını incelemişlerdir ve dokuma kumaş takviyeli kompozitlerin davranışları ile karşılaştırma yapmışlardır. Örme kumaş takviyeli kompozitlerin çubuk doğrultusundaki çekme dayanımları sıra doğrultusundaki çekme dayanımlarına kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Artan lif hacmi oranı ile örme kompozitlerin çekme dayanımı artmıştır. Çekme yüklemelerinde ilk hasar olarak reçinede çatlaklar gözlenmiştir. Örme kompozitlerin basma dayanımları sıra ve çubuk doğrultusunda birbirine yakın bulunmuştur. Dokuma kompozitlerinin aksine örme kompozitlerin basma dayanımları çekme dayanımlarından daha yüksek bulunmuştur. Örme kompozitlerin yataklama dayanımları sıra ve çubuk doğrultusunda birbirine yakın bulunurken her ne kadar yakın lif hacim oranına sahip dokuma kompozitlerine kıyasla daha düşük çekme ve basma dayanımlarına sahip olsalar da yataklama

dayanımlarının birbirine yakın olduğu belirtilmiştir. Örme kompozitlerinde dayanım kaybına kadar pek çok sayıda mikro çatlama oluşması sebebiyle dokuma kompozitlerine göre örme kompozitlerin darbe dayanımlarının daha yüksek bulunduğu ifade edilmiştir.

Mouritz, Baine ve Herszberg (1999) örme, dokuma ve saç örgüsü kumaş takviyeli kompozitlerin tabakalar arası kırılma tokluk davranışlarını karşılaştırmıştır. Lif hacim oranları birbirine yakın olan kompozitlerin karşılaştırıldığı bu çalışmada örme ve saç örgüsü kompozitlerinin daha yüksek tabakalar arası kırılma tokluğu değerine sahip olduğu vurgulanmıştır, yani örme ve saç örgüsü kompozitlerin darbe dayanımları daha yüksek bulunmuştur. Gerekçe olarak da örme ve saç örgüsü kompozitlerdeki hasar mekanizması gösterilmiştir; örme kompozitlerde lokal çatlakların birleşmesi, saç örgüsü kompozitlerde ise çatlak saçaklanması şeklindeki hasar mekanizmalarında delaminasyon çatlama gözlemlenmediği belirtilmiştir.

Falconnet, Bourban, Pandita, Manson ve Verpoest (2002) ribana ve Milano kumaş takviyeli kompozitlerin I modu hasar davranışlarını incelemiştir. Dokuma kumaş takviyeli kompozitlerle karşılaştırmanın da yapıldığı çalışmada örme kumaş takviyeleri farklı çubuk sıklıklarında üretilmiştir. Çatlak ilerlemesi için dokuma kompozitlere kıyasla örme kompozitlerde daha yüksek kuvvetlere gereksinim olduğu belirtilmiştir. Buna gerekçe olarak da örme yapıdaki çatlak ilerleme mekanizması gösterilmiştir; çubuklar arası sürtünme, ilmeklerin etrafında çatlak ayrılmaları ve iplik kopmaları ki son ikisi birlikte etkiyerek örme takviyeli kompozitlerde delaminasyon dayanımını arttırdığı vurgulanmıştır.

Pandita ve Verpoest (2004) atkılı ve çözgülu örme takviyeli kompozitlerin sıra ve diyagonal doğrultuda çekme yorulması performanslarını dokuma kumaş ile karşılaştırmışlardır. Daha düşük lif hacim oranlarına sahip olmaları sebebiyle örme kumaş takviyeli kompozitlerin sıra doğrultusundaki yorulma dayanımı dokuma kumaş takviyeli kompozitlere kıyasla daha düşük bulunmuştur. Ancak diyagonal doğrultuda örme kumaş takviyeli kompozitler dokuma kumaş takviyeli kompozitlerle karşılaştırılabilir olarak ifade edilmiştir. Örme kumaş takviyeli kompozitlerde

yorulma hasarının iplik-reçine ayrılması ile başladığı, ayrılmanın yüklemeye doğrultusuna dik bir yönde ilerleyerek belirli bir alanda yoğunlaştığı ve son hasarsın da bu alanda meydana geldiği belirtilmiştir. Yorulma hasarı gelişiminin yüklemeye doğrultusuna bağlı olduğu; sıra/çubuk doğrultularındaki yüklemelerde hasarın elyafa bağlı, diyagonal doğrultuda ise matrise bağlı olduğu vurgulanmıştır.

Bu çalışmalarda örme kumaş takviyeli kompozitlerin çubuk doğrultusundaki çekme ve basma dayanımlarının diğer herhangi bir doğrultudaki dayanımlarından daha yüksek olduğu ve darbe davranışlarının izotropik olduğu vurgulanmıştır. Kompozit içerisindeki lif oryantasyonunun ve lif hacminin gerek kumaş yapısının değiştirilmesi gerekse tabaka yerleştirme açılarıyla yüklemeye doğrultusunda artırılarak daha yüksek dayanımlar elde edilebileceği ifade edilmiştir. Örme kumaş takviyeli kompozitlerde hasarın reçinedeki çatlaklar ile başlayıp ilmeklerin gerilmesi sonrası gerilmenin ilmek kesişme noktalarında birikmesini takip eden iplik kopuşlarıyla gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Dokuma kumaş takviyeli kompozitlerle kıyaslandığında çekme ve basma dayanımları daha düşük bulunmasına rağmen örme kumaş takviyeli kompozitlerin basma davranışları daha izotropik ve darbe dayanımları ise daha yüksek bulunmuştur.

1.3.2.2 İplik Yatırlı Atıklı Örme Kumaş Takviyeli Kompozitlerin Performansları Üzerine Yapılan Çalışmalar

Dayanımlarındaki zayıflığı ortadan kaldırarak teknik alanlarda kullanılabilirliklerini arttırabilmek için örme yapıların içerisine sıra ve çubuk doğrultusunda yatırım ipliği atılarak kumaş yapısı geliştirilmiş ve bu yapıların kompozit performansına etkileri incelenmiştir.

Dümdüz bir ipliği örme yapısının içerisine yatırmadan önce atlama ilmekleri kullanılarak yapıdaki bu değişikliğin kompozit performansı üzerine etkilerini incelemiş olan çalışmalardan bahsedilecektir.

Bu amaçla Khondker, Fukui, Nakai ve Hamada (2004) 2, 4 ve 6 iğne atlamalı örme yapılar elde ederek bu yapılarla takviye edilen kompozitlerin sıra ve çubuk doğrultusundaki çekme davranışlarını incelemişlerdir. Sıra doğrultusundaki yüklemelerde atlama ilmeklerinin yük eksenine doğrultusunda yerleşen elyaf miktarını arttırması sebebiyle çekme dayanımında artış gözlemlenmiştir. Komşu atlama ilmeklerinin sayısının artmasıyla sıra doğrultusundaki çekme dayanımında artış gözlenirken çubuk doğrultusundaki çekme dayanımında düşme olduğu belirtilmiştir. Sıra doğrultusundaki yüklemelerde en zayıf noktaların atlama ilmeği ve atlama ilmeğinin komşusu olan düz ilmeğin ayağı olduğu ifade edilmiştir. Bu doğrultudaki yüklemelerde kompozitte kırılmanın yüklemeye doğrultusuna dik olarak ilmeklerin kesişme bölgeleri doğrultusunda ve atlama ilmeklerin başladığı noktalar boyunca olduğu belirtilmiştir. Çubuk doğrultusundaki yüklemelerde ise en zayıf noktaların bir önceki sıraya ait olan ama atlama ilmeği sebebiyle uzayan ilmeğin başı ve bu ilmeği tutan mevcut sıraya ait ilmeğin ayağı olduğu, ayrıca yine yüklemeye doğrultusuna dik olacak şekilde kırılma düzleminin atlama ilmeği boyunca olduğu ve kırılmanın ilmeklerin kesişme bölgeleri boyunca aynı sırada ilerlediği vurgulanmıştır.

Araujo, Fanguero ve Soutinho (2009) da yine atlamalı bir yapı olan futter kumaş takviyeli kompozitlerin sıra doğrultusundaki çekme performansını incelemişlerdir. Atlama uzunluğunun, sıra sıklığının ve iplik numarasının etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada sıra sıklığının artmasıyla futter ipliğinin yapıya katkısının arttığı ve bunun da kompozitin sıra doğrultusundaki çekme dayanımını arttırdığı belirtilmiştir. Futter ipliğinin numarasındaki artışın da kuvvet doğrultusundaki lif adedini arttırması sebebiyle sıra doğrultusundaki çekme dayanımına pozitif etkisi olduğu ifade edilmiştir. Yine komşu atlama ilmeklerinin sayısının artışı ile sıra doğrultusundaki çekme dayanımının arttığı gözlemlenmiştir.

Askı ya da düz ilmeklerle yapıya bağlanan atlama ilmeklerinin kompozit dayanımına yaptığı olumlu gelişmelerden ilmekler arasında sıra doğrultusunda dümdüz yerleştirilmiş (yapıya herhangi bir şekilde bağlanmamış) yatırım ipliği içeren yapıların kompozit performansına olumlu etkileri olacağı ön görülebilir. Söz

konusu yatırım ipliği sıra doğrultusunda yerleştirildiğinde “atkı yatırımı”, çubuk doğrultusunda yerleştirildiğinde ise “çözgü yatırımı” şeklinde ifade edilebilmektedir.

Yatırım ipliği içeren yapıların kompozit performansları üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde ilk olarak Ramakrishna ve Hull (1993) ‘un bu konuda çalıştığı görülebilir. Yazarlar, sıra doğrultusunda yatırım ipliği içeren ribana kumaş takviyeli kompozitlerin basma ve enerji emme davranışlarını inceledikleri bu çalışmada tüp formda imal ettikleri atkı yatırımlı kompozitlerin yatırımsızlara kıyasla daha yüksek enerji emebildiklerini bulmuşlar ve yatırım yönüne bağlı olarak hasar modunun değişebileceğini vurgulamışlardır.

Naveen, Vani, Prakasha, Divakar, Ananthkrishnan ve Rao (2000) da yine sıra doğrultusunda yatırım ipliklerinin kompozitlerin çekme ve eğilme davranışlarına etkisini incelemişlerdir ve yatırım ipliğinin kompozitin sıra doğrultusundaki çekme ve eğilme dayanımlarını arttırdığı belirtilmiştir. Ayrıca yatırım ipliğinin numarasının artırılması ile dayanımların olumlu etkilendiği de vurgulanmıştır. Bu çalışmada ayrıca % 65 lif hacim oranına sahip bir dokuma kumaş kompoziti ile yakın çekme ve eğilme değerlerine sahip atkı yatırımlı ribana kumaş takviyeli kompozit üretilmiştir.

Sugun ve Rao (2000) ise sıra doğrultusunda yatırım ipliği içeren ribana kumaş takviyeli kompozitlerin darbe davranışlarını araştırmışlardır ve eşit lif hacim oranına sahip dokuma kumaş takviyeli kompozitle performans karşılaştırması yaparak atkı yatırımlı ribana kumaş takviyeli kompozitlerin daha yüksek darbe dayanımı sergilediğini ve darbe hasarlarının daha az olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yatırım ipliğinin numarasının artması ile darbe dayanımında artış olduğunu da ifade edilmiştir.

Vuure, Ko ve Beevers (2003) da atkı yatırımlı interlok kumaş takviyeli kompozitlerin çekme davranışlarını incelemiş, modül ve dayanım değerlerini veren basit bir model önermenin yanı sıra yatırım ipliğinin kompozit dayanımını arttırdığı

ve yatırım ipliği olarak değişik numaralarda ve elyaf tiplerinde iplik kullanabilmenin tasarım açısından bir avantaj olduğunu vurgulamışlardır.

Dev, Swarna ve Madhusoothanan (2005) da atkı yatırımı ribana kumaş takviyeli kompozitlerin çekme dayanımları üzerine çalışmışlar ve daha önceki çalışmalara paralel olarak yatırım doğrultusundaki çekme yüklemelerinde kompozit performansının arttığını tespit etmekle birlikte takviye kumaşların yerleştirme açıları değiştirilerek çekme davranışları açısından izotropik bir örme kumaş takviyeli kompozit elde etmeyi başarmışlardır. Bunun için sıra doğrultuları çakışan iki adet atkı yatırımı ribana kumaşın arasına sıra doğrultusu dik olarak atkı yatırımı ribana kumaş tabakası yerleştirilmiş, böylece çubuk doğrultusunda da yatırım olması sağlanmıştır. Atkı yatırımı örme kumaş takviyeli kompozitlerin eğilme modülünün sıra doğrultusunda arttığı, darbe dayanımlarının ise hem sıra hem de çubuk doğrultusunda arttığı belirtilmiştir.

Abounaim, Hoffmann, Deistel ve Cherif (2009) askılı ve atkı yatırımı sandviç kumaş takviyeli kompozitlerin çekme davranışlarını incelemiş ve atkı yatırımı sandviç kumaş takviyeli kompozitlerin çekme dayanımlarını daha yüksek bulmuşlardır. Örme işlemi esnasında ipliklerin ilmek, askı ve yatırım ipliği olarak şekil alması ile ipliklerin uğradığı dayanım kayıpları tespit edilmiş ve en yüksek hasarın ilmek oluşturan iplikte olduğu görülmüştür. Atkı yatırımı ile kompozitlerin sıra doğrultusundaki çekme dayanımları çubuk doğrultusundaki çekme dayanımlarından fazla çıkmıştır. Eğilme dayanımı yine atkı yatırımı sandviç kumaş takviyeli kompozitler için daha yüksek bulunmuştur. Ancak atkisiz ve askısız sandviç kumaş takviyeli kompozitlerde eğilme davranışları izotropik olarak gözlemlenmiştir. Darbe dayanımları açısından da sıra doğrultusunda iplik yatırımı kompozitler daha yüksek dayanım sergilerken askılı kompozitler izotropik davranış sergilemiştir. Atkı yatırımı yanı sıra çözümlü yatırımlarının da yerleştirilmesinin örme kumaş takviyelerindeki gelişim için gereklilik olduğu belirtilmiştir.

Atkı yatırımı yanı sıra çözümlü yatırımlarının da bulunduğu kompozitlerin performansları üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde Liu, Sun, Hu ve Gu (2007)

atkı ve çözgü yatırımı sandviç kumaş takviyeli kompozitin basma davranışlarını incelemiş, dokuma kumaş ve saç örgüsü kumaş kompozitleri ile karşılaştırmasını yapmışlardır. Biaksenel sandviç kumaş takviyeli kompozitin daha yüksek basma dayanımına ve rijitliğine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Abounaim, Hoffmann, Deistel ve Cherif (2010) hem atkı hem de çözgü yönünde yatırım ipliği olan tek plaka örme kumaş takviyeli kompozitlerin çekme, eğilme ve darbe performanslarını incelemişler, sadece atkı yatırımı bulunan takviye kumaş kompozitlerinin davranışları ile karşılaştırma yapmışlardır. Atkı yatırımı örme kumaş kompozitlerinin atkı ve çözgü yatırımı örme kumaş takviyeli kompozitlere kıyasla daha yüksek çekme dayanımına (sıra doğrultusunda) sahip olduğu bulunmuştur. Bu kompozitlerin çekme dayanımları tek yönde yatırımı kompozitlerin çekme dayanımlarından daha düşük çıksa da sıra ve çubuk doğrultusundaki çekme dayanımları birbirine yakın bulunmuştur ki bu da çekme davranışlarında izotropi anlamına gelmektedir. Benzer sıralama ve eğilimler kompozitlerin eğilme dayanımı için de geçerlidir. Darbe dayanımı açısından en yüksek değeri askılı örme kumaş takviyeli kompozitleri takiben atkı yatırımı örme kumaş takviyeli kompozitleri sergilemiştir. İki eksenli örme kumaş takviyeli kompozitlerin darbe dayanımlarının atkı yatırımı örme kumaş takviyeli kompozitlere kıyasla düşük çıkması konusunda bir yorum yapılmamıştır.

Hu, Sun, Sun ve Gu (2010) ise atkı ve çözgü yatırımı sandviç kumaş takviyeli kompozitin darbe ve enerji emme davranışları üzerine çalışmış, dokuma kumaş kompoziti ve alüminyum plakalar ile karşılaştırmasını yapmışlardır. Tekstil kompozitlerinde darbe enerjisi reçine çatlaması, elyaf kırılmaları ve arayüz kayma hasarı gibi mekanizmalar ile emilirken alüminyum plakalarda sadece plastik deformasyonla enerji emilimi gerçekleştiği belirtilmiştir. Darbe yüklemeleri esnasında küçük deformasyon ve daha az hasar oluşması sebebi ile alüminyum plakalara kıyasla tekstil kompozitlerinin daha az enerji emdikleri ve dolayısıyla alüminyum plakalardan daha sert oldukları ifade edilmiştir. Bu sebeplerle tekstil kompozitlerinin uçak ve yüksek hızlı araç tasarımı uygulamalarına daha uygun olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada incelenen tekstil kompozitleri arasında ise dokuma

kumaş kompozitlerinin darbe dayanımlarının atkı ve çözümlü yatırımı sandviç kumaş takviyeli kompozitlere kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur.

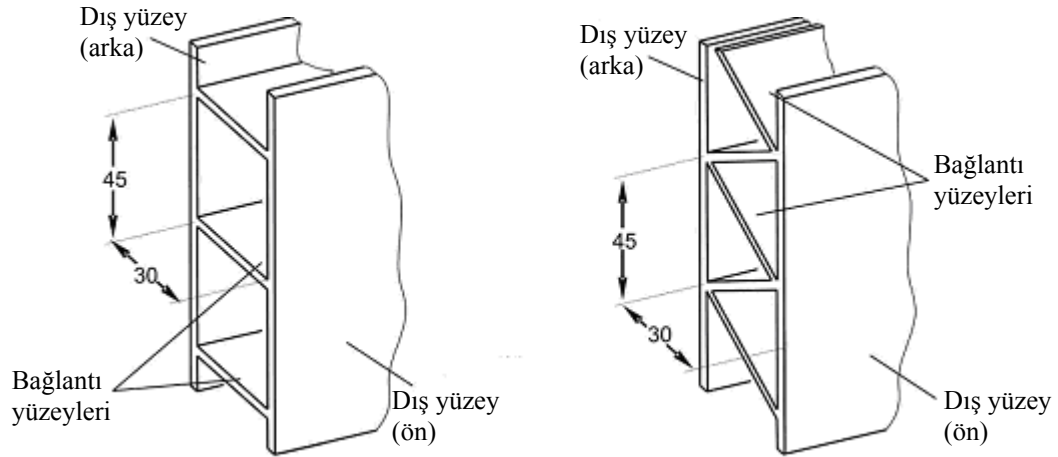
Yapılan bu çalışmalardan örme kumaş yapısına takviye ipliklerinin dahil edilmesi ile örme kumaş takviyeli kompozitlerin performanslarının iyileştirilebildiği görülmektedir. Her ne kadar sınırlı sayıda çalışma yapılmış olsa da hem atkı hem de çözümlü yatırımı yapıların performansının sadece atkı yatırımı yapıların kompozit içerisindeki performansı ile kıyaslanmasında ise hem atkı hem de çözümlü yatırımı kumaş takviyeli kompozitlerin dayanımlarında azalma ama davranışlarında izotropi olduğu belirtilmektedir. Hem atkı hem de çözümlü yatırımı yapılar sadece çözümlü yatırımı yapılar ile karşılaştırılmamıştır çünkü bugüne dek yapılan çalışmalarda atkılı örme yapıların içerisine atkı yatırımsız çözümlü yatırımı yapabilen bir makineye rastlanamamıştır.

1.3.2.3 Atkılı Düz Örme Makineleri Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Klasik örme yapılarla başlamak üzere değişik örme yapılarının takviye kumaş olarak kullanılmasıyla elde edilen kompozitlerin performansının geliştirilmesi için örme yapıların geliştirilmesi gerekmektedir. Bazı yapıların üretilebilmesi için ise örme makinelerinin üzerinde bazı modifikasyonlara ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu bölümde öncelikle herhangi bir modifikasyona gerek duyulmadan atkılı düz örme makinelerinin şekil verebilme kabiliyetleri üzerinde durulacak, daha sonra yatırım ipliklerinin yapı içerisine dahil edilmesi için örme makineleri üzerinde yapılan modifikasyonlardan bahsedilecektir.

Ünal, Hoffmann, ve Cherif (2006) ve Cherif, Rödel, Diestel, Hoffmann, Hersberg ve Torun (2007) herhangi bir modifikasyon yapılmaksızın ve ilave düzeneğe ihtiyaç duymaksızın atkılı düz örme makinelerinde ilmek transferi kullanılarak değişik kesit alanlarına (Şekil 1.17) sahip sandviç kumaşların üretilebileceğini göstermişlerdir. Bu yapıları elde edebilmek için önce ön ve arka yatakta birbirinden bağımsız düz örme yapıları tek numaralı iğnelerin kullanımıyla imal edilmektedir, Şekil 1.17 de görülebileceği gibi 45 mm uzunluğunda bu şekilde her iki yatakta ayrı kumaşlar elde

edilir. Bu uzunluğa erişildikten sonra ilk sırada ön iğne yatağında çift numaralı iğnelerde ilmek, tek numaralı iğnelerde ise askı yapılır, böylece bağlantı yüzeyinin ilk sırası üretilmiş olur. Askı ilmekleriyle bu yatakta örülmüş olan düz örme yapısından oluşan dış yüzey ile bağlantı yüzeyi birbirine bağlanmaktadır. Bu şekilde ön iğne yatağında sadece çift numaralı iğnelere kullanılarak düz örme yapısı örülür ve bağlantı yüzeyi elde edilir (Şekil 1.17’de bağlantı yüzeyini elde etmek için 30 mm uzunluğunda örüldüğü görülmektedir). İstenen uzunlukta örüldükten sonra son sıradaki ilmekler arka yatağın tek numaralı iğnelere transfer edilir, böylece bağlantı yüzeyi ön ve arka dış yüzeyleri birbirine birleştirmiş olur. Ön yatakta bağlantı yüzeyinin örülmesi esnasında arka yatakta dış yüzey olarak düz örme yapısı da örülmeye devam etmektedir. Takip edilen örme raporu Şekil 1.18’de görülmektedir.

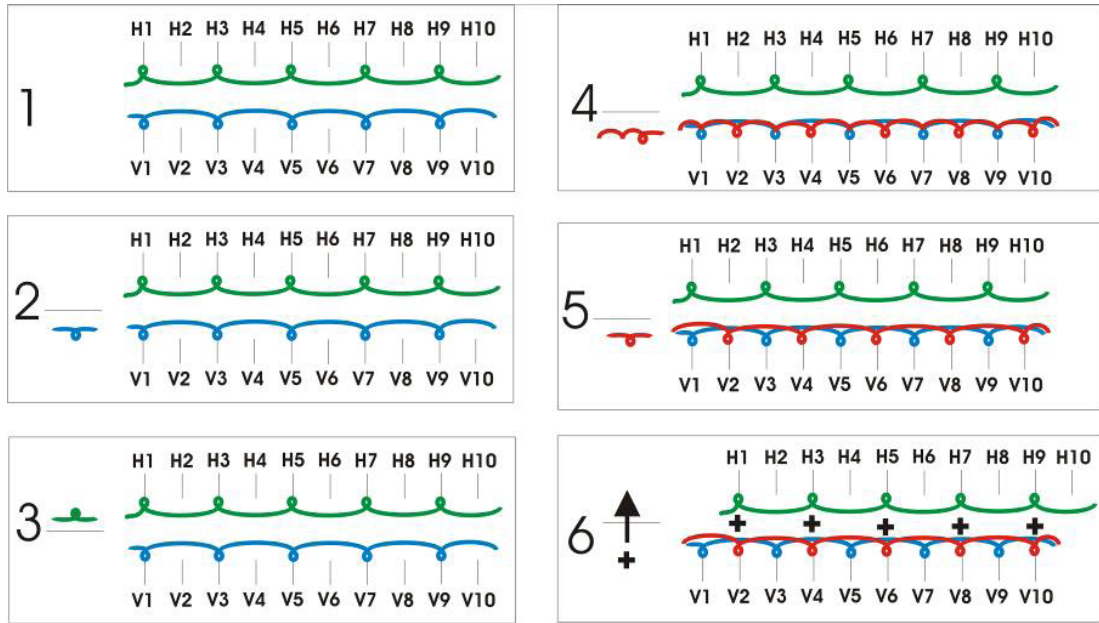


Şekil 1.17 U ve V kesit alanlı 3 boyutlu sandviç kumaşlar (Cherif ve ark., 2007)

Fangueiro, Nunes, Soutinho ve Araujo (2009) da yine herhangi bir modifikasyona ya da ilave düzeneğe gerek duymadan atkılı düz örme makinelerinde ilmek eksiltmeyle t-boru bağlantı parçası için futter örme yapısından takviye kumaş üretebilmişlerdir. Böylece örme makinesinden tam istenen ebatlarda herhangi bir kesme ya da dikme işlemine ihtiyaç duyulmaksızın istenen şekilde takviye kumaş elde edilebilmiştir. Bu çalışmada t-boru bağlantı parçası kompozit olarak da imal edilmiştir.

Atkı yatırımı yapılarının üretildiği çalışmalara bakıldığında ve düz örme makinelerinin desenlendirme kabiliyetleri göz önüne alındığında mevcut atkılı düz

örme makinelerinde herhangi bir modifikasyon yapmadan çift yatakta üretilebilen tüm örme yapılarına atkı yatırımının yapılabileceği görülmektedir. Örme desen programlarında uygun komutların verilmesi ve mekiklerin örme kafalarında seçimlerinin ayarlanması ile atkı yatırımı yapılabilmektedir. Çözgü yatırımı yerleştirme üzerine ise herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte hem atkı hem de çözgü yatırımı yerleştirmek için atkılı düz örme makineleri üzerinde yapılmış çalışmalar mevcuttur.



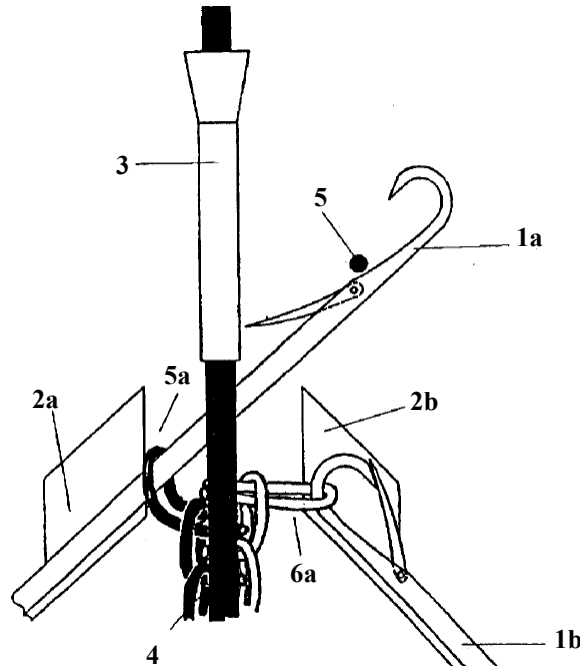
Şekil 1.18 U kesitli 3 boyutlu sandviç kumaşa ait örgü raporu (Cherif ve ark., 2007)

Offermann, Hoffmann ve Engelmann (2001), Steiger Aries 3 serisinden atkılı düz örme makinesi kullanılarak hem atkı hem de çözgü yatırımı örme kumaş takviyelerinin nasıl elde edileceğini belirtmişlerdir. Öncelikle Steiger Aries 3 serisi atkılı düz örme makinesinden bahsedilecek olursa bu makinede mekiklerin, örme bölgesi boyunca hareket edebilecekleri raylar sistemi (Şekil 1.19) üzerinde taşındığı ve her bir mekiğin birbirinden bağımsız olarak hareket ettirilip istenilen iğne aralığında durdurulabildikleri görülmektedir. Ayrıca örme kafalarını birbirine bağlayan bağlantı parçası ise bulunmamaktadır (Steiger Aries.3, 2009). Böylece mekiklerin bazıları örme işlemini gerçekleştirirken bazıları atkı yatırımı, diğerleri ise çözgü yatırımı yapabilmektedir. Örme bölgesinde mekiklerin ve iğnelerin konumu Şekil 1.20’de görülmektedir.



Şekil 1.19 Steiger Aries 3 serisinden atkılı düz örme makinesi
(Steiger Aries.3, 2009)

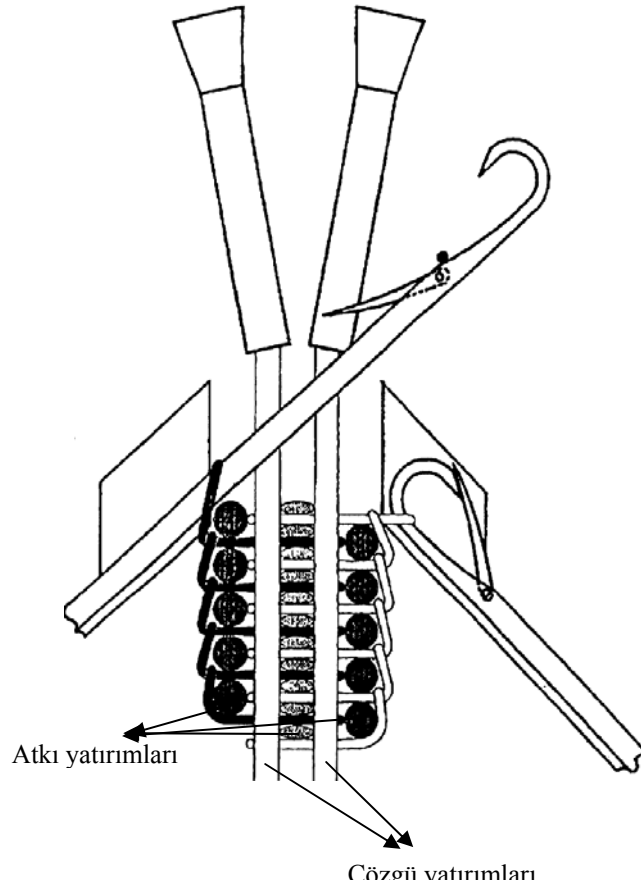
Ön ve arka iğne yataklarında birbirinden bağımsız iki kumaş üretilirken iğnelerin yükseldiklerinde örme ipliğini, iğne yataklarının tam ortasına beslenen çözügü yatırım ipliğini de dahil ederek alıp alçalması sonucu her iki yatakta bağımsız olarak üretilmiş olan iki yapı çözügü yatırımı sayesinde birbirine bağlanmış olur, sonuçta çözügü yatırımı çift yataklı örme yapısı elde edilir.



Şekil 1.20 Çözügü yatırımı çift yataklı örme yapısının üretilmesi, 1a:ön yatak iğneleri, 2a: ön iğne yatağı, 1b: arka yatak iğneleri, 2b: arka iğne yatağı, 3: çözügü yatırım ipliği kılavuzu, 5a: ön yatak iğnelerindeki yarım ilmek,

6a: arka yatak iğnelerindeki yarım ilmek, 5: ön yatak iğnelerine beslenen örme ipliği, 4: çözgü yatırım ipliği (Offermann ve ark., 2001)

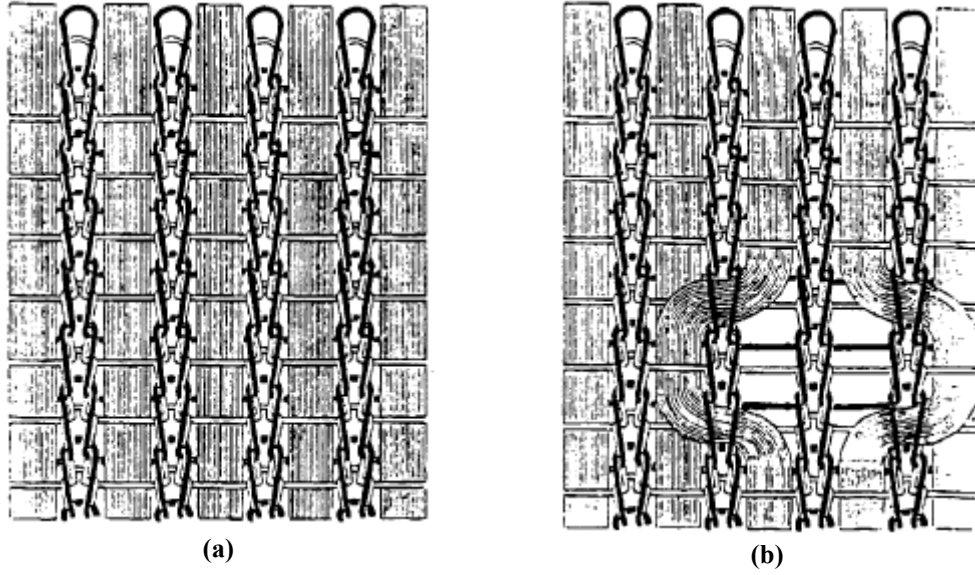
İlmekler ile çözgü yatırımı arasına atkı yatırımı ya da birden fazla çözgü yatırımı yerleştirmek için ise Şekil 1.21'de belirtildiği üzere bir mekik yerleşimine ihtiyaç bulunmaktadır.



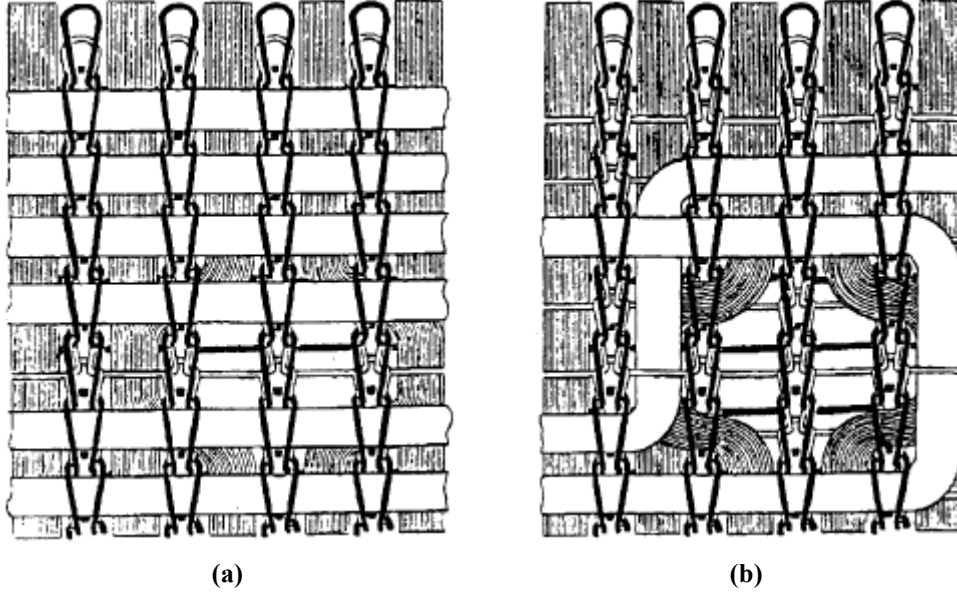
Şekil 1.21 3 atkı ve 2 çözgü yatırımı bulunan çift yataklı örme yapısının üretilmesi (Offermann ve ark., 2001)

Mekiklerin bağımsız kontrolü mümkün olduğu için çift yataklı örme yapılarına çözgü yatırımları rahatlıkla yapılabilmekte (Şekil 1.22a), çözgü yatırımlarının konumları örme bölgesi boyunca değiştirilebildiği için çözgü yatırımlarının yerleştiği ilmek aralıkları değiştirilebilmekte (Şekil 1.22b), ayrıca çözgü yatırımı yanında atkı yatırımı da atılıp (Şekil 1.23a) atkı yatırımlarının bulunduğu sıralar (Şekil 1.23b) değiştirilebilmektedir. Bu makinenin kullanımı ile tek yataklı örme yapılarına ise tek

başına çözü yatırımı yapmak mümkün değildir, ancak atkı yatırımı ile birlikte çözü yatırımı yapılabilir.



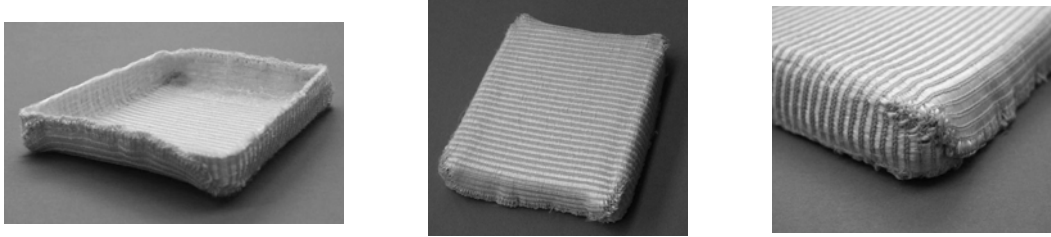
Şekil 1.22 (a) Çift yataklı örme yapısına yerleştirilmiş çözü yatırımları, (b) Çift yataklı örme yapısına yerleştirilmiş çözü yatırımlarının farklı ilmek aralıklarına kaydırılması (Offermann ve ark., 2001)



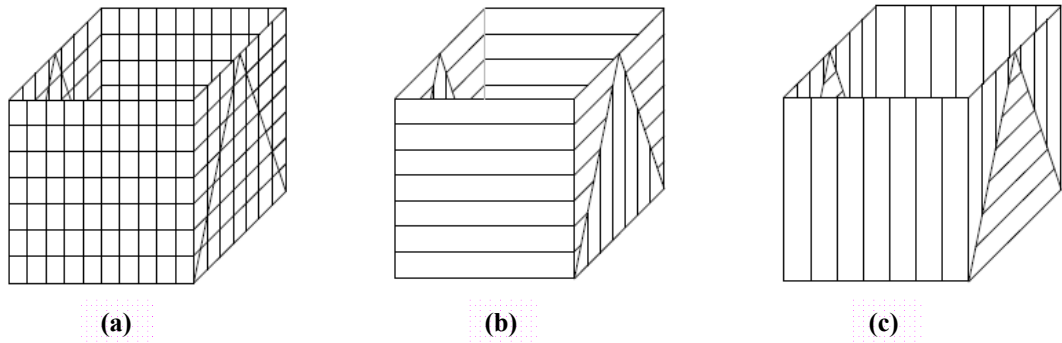
Şekil 1.23 (a) Atkı ve çözü yatırımlı çift yataklı örme yapısı, (b) Çift yataklı örme yapısına yerleştirilmiş çözü yatırımlarının farklı ilmek aralıklarına, atkı yatırımlarının farklı sıralara kaydırılması (Offermann ve ark., 2001).

Elde edilecek nihai kompozitin şekline göre atkı ve çözü yatırımlarının yerleri düzenlenerek değişik şekillerde atkı ve çözü yatırımlı örme kumaş takviyelerinin

elde edilmesi böylece mümkün olmuştur (Cebulle, Diestel ve Offermann, 2002). Örnek olarak Şekil 1.24’de görülmekte olan kübik takviye kumaş atkı ve çözgü yatırımlarının Şekil 1.25’deki gibi uygun yerlerde bulunması sayesinde dikişsiz olarak üretilmiştir.



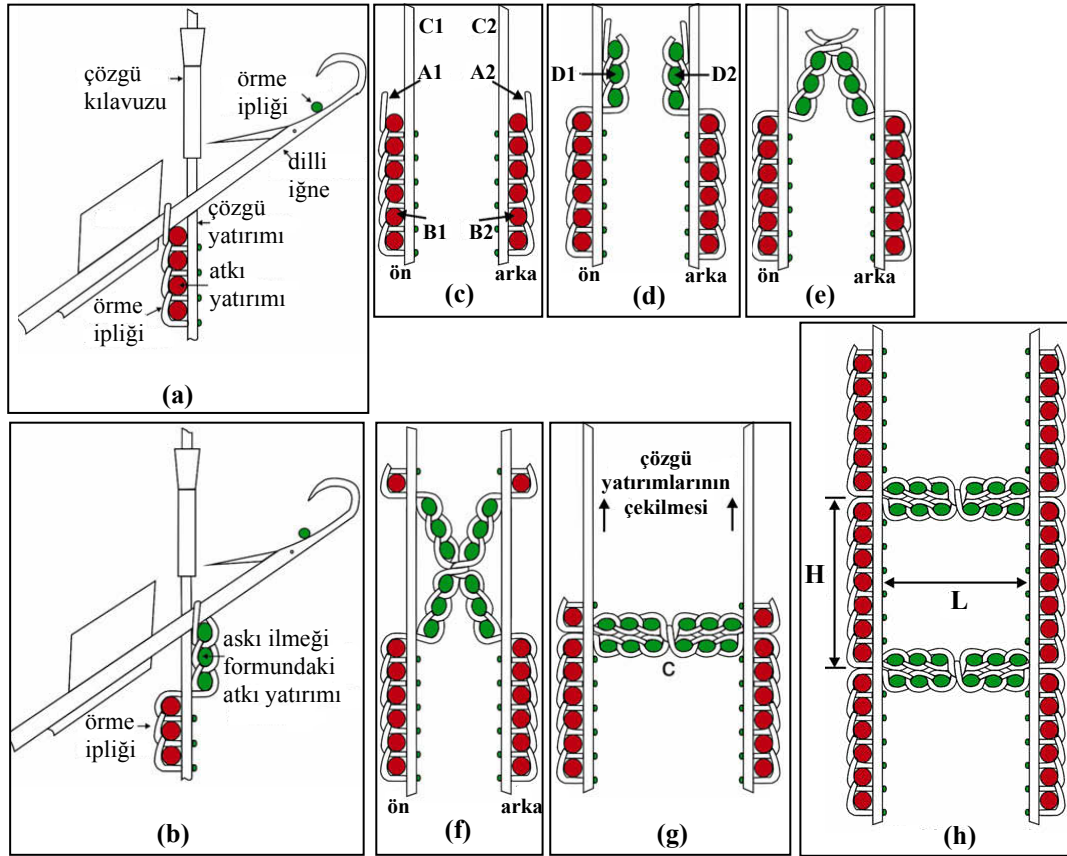
Şekil 1.24 Atkı ve çözgü yatırımlı örme kumaşın üretim aşamasında şekillendirilmesi ile kesme ya da dikme işlemine gerek duyulmaksızın imal edilen kübik tekstil örneği (Cebulle ve ark., 2002)



Şekil 1.25 Kübik örneğin üretilmesi için atkı ve çözgü yatırımlarının konumlarının şematik gösterimi, (a) atkı ve çözgü yatırımları beraber, (b) atkı yatırımlarının konumu, (c) çözgü yatırımlarının konumu (Cebulle ve ark., 2002).

Steiger Aries 3 serisi atkılı düz örme makinesinde Cherif ve ark. (2007) ’nın daha önce bahsedilen çalışmasında elde ettikleri U ve V kesitli sandviç yapıları atkı ve çözgü yatırımlı olarak da elde etmek mümkündür (Abounaim ve ark., 2010). Bunun için her bir iğne yatağına birer adet olmak üzere iki çözgü ve iki atkı yatırım ipliği birbirinden bağımsız olarak iğne yataklarına beslenir. Her iğne yatağındaki atkı ve çözgü yatırım iplikleri ilgili iğne yatağındaki iğnelerce ilmek oluşturulması ile birbirine bağlanmış olur. (Şekil 1.26a). Böylece her iğne yatağında birbirinden bağımsız atkı ve çözgü yatırımlı bieksele düz örme yapısında kumaşlar istenen uzunlukta elde edilir (Şekil 1.26c). Daha sonra Şekil 1.26b’de görüldüğü gibi her bir

iğne yatağında bu sefer çözgü yatırımının diğer tarafında kalacak şekilde birbirinden bağımsız sıralar örülür, bu sıraların uzunluğu iki dış yüzeyi birleştirecek olan bağlantı yüzeyinin yüksekliğinin yarısı kadar olması gerekmektedir. İki iğne yatağında birbirinden bağımsız olarak örülmekte olan bu sıralarda atkı yatırımı askı ilmeği şeklini alarak yapının içerisinde bulunmaktadır ve örme iplikleri aracılığı ile bu sıralar birbirine birleştirilir (Şekil 1.26e ve 1.26f) ve çözgü yatırım iplikleri yukarı çekilerek askı sıraları bağlama yüzeyini oluşturur (Şekil 1.26g). Tekrar her iki iğne yatağında birbirinden bağımsız atkı ve çözgü yatırımlı düz örme sıraları üretilir, örme işlemi döngüsü tekrar edilir ve U kesitli 3 boyutlu sandviç yapı elde edilir (Şekil 1.26h).

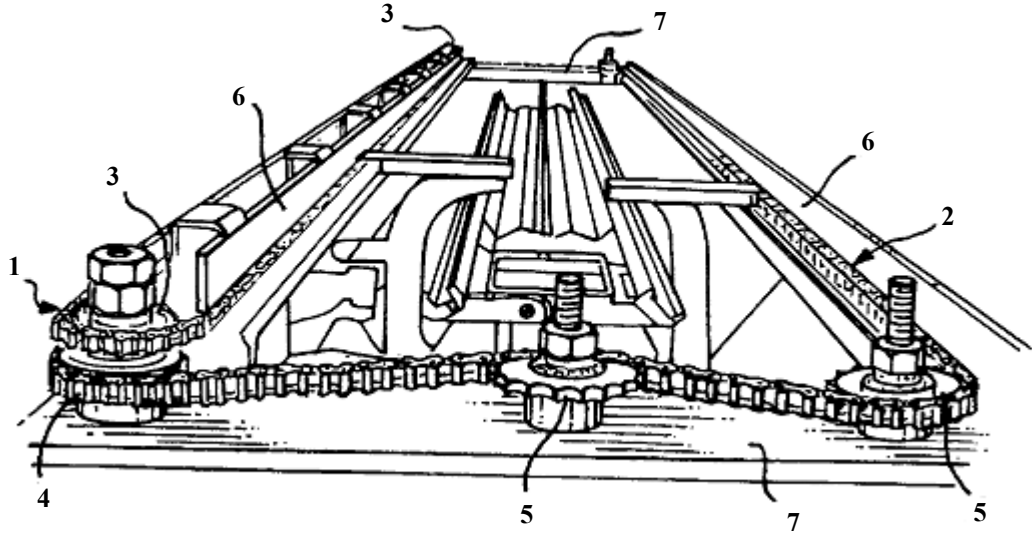


Şekil 1.26 U kesitli atkı ve çözgü yatırımlı 3 boyutlu sandviç yapının üretim aşamaları ön: ön iğne yatağında üretilen ön yüzey, arka: arka iğne yatağında üretilen arka yüzey, c: bağlantı yüzeyi, A1 ve A2: örme iplikleri, B1 ve B2: atkı yatırımı, C1 ve C2: çözgü yatırımı, D1 ve D2: askı ilmeği şeklindeki atkı yatırımı, H: bağlantı yüzeyleri arasındaki mesafe, L: ön ve arka yüzeyler arasındaki mesafe (Abounaim ve ark., 2010)

Anand, Sarsby ve Pritchard (2002) da atkı ve çözgü yatırımını yerleştirebilmek için atkılı düz örme makineleri üzerinde bazı değişiklikler yapmışlardır. Örme

bölgesinde çözgü yatırım ipliklerinin kılavuzlanabilmesi için örme kafalarının tahrik mekanizmalarını değiştirip sonsuz zincir mekanizması (Şekil 1.27) kullanılmışlardır.

Örme kafaları yine beraber hareket edecek, yani aynı yöne aynı hızlarda hareket edecektir. Bu sebep ile iplik besleme tertibatı da her örme kafasına ait birer mekik olacak şekilde yeniden düzenlenmiştir (Şekil 1.28).

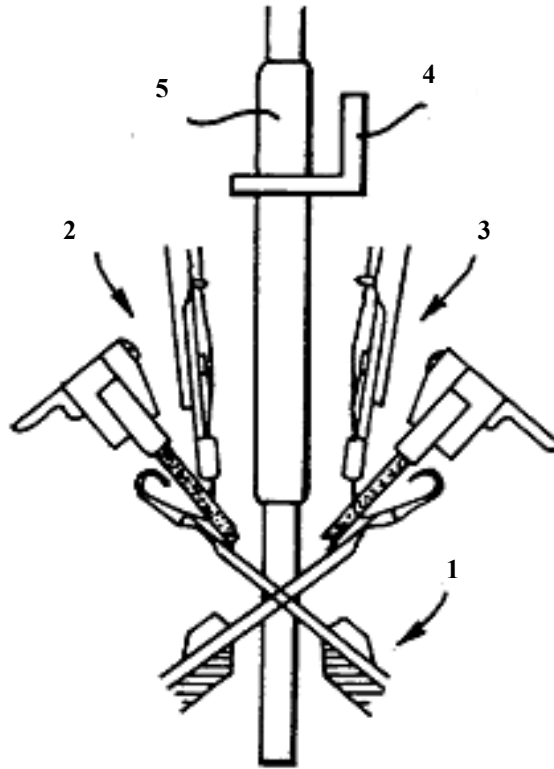


Şekil 1.27 Örme kafalarının tahrik mekanizması, 1: ön iğne yatağı üzerinde hareket edecek olan örme kafasına ait sonsuz zincir, 2: arka iğne yatağı üzerinde hareket edecek olan örme kafasına ait sonsuz zincir, 3, 4, 5: zincir dişlisi, 6, 7: metal levha (Anand ve ark., 2002)

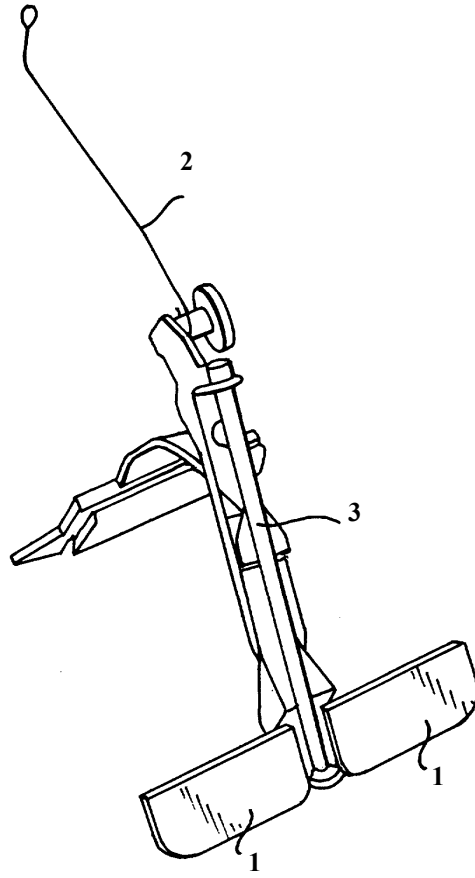
Bu düzenleme bir sırada ön iğne yatağı üzerinde hareket eden örme kafasına sabitlenmiş mekikle örme ipliği beslenirken, diğer sıraya arka iğne yatağı üzerinde hareket eden örme kafasına sabitlenmiş mekikle örme ipliği beslenerek örme işlemini gerçekleştirebilmektedir. Bu makineyle ayrıca atkı yatırımı da yerleştirilebilmesi için yatırımların örme bölgesinde düzgün bir şekilde beslenebilmesi, örme iplikleri ile karışmaması amacıyla atkı yatırım ipliğinin kılavuzlandığı mekikler de Şekil 1.29'da görüldüğü gibi geliştirilmiştir. Plastik tüpün içerisinden geçerek direkt örme bölgesine gelecek olan yatırım ipliğinin daha önceden elde edilmiş ilmekler ya da örme ipliği ile oluşabilecek herhangi bir teması önlenmiş olmaktadır, ayrıca baskı ayağı ile yatırım ipliği ilmekler arasına bastırılmaktadır. Bu makine ile çift plaka örme yapılarının içerisine atkı (Şekil 1.30a) ya da çözgü (Şekil 1.30b) yerleştirilebilmesi mümkün olmuştur. Ancak hem atkı hem de çözgü aynı yapıya

yerleştirilememektedir, ayrıca tek yataklı örme yapılarının içerisine de ne atkı ne de çözgü yatırımı yerleştirilememektedir.

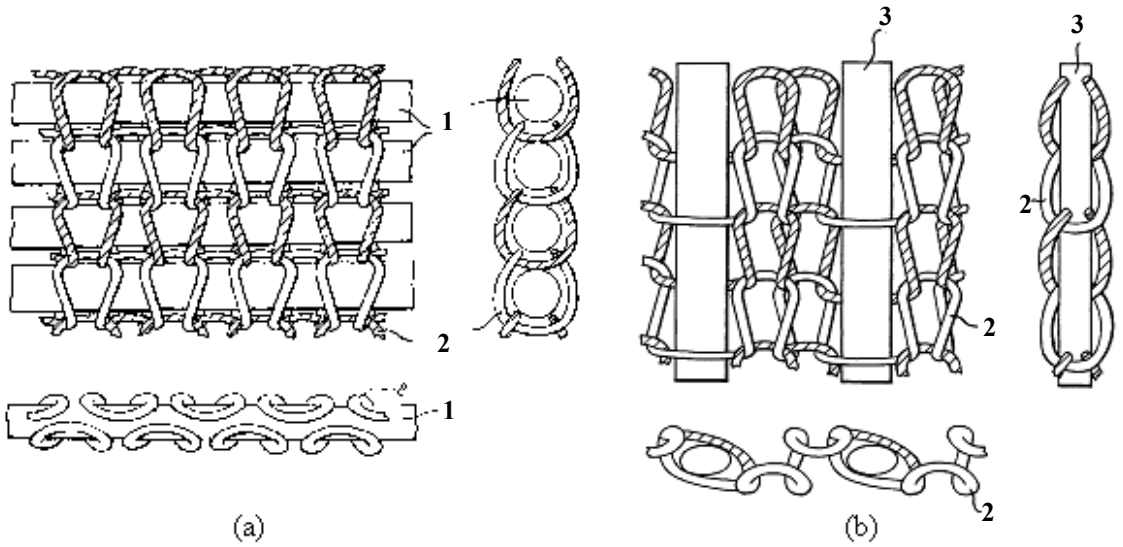
Bu bölümde bahsedilen geliştirilmiş atkılı düz örme makinelerinde tek yataklı örme yapılarına tek başına atkı ya da tek başına çözgü yatırımı yerleştirilmesi mümkün değildir. Ayrıca tüp formunda atkı veya çözgü veya hem atkı hem de çözgü yatırımı örme kumaş elde edilmesi mümkün değildir.



Şekil 1.28 Örme kafaları ile beraber hareket edecek olan mekikler, 1: arka iğne yatağı, 2: ön iğne yatağı üzerinde hareket eden örme kafası ve mekiği, 3: arka iğne yatağı üzerinde hareket eden örme kafası ve mekiği, 4: Çözgü kılavuzlarını taşımak için yerleştirilmiş sabit demir plaka, 5: Çözgü kılavuzları (Anand ve ark., 2002)



Şekil 1.29 Atkı yatırım ipliğinin kılavuzlandığı mekik, 1: baskı ayağı, 2: yay, 3: plastik tüp (Anand ve ark., 2002)



Şekil 1.30 Atkı yatırımli ribana kumaş görünümleri (a) atkı yatırımli ribana, (b) çözgü yatırımli ribana. 1: atkı yatırımı, 2: örme ipliği, 3: çözgü yatırımı (Anand ve ark., 2002)

1.4. Çalışmanın Amacı

Yapısal kompozit malzemelerde takviye olarak kullanılabilmesi için tekstil önşekillerinin araştırılıp geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın ana hedefi tekstil önşekillerinin geliştirilmesi çalışmalarının sürdürülmesidir.

Tekstil önşekilleri arasında uzama deformasyonu özellikleri ve parçaların tüm yüzeylerinde homojen elyaf miktarı avantajları ile örme kumaşlar, diğerlerine kıyasla düşük maliyetleri ile değişik kesitli karmaşık şekilli önşekil üretiminde kullanılmaktadır. Örme kumaşlar ile takviye edilmiş kompozit malzemelerde elyaf oryantasyonu örme yapısı ile belirlenmektedir ve kompozitin imalatı esnasında “köşe” gibi keskin yüzeylerde bile bir değişiklik göstermemektedir.

Örme kumaşların kompozitler içerisinde takviye olarak kullanıldığı bugüne dek yapılmış olan çalışmalarda tüp şeklinde örülmüş kumaş kompozit önşekli olarak kullanılmamıştır, takviye kumaş düzlemsel olarak üretilmiş ve kompozit imalat yöntemleri kullanılarak tüp formuna kompozit imalatı esnasında getirilmiştir. Ayrıca yine bugüne dek yapılmış çalışmalarda düz örme kumaş içerisine tek başına (atki yatırımı yapılmaksızın) çözümlü ipliği yatırımı yapılamamıştır.

Bu çalışmanın amacı kompozit yapımında takviye malzemesi olarak kullanılmak üzere çözümlü ipliği yatırımı tüp şeklinde örme kumaş üretilmesidir. Dolayısıyla bu çalışmada tüp formunda ve ilmek çubuğu doğrultusunda iplik yerleştirilmiş düz örme kumaş üretilmesi hedeflenmektedir, böylece kompozit elde edildiğinde kumaş boyunca yerleştirilmiş olan takviye ipliklerinin, malzemenin eğilme/burkulma direncine katkısı maksimum olurken örme kumaş yapısı da oluşabilecek çatlakların, darbe hasarlarının minimum olmasını, kompozit geneline yayılmasını engelleyici görev yapacaktır. Elde edilecek mamül spor ekipmanları, uçak ve otomotiv sanayilerinde borsal kompozit uygulamalarında kullanılabilir.

Borsal kompozit uygulamalarında tekstil kompozitleri tasarım esneklikleri, yüksek rijitlik, yüksek dayanım ve düşük ağırlıkları ile özellikle otomotiv ve uçak

sanayinde metal ürünlerin yerine tercih edilmektedir. Daha çok ezilme/çarpma anında enerji emme uygulamalarında kullanılan tüp formda tekstil kompozitleri üzerine çalışmalar (Farley ve Jones, 1992; Doyum ve Altay, 1997; Karbhari ve Haller, 1998; Liu, Tai ve Lin, 1999; Chiu, Tsai ve Huang, 1999; Saito, Chirwa, Ryuji ve Hamada, 2002; Zuraida ve Khalid, 2007, Melo, Silva ve Villena, 2008; Abdewi, Shamsuddeen, Hamouda, 2008; Bthton, Forrest, Starbuck, Erdman ve Fox, 2009; Huang ve Wang, 2009) bulunmaktadır. Çarpma/ezilme esnasında kompozit azalan hızda bir yüklemeye maruz kalmaktadır, dolayısıyla çarpma/ezilme esnasında kompozitin davranışı darbe testleri ve basma testleri kullanılarak irdelenmektedir. Ancak bu konu üzerine yapılan çalışmalarda tüp formdaki kompozit içerisinde takviye yapı olarak dokuma, saç örgüsü veya tek eksenli prepeg kullanılmıştır, örme yapılar Ramakrishna (1995) dışında incelenmemiştir. Ramakrishna bu çalışmasında atkı yatırımlı plaka formunda üretilmiş örme kumaşların tüp formunda kompozit haline getirilmesi sonucunda elde edilen numunelerin basma yüklemeleri karşısında enerji emme davranışlarını incelemiş ve yatırım ipliklerinin basma dayanımını arttırdığını belirtmiştir. Darbe dayanımları açısından tekstil önşekilleri arasından örme yapıların diğerlerine göre daha iyi performans gösterdiği bilinmektedir. Ayrıca örme yapıların geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalarda görülmektedir ki yatırım iplikleri ile örme yapıların darbe dayanımları arttırılabilmektedir, ancak hem atkı hem örgü yatırımlı örme yapıların darbe dayanımlarının tek yönlü yatırımlı örme yapılara kıyasla daha düşük olduğu da ifade edilmektedir. Örme kumaş takviyeli kompozitlerin basma dayanımlarının ise çekme dayanımlarından daha yüksek olduğu bilinmektedir ayrıca yine yatırım iplikleri ile basma dayanımlarının geliştirilebildiği yapılan çalışmalarla görülmüştür. Atkı yatırımlı örme kumaşları kompozit içerisindeki yerleşim açıları ile oynayarak kompozit boyunca yatırıma sahip takviye kumaş şeklinde yerleştirme olanağı bulunmaktadır, ancak örme yapıların çubuk doğrultusunda daha yüksek dayanımlara sahip olması dolayısıyla çubuk doğrultusunda yatırım ipliğine sahip takviye kumaşın kullanımı ile daha yüksek dayanım ve rijitlikler elde edilebilecektir. Spor ekipmanlarının üretiminde ise tekstil kompozitleri hafif oldukları ve istenen doğrultuda mekanik özelliklerinin geliştirilmesine izin verdikleri için tercih edilmektedir. Tenis raketi, golf ve beyzbol sopası, atlama sırtığı gibi spor ekipmanlarının üretiminde tek eksenli prepeg ve saç

örgüsü veya bunların dokuma ile kombinasyonları sonucu elde edilen kumaş takviyeleri kompozit yapımında kullanılmaktadır (Shishoo, 2005). Titreşim/şok sönmüleme özelliğinin ön plana çıktığı bu malzemelerde çözümlü yatırımları ile yüksek eğilme ve burkulma rijitliklerine sahip örme kumaş takviyelerinin iyi performans göstereceği düşünülmektedir. Bu sebeplerle bu çalışmada tüp formunda ve atkı yatırımı olmaksızın sadece çözümlü yatırıma sahip örme kumaş üretilmesi hedeflenmiştir.

Yapılan çalışmalarda incelenen örme yapıları arasında tek yatakta üretilen örme yapılarına sıra doğrultusunda iplik yerleştirilmiş ancak atkı yatırımsız ilmek çubuğu doğrultusunda yani tek başına çözümlü ipliği yerleştirilememiştir, atkılı örme esnasında bu şekilde iplik yerleştirebilen bir düzenek bulunmamaktadır. Bu sebeple düz örme kumaş üretimi esnasında çubuk doğrultusunda takviye ipliklerin doğrusala yakın konumda yerleştirilebilmesi için mevcut atkılı örme makineleri üzerine monte edilecek ilave düzenekler bu çalışmada geliştirilecek ve tasarımlar doğrultusunda imal edilecektir. Böylece düz atkılı örme makinesinde yüksek performanslı iplikler ile örülebilecek çözümlü yatırımlı farklı örme kumaş yapıları tasarlanabilecektir ve yüksek performanslı iplikler maruz kalabilecekleri gerilmeler ve uzamalar düşünülünce mümkün olan en ideal yapıda yerleştirilmiş olacaktır. Örme esnasında seri şekilde ilmek çubuğu doğrultusunda iplik yerleştirilerek elde edilecek örme yapıları ile örme kumaşların kompozitler içerisinde kullanım alanı geliştirilecektir.

Kullanılan takviye kumaş yapısının özgün olması ve tüp formunda olması bu zamana dek yapılan çalışmalara bir yenilik getirecektir. Ayrıca önerilen düzenek ile de örme makineleri teknolojisine bir katkı sağlanacaktır çünkü atkılı örme makinelerinde ilmek çubuğu boyunca iplik yerleştirebilen, makine üstüne monte edilecek bir düzenek geliştirilecektir.

BÖLÜM İKİ

ATKILI DÜZ ÖRME MAKİNESİ ÜZERİNDE YAPILAN DEĞİŞİKLİKLER VE EKLEMELER

Kompozit yapımında takviye malzemesi olarak kullanılmak üzere çözgü yatırımlı tüp örme kumaş, atkılı düz örme makinesinde üretilecektir. Ancak mevcut atkılı düz örme makinelerinin üzerinde bazı değişikliklerin ve eklemelerin yapılması gerekmektedir.

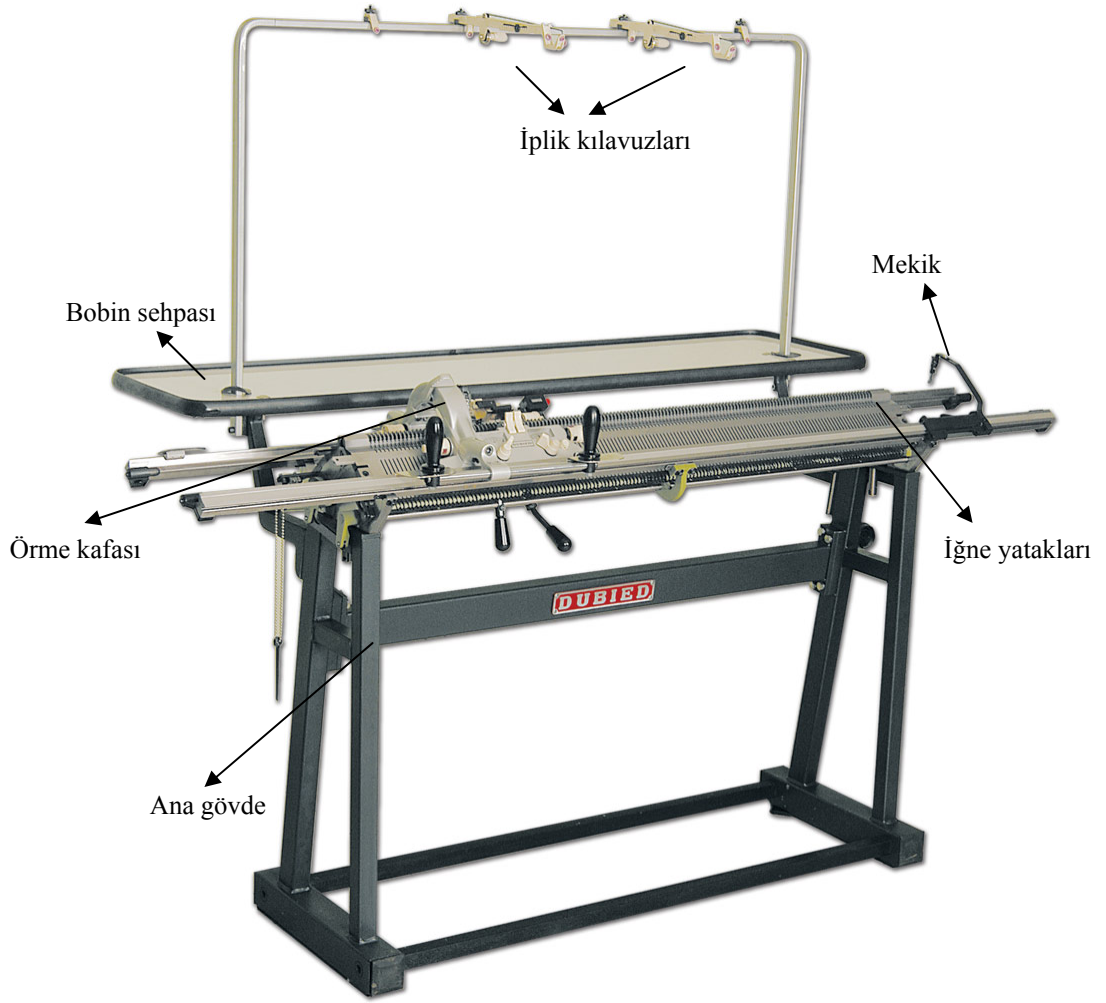
Değişikliklerin ve eklemelerin otomatik atkılı düz örme makinesi yerine öncelikle atkılı el örme makinesi üzerinde yapılması tercih edilmiştir.

Bu bölümde el örme makinesinin çalışma sisteminden, hedeflenen çözgü yatırımlı tüp örme kumaşın elde edilebilmesi için el örme makinesinde yapılan değişikliklerden ve çözgü yatırımının yapılabilmesi için geliştirilen düzenekten bahsedilecektir.

2.1 Atkılı Düz El Örme Makinesi ve Çalışma Prensibi

El örme makinesi Şekil 2.1’de görülebildiği üzere ana gövde üzerine ters “V” şekilde yerleştirilmiş olan iki iğne yatağı ve bu iğne yataklarının üzerinde hareket eden örme kafasından oluşmaktadır. Ayrıca örme ipliğinin geldiği bobinlerin yerleştirilebileceği bir de sehpa bulunmaktadır.

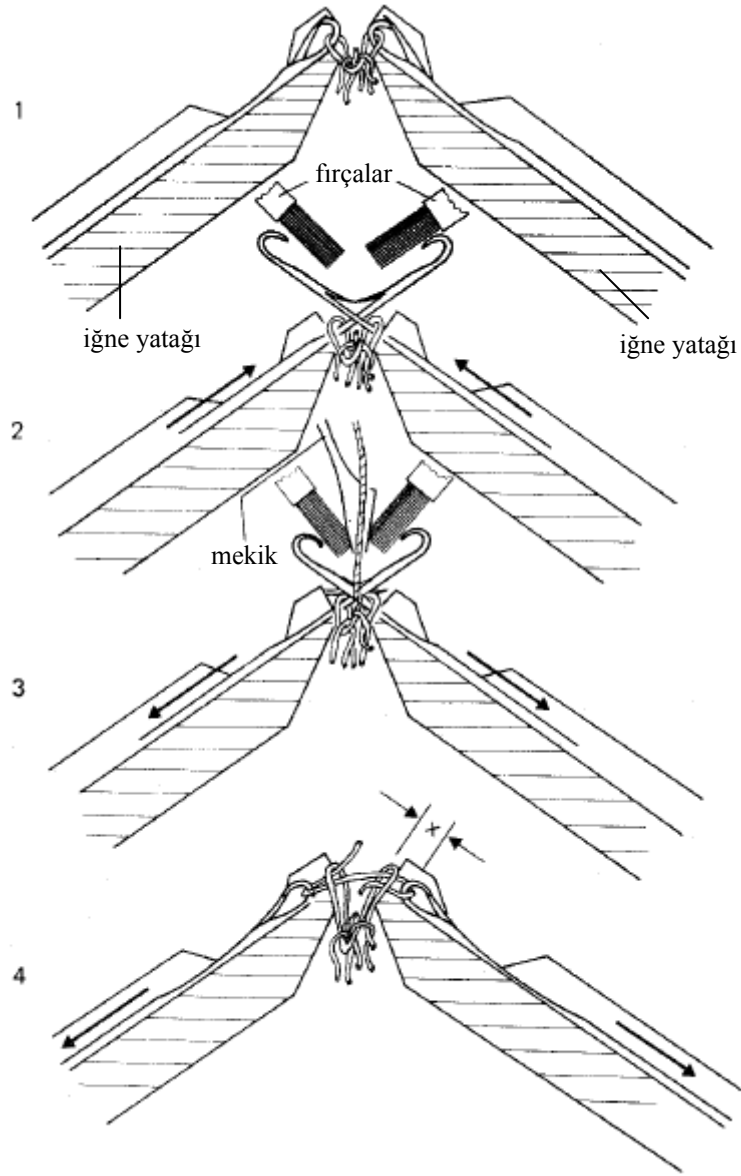
Örme işlemi, iğne yataklarında bulunan dilli iğnelerin hareketleri ile gerçekleşmektedir (Şekil 2.2). Örme kafasının ilerlemesi ile iğneler iğne yatağında yükselir, yükselen iğnelerin dilleri örme ipliğini besleyecek olan mekiğin önünde örme kafası üzerinde bulunan fırçalar aracılığıyla açılır ve örme ipliği mekik tarafından iğnelerin kancalarına doğru yatırılır. İğnelerin alçalmaya başlaması ile örme ipliği iğnelerin kancalarında dilleri aracılığıyla tutularak daha önce elde edilmiş olan ilmeğin içerisinden geçirilerek yeni ilmek elde edilmiş olur.



Şekil 2.1 (a) V yataklı el örme makinesi (www.kmskuba.com)



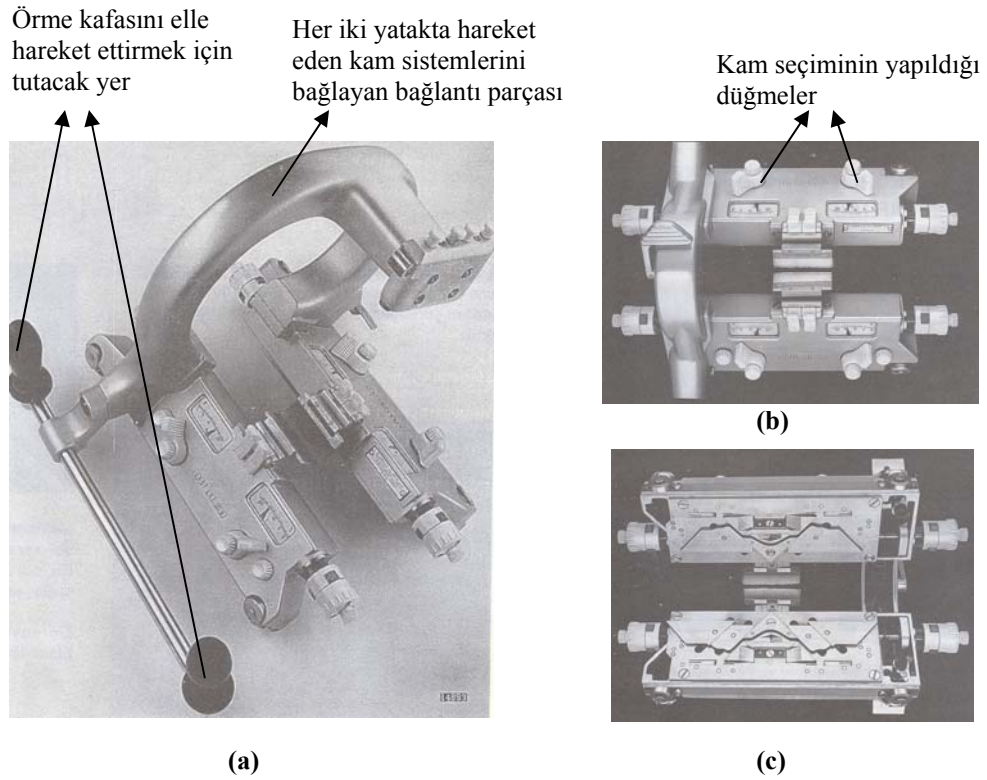
Şekil 2.1 (b) El örme makinesinde iğne yatakları ve iğneler



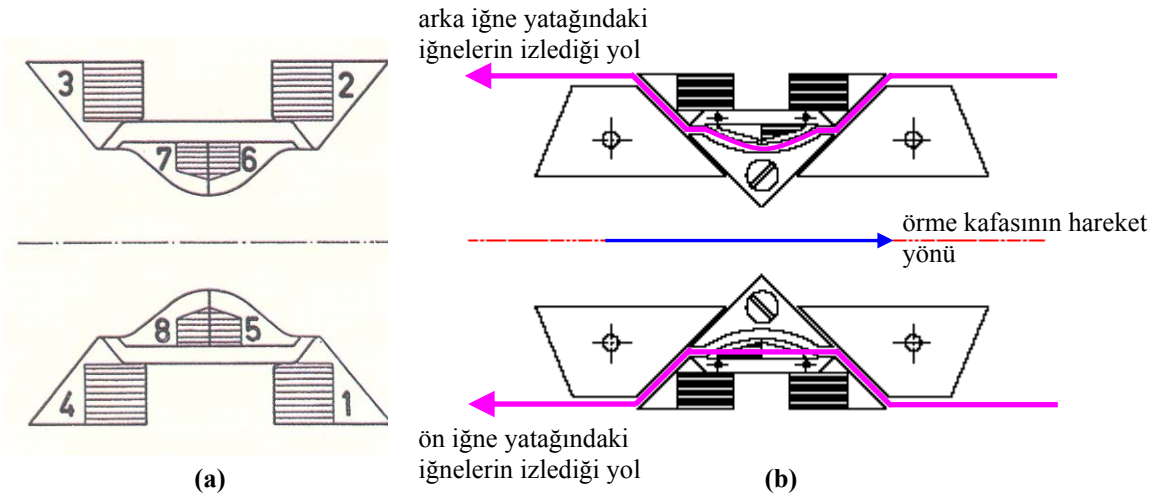
Şekil 2.2 V yataklı düz örme makinesinde iğnelerin hareketleri ve örme işleminin gerçekleşmesi (Spencer, 2001)

İğnelerin hareketlerini iğne yataklarının üzerinde bir uçtan diğerine hareket eden örme kafasında bulunan kam sistemleri (Şekil 2.3) sağlamaktadır. Hareketli kamlardan oluşan kam sistemlerinde izlenebilecek farklı yol kombinasyonları (Şekil 2.4) oluşturulabilmektedir, Şekil 2.4 de 1'den 8'e kadar numaralandırılmış her kam düzlem içine ve dışına hareket ettirilerek aktif-pasif yapılabilmektedir. Pasif olan kam içeri bastırılmışken, aktif olan kam ise iğnelerin izleyebileceği şekilde düzlem dışına, iğnelere doğru çıkmaktadır (Şekil 2.5). Örme kafası makine üzerinde sola doğru ilerlerken ön iğne yatağındaki iğnelerin seçimi 4 ve 8 numaralı kamlarla, arka

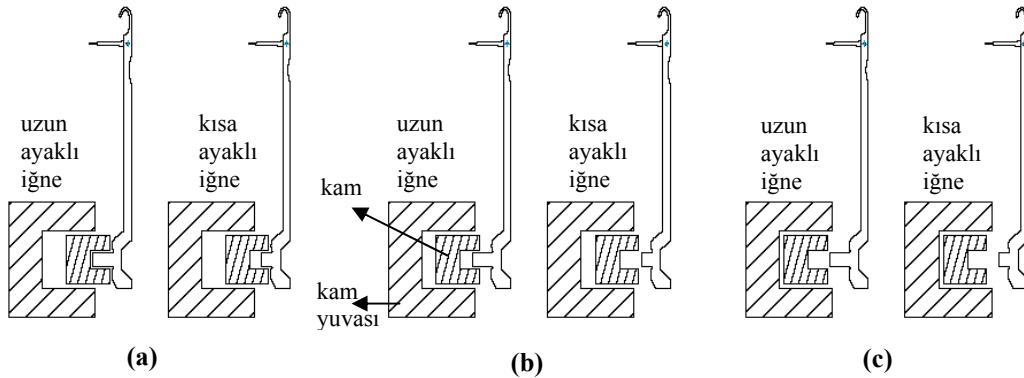
iğne yatağındaki iğnelerin seçimi ise 3 ve 7 numaralı kamlarla yapılmaktadır. Örme kafası makine üzerinde sağa doğru ilerlerken ise ön iğne yatağındaki iğnelerin seçimi 1 ve 5 numaralı kamlarla, arka iğne yatağındaki iğnelerin seçimi ise 2 ve 6 numaralı kamlarla yapılmaktadır. 5, 6, 7 ve 8 numaralı kamların seçili olmasıyla iğnelerde ilmek, bu kamların seçilmemiş olması durumunda ise iğnelerde askı oluşmaktadır. 1, 2, 3 ve 4 numaralı kamlarla ise iğnelerin seçilip seçilmeyeceği yani atlama mı yoksa askı veya ilmek mi yapacakları belirlenmektedir. Şekil 2.4b'de görülmekte olan kam seçimleri ile örme kafası makine üzerinde sola doğru giderken arka iğne yatağındaki iğneler ilmek, ön iğne yatağındaki iğneler ise askı yapar. Örme kafası geri dönerken yani makine üzerinde sağa doğru hareket ederken ise arka iğne yatağındaki iğneler askı, ön iğne yatağındaki iğneler ise ilmek yapar.



Şekil 2.3 (a) Örme kafası perspektif görünüşü, (b) Örme kafası üstten görünüşü, (c) Örme kafası alttan görünüşü: kam sistemleri (KMS El Örme Makinesi Katalogu, 2010)

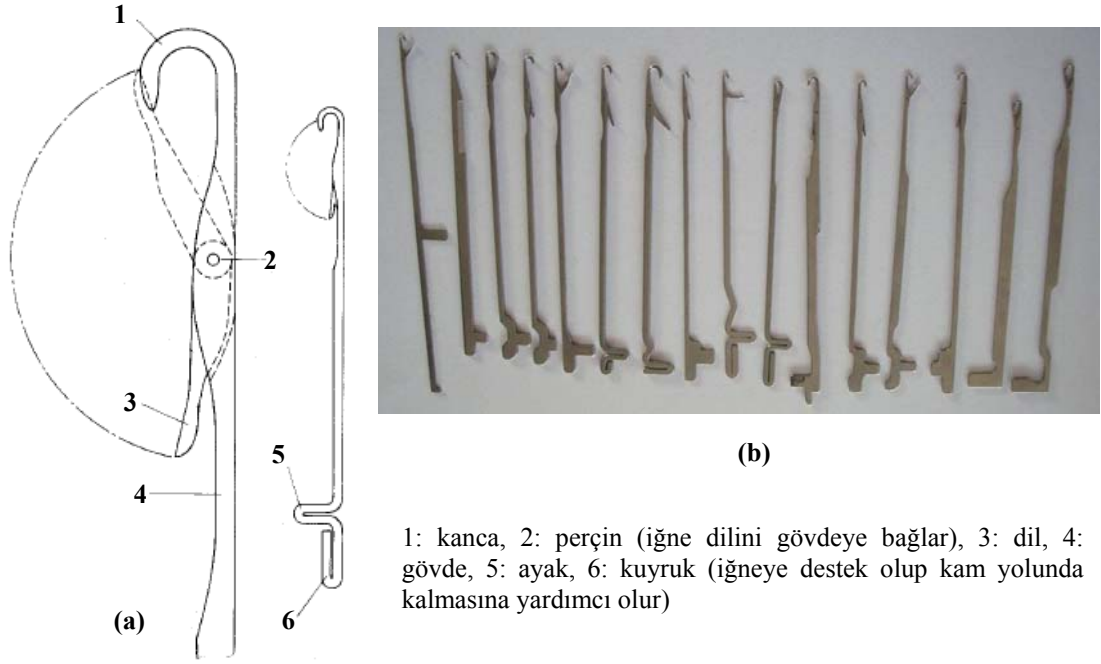


Şekil 2.4 Kam sistemleri (a) Numaralandırılmış olarak kamlar, (b) Örme kafasının hareketi ile iğnelerin izledikleri kam yolları



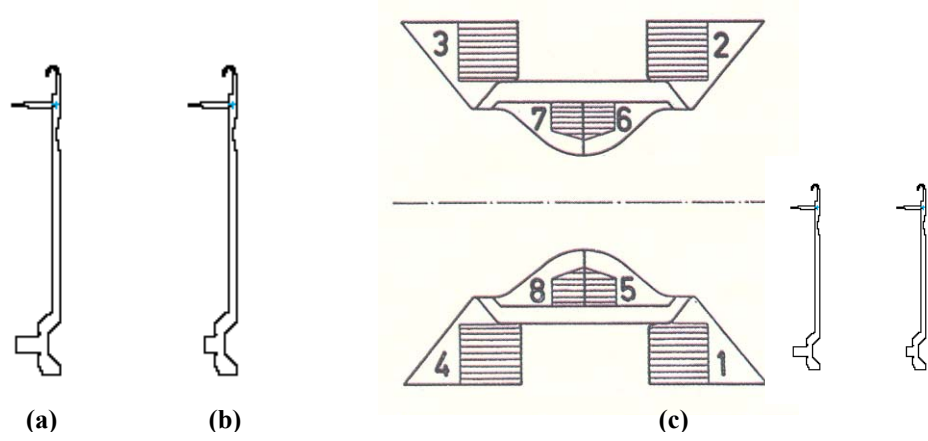
Şekil 2.5 Kamların iğnelere göre konumlarının kesit görüntüleri, (a) tam aktif konum, (b) yarım aktif konum, (c) pasif konum.

Örme kafası üzerinde bulunan düğmeler (Şekil 2.3b) ile hangi kamların aktif olacağı belirlenir ve örme kafası iğnelerin üzerinden geçerken iğnelerin ayaklarına (Şekil 2.6) göre iğne seçimi yapılarak iğne izleyeceği kam yoluna girer.

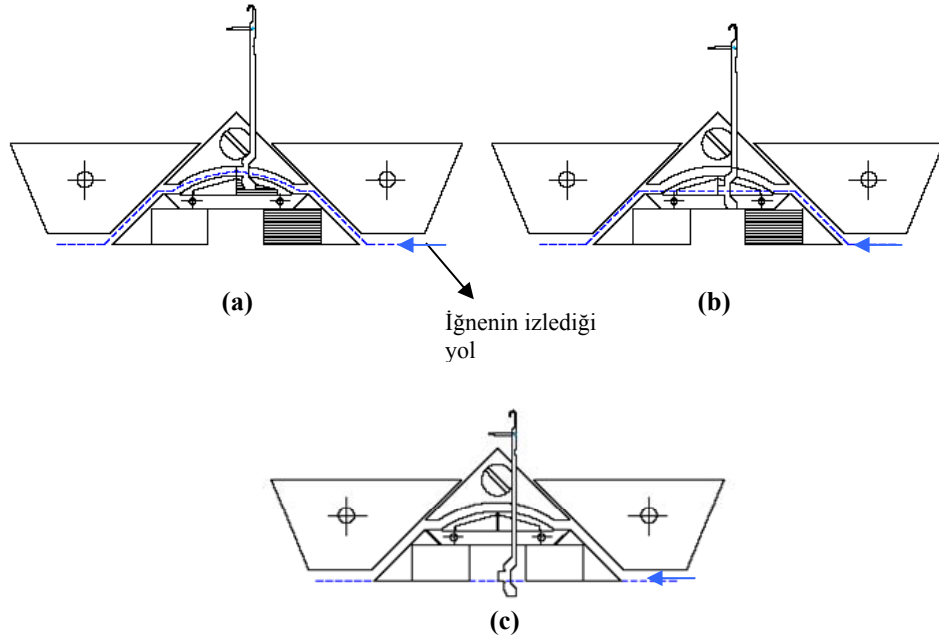


Şekil 2.6 Dilli iğne (a) iğnenin bölümleri (Spencer, 2001), (b) dilli iğne çeşitleri.

Kısa ve uzun ayaklı iki farklı iğnenin (Şekil 2.7) bulunduğu ve bu iğnelerin bir uzun bir kısa ayaklı olmak üzere yan yana dizildiği bir el örme makinesinde ilmek, askı ve atlama şu şekilde yapılmaktadır. Seçim sistemini anlatabilmek için tek bir iğne yatağındaki iğneler göz önüne alınırsa; örme kafası sağa doğru giderken ön iğne yatağında 1 nolu kam pasif ise hem kısa hem de uzun ayaklı iğneler seçilmemiş olur ve hepsi atlama (Şekil 2.8c) yapar, ancak eğer 1 nolu kam aktif ise tüm iğneler seçilmiş olur. Tüm iğneler seçilmişken eğer 5 nolu kam tam aktif ise hem kısa hem de uzun ayaklı iğneler ilmek pozisyonuna (Şekil 2.8a) yükselerek ilmek yapar. 5 nolu kam yarım aktif ise uzun ayaklı iğneler ilmek pozisyonuna yükselirken kısa ayaklı iğneler askı pozisyonuna (Şekil 2.8b) yükselebilecektir ve dolayısıyla uzun ayaklı iğneler ilmek, kısa ayaklı iğneler ise askı yapar. 5 nolu kam pasif ise hem uzun hem de kısa ayaklı iğneler askı pozisyonuna yükselerek askı yapar. 1 nolu kam yarım aktif olduğunda ise kısa ayaklı iğneler seçilmez yani atlama yapar, uzun ayaklı iğneler ise 5 numaralı kamin aktif veya yarım aktif olmasına göre ilmek ya da askı yapabilir.



Şekil 2.7 (a)Uzun ayaklı iğne, (b)Kısa ayaklı iğne, (c) İğnelerle beraber kam sistemi.

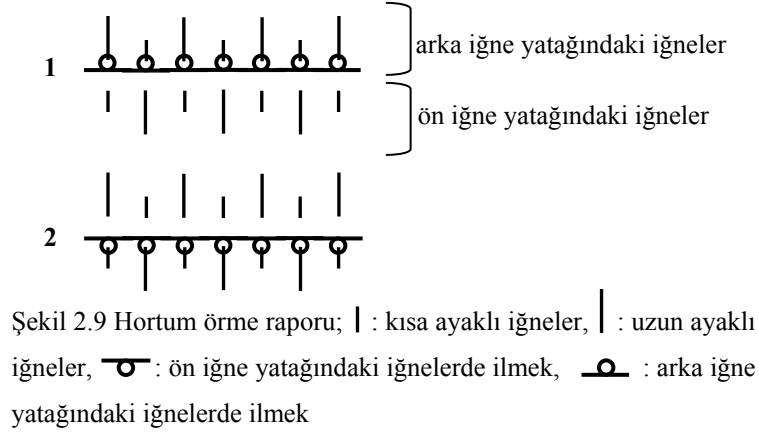


Şekil 2.8 Örme işlemi esnasında iğne pozisyonları (taranmış kamlar aktiftir) (a) ilmek pozisyonu, (b) askı pozisyonu, (c) atlama pozisyonu.

Bu kam sistemi ile uzun ayaklı iğneler seçilmeden sadece kısa ayaklı iğneleri hareket ettirmek mümkün değildir. Ancak kısa ayaklı iğneler seçilmeden sadece uzun ayaklı iğneler kam sistemi ile hareket ettirilebilmektedir.

El örme makinesinde Şekil 2.9 da belirtilmiş olan hortum örme raporu kullanılarak tüp kumaş üretilmektedir. Örme kafası sola doğru hareket ederken tek bir bobinden gelen örme ipliği birinci sırada sadece arka iğne yatağındaki

iğnelere beslenerek ilmek yapılır; ön iğne yatağındaki iğnelere atlama pozisyonundadır ve kullanılmaz. Örme kafası geri dönerken aynı örme ipliği bu sefer sadece ön iğne yatağındaki iğnelere beslenerek ilmek yapılır; arka iğne yatağındaki iğnelere atlama pozisyonundadır ve kullanılmaz. Böylece tüp örme kumaş elde edilir.



İğnelere üzerinde oluşmakta olan kumaş bir tarak ve ağırlıklar aracılığıyla makinenin altına doğru çekilir.

2.2 Atkılı Düz El Örme Makinesi Üzerinde Yapılan Değişiklikler

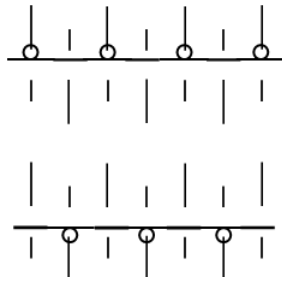
Örme işlemi esnasında yapılacak olan çözgü yatırımı için örme bölgesi hizasına yerleştirilmiş çözgü iplikleri bulunacaktır. Bu ipliklerin yerleştirilebilmesi için ve yataklar arası gerekli hareketleri yapabilmeleri için mevcut el örme makinesi üzerinde iplik besleme sisteminde ve örme kafasının arka ve ön yatak üzerindeki parçalarını birleştiren bağlantı parçasında değişiklikler yapılmıştır. Ayrıca mevcut el örme makinesinin kam sisteminde de çözgü yatırımı yapılabilecek tüp örme yapılarının üretilebilmesi yanında genel olarak el örme makinelerinde çeşitli kompozit önşekillerin üretilebilmesi için değişiklikler yapılmıştır.

2.2.1 Kam Sisteminde Yapılan Değişiklik

Tüp formda mamul elde etmek için hortum örme (Şekil 2.9) yapısı kullanılmaktadır. Bu şekilde istenen çapta tüp örme mamul elde edilebilir. Çözgü




yatırımlı tüp örme mamul elde etmek için ise bir atlamalı hortum örme yapılacaktır; bunun için iki farklı örme raporu kullanılabilir.

Şekil 2.10’da görülmekte olan yapıda birinci sırada arka iğne yatağındaki uzun ayaklı iğneler ilmek pozisyonuna yükselirken, kısa ayaklı iğneler atlama yapar. Örme kafası geri dönerken ise ön iğne yatağındaki uzun ayaklı iğneler ilmek pozisyonuna yükselerek ilmek yaparken kısa ayaklı iğneler ise atlama yapar. Bu yapıda çözümlü yatırımlı örme esnasında ön ve arka iğne yatağında atlama yapan iğnelerin hizasından yapılabilir.



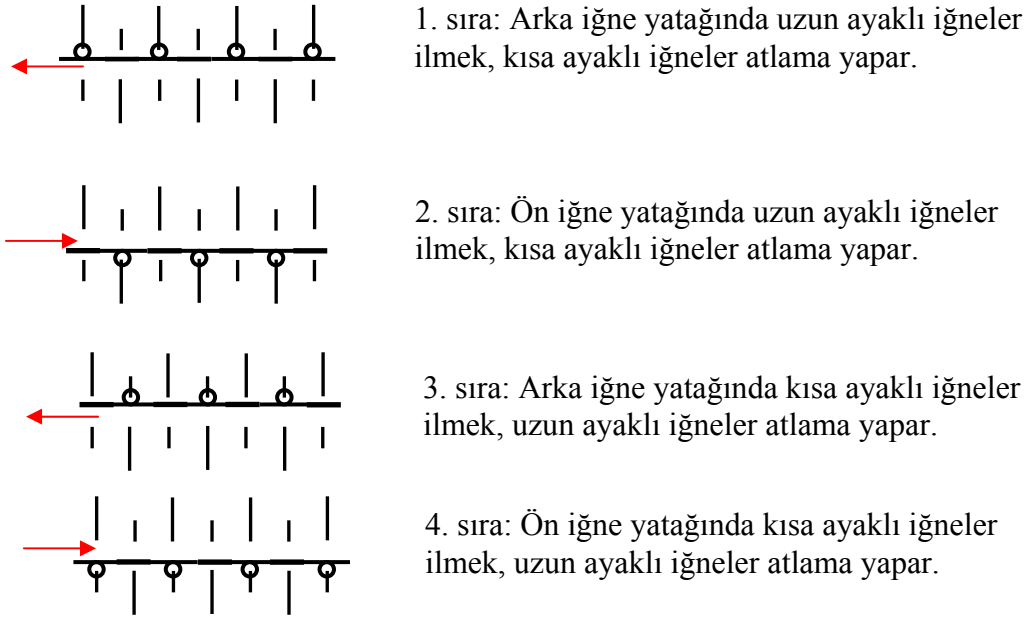
1. sıra: Arka iğne yatağında uzun ayaklı iğneler örme ilmeği yapar.



2. sıra: Ön iğne yatağında uzun ayaklı iğneler örme ilmeği yapar.

Şekil 2.10 Çözümlü yatırımlı yapılabilecek hortum örme yapısı; | : kısa ayaklı iğneler,  : uzun ayaklı iğneler,  : ön iğne yatağındaki iğnelerde ilmek,  : arka iğne yatağındaki iğnelerde ilmek, — : atlama.

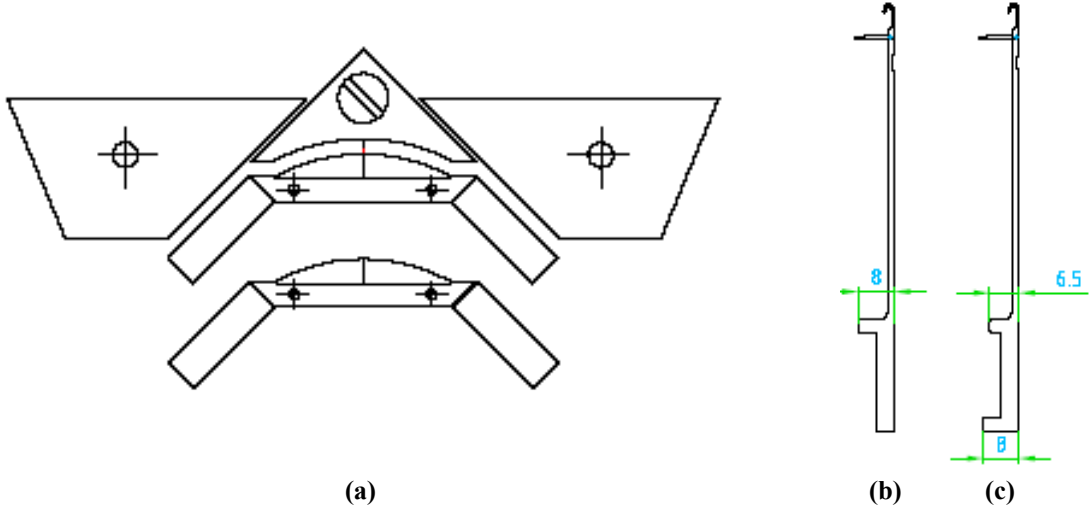
Kullanılabilecek diğer bir örme yapısının raporu ise Şekil 2.11 de görülmektedir. Bu yapıda örme kafası sola doğru giderken arka iğne yatağındaki uzun ayaklı iğneler ilmek, kısa ayaklı iğneler atlama yapar, örme kafası geri dönerken ön iğne yatağındaki uzun ayaklı iğneler ilmek, kısa ayaklı iğneler atlama yapar. Örme kafası tekrar sola giderken ise arka iğne yatağındaki uzun ayaklı iğneler bu sefer atlama, kısa ayaklı iğneler ise ilmek yapar, geri dönerken de yine sadece ön iğne yatağında uzun ayaklı iğneler atlama, kısa ayaklı iğneler ilmek yapar. Bu yapıda atlama yapan iğnelerin hizasından çözümlü yatırımları beslenecektir, böylece tek plakada üretilmiş olan düz örme yapısının içerisine çözümlü yatırımlı yerleştirilebilecektir. Her iğne yatağında bir sırada atlama yapan iğne bir sonrakinde ilmek yapar, böylece çözümlü yatırımlının da yataklar arası hareket ettirilmesiyle “atlama”, çözümlü ipliğinin bir önünde bir arkasında kalacaktır.

Mevcut el örme makinelerinin kam sistemleri ile yan yana iki iğnenin uzun ve kısa ayaklı olmasıyla birbirinden farklı kam yollarını takip etmeleri, yani farklı pozisyonlara yükselmeleri mümkündür. Ancak yan yana yerleştirilmiş olan uzun ve kısa ayaklı iğnelere uzun ayaklı iğneler atlama yaparken kısa ayaklı iğnelerin ilmek yapması mümkün değildir. Dolayısıyla çözgü yatırımı yapılabilecek hortum örme yapılarından birisi mevcut el örme makineleri tarafından üretilmemektedir ve kam yapısının değiştirilmesi gerekmektedir; yan yana iki iğneye peşi sıra gelen sıralarda sırasıyla ilmek/atlama yaptırılabilmesi için Şekil 2.12’de görülmekte olan iki yönlü kam sistemi geliştirilmiştir.



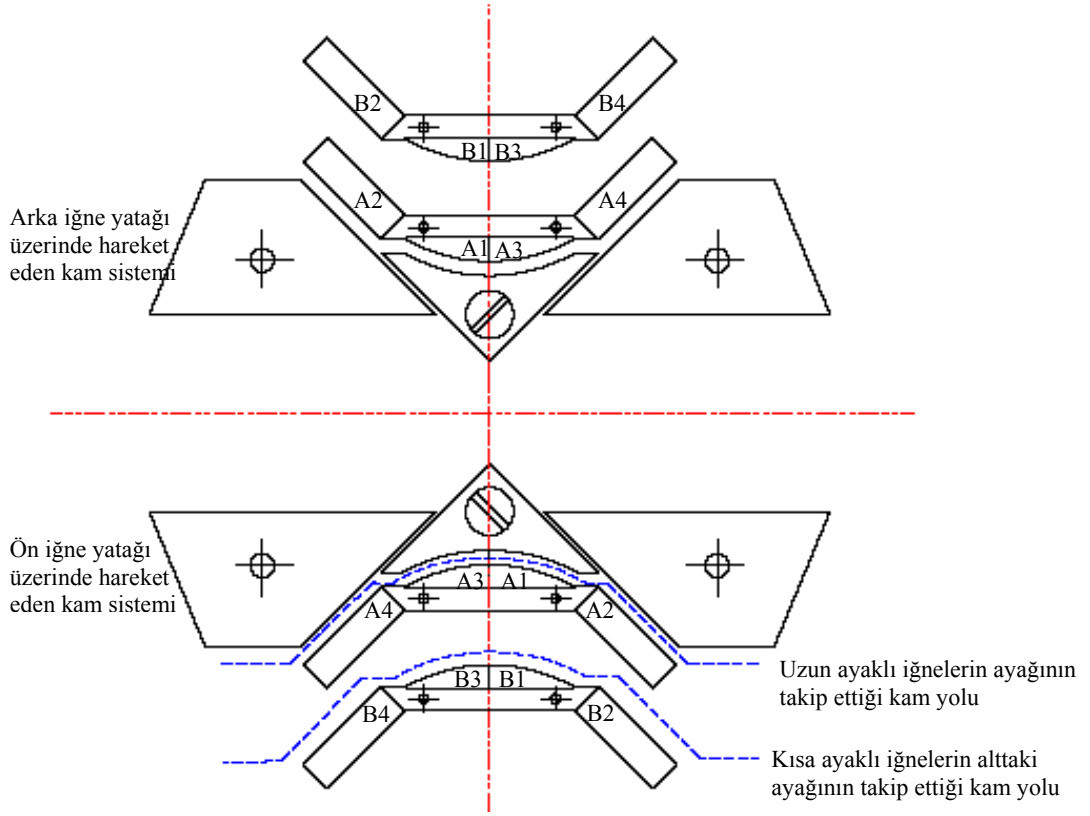
Şekil 2.11 Çözgü yatırımı yapılabilecek diğer hortum örme raporu; | : kısa ayaklı iğneler, | : uzun ayaklı iğneler,  : ön iğne yatağında ilmek,  : arka iğne yatağında ilmek, — : atlama.

Kam sisteminde yine uzun ve kısa ayaklı iki farklı iğne (Şekil 2.12) kullanılmaktadır, ama kısa ayaklı iğnelerde başka bir kam yolunu takip edebilecek bir ayak daha bulunmaktadır. Böylece farklı ayaklara sahip iğnelerin farklı kam yollarını takip edebilmesiyle Şekil 2.11’de raporu verilmiş olan örme yapısı ve çeşitli kompozit önşekilleri de elde edilebilmektedir.



Şekil 2.12 (a) Geliştirilen kam sistemi, (b) Bu kam sisteminde kullanılacak olan uzun ayaklı iğneler, (c) Bu kam sisteminde kullanılacak olan kısa ayaklı iğneler

İğne dizilimi uzun ayaklı iğne ve yanında kısa ayaklı iğne olacak şekilde yapılır. Kam sisteminde A grubu kamların pasif olması B gurubu kamlarının aktif olması ile uzun ayaklı iğneler seçilmeden sadece kısa ayaklı iğneler askı ve ilmek pozisyonlarına yükselebilmektedir. B gurubu kamların pasif olmasıyla A grubu kamlarla tek yöllü klasik kam sisteminde olduğu gibi iğne seçimi yapılabilmektedir. Şekil 2.11 de raporu verilmiş olan atlamalı hortum yapısını elde etmek için kam sistemlerinin çalıştırılması şu şekilde olmaktadır: (Şekil 2.13) Birinci ve ikinci sıralarda uzun ayaklı iğneler ilmek yaparken kısa ayaklı iğneler atlama yapar. Birinci sıra için arka iğne yatağındaki uzun ayaklı iğnelerin ilmek pozisyonuna yükselmesi arka iğne yatağı üzerindeki kam sisteminde A2 kamı yarım ve A1 kamı tam aktif, kısa ayaklı iğnelerin atlama yapması için B2 kamı pasif konumdadır. İkinci sıra için ise ön iğne yatağındaki uzun ayaklı iğnelerin ilmek pozisyonuna yükselmesi için ön iğne yatağı üzerindeki kam sisteminde A2 kamı yarım ve A1 kamı tam aktif, kısa ayaklı iğnelerin atlama yapması için B2 kamı pasif konumdadır. Üçüncü ve dördüncü sıralarda ise kısa ayaklı iğneler ilmek yaparken uzun ayaklı iğneler atlama yapar. Üçüncü sıra için arka iğne yatağı üzerinde hareket eden kam sisteminde A grubu kamlarının tamamı pasif konumdadır, böylece uzun ayaklı iğneler atlama yapar. Dördüncü sıra için ön iğne yatağı üzerinde hareket eden kam sisteminde B gurubu kamlardan ise B2 ve B1 kamları aktif konumdadır, böylece kısa ayaklı iğneler ilmek pozisyonuna yükselir.



Şekil 2.13 Hedeflenen örme yapılarının üretiminde kullanılan kamlar

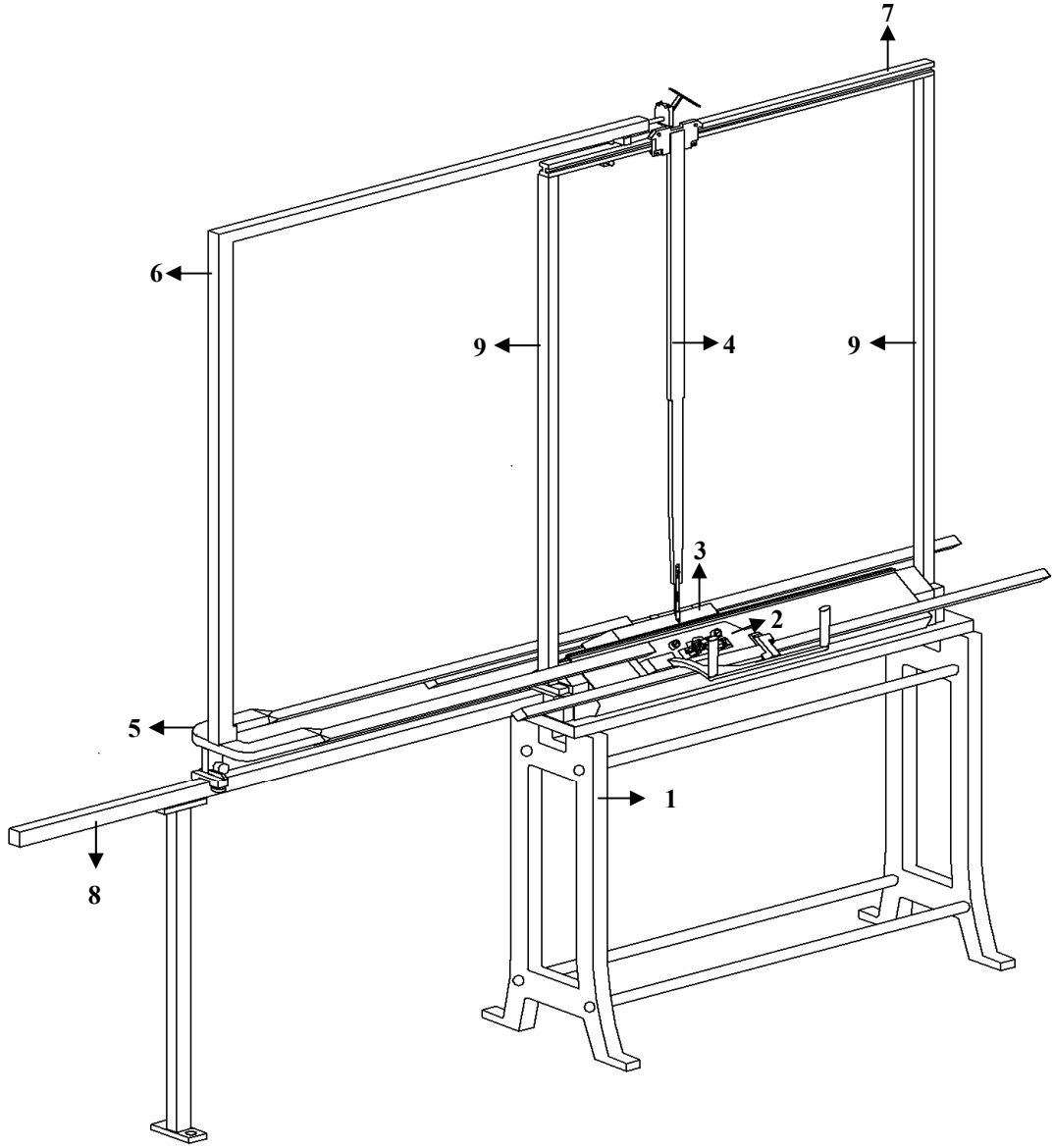
Geliştirilmiş olan bu kam sistemi ve iğneler ile el örme makinelerinde üretilebilen örme yapısı çeşitliliği artırılmıştır.

2.2.2 Örme Kafası Bağlantı Parçasında Yapılan Değişiklik

İğne yatakları üzerinde iğne seçimini sağlayan örme kafasının taşıdığı kam sistemleri Şekil 2.2’de görüldüğü gibi birbirine bağlıdır, böylece aynı hızda ve aynı yönde farklı iğne yatakları üzerinde çalışarak özellikle her iki yataktaki iğnelerin beraber kullanıldığı durumlarda iğnelerin örme işlemini yapacak uyumda hareket etmelerini sağlar.

Çözgü yatırımları örme bölgesine, iğne yataklarının arasına beslenecektir. Bu sebeple, örme esnasında iğnelerin arasına çözgü yatırım ipliği beslenebilmesi için kam sistemlerini bağlayan örme kafasının bağlantı parçasının örme işlemi boyunca

örme bölgesi dışında kalacak şekilde değiştirilmesi gerekmektedir ve Şekil 2.14te görüldüğü gibi örme kafasının bağlantısı değiştirilmiştir.



Şekil 2.14 Çözümlenmiş besleme sisteminin yerleştirilmesine olanak verecek şekilde tasarlanmış V yataklı düz el örme makinesi, 1: makine gövdesi, 2: ön iğne yatağı üzerinde hareket eden örme kafası parçası, 3: arka iğne yatağı üzerinde hareket eden örme kafası parçası, 4: iplik besleme sistemi (mekik), 5: örme kafasının ön ve arka iğne yatağında hareket eden parçalarını birleştiren bağlantı parçası, 6: mekiğin örme kafası ile beraber hareketini sağlayan kol, 7: mekiğin üzerinde hareket ettiği taşıyıcı ray, 8: 5 numaralı bağlantı kolunu taşıyan ray., 9: 7 numaralı I kesitli rayı ana gövdeye birleştiren profiller.

Şekil 2.14te 2 ve 3 numaralarla belirtilmiş olan örme kafasının parçaları 5 numaralı bağlantı parçası ile birbirine bağlanmıştır, böylece aynı yöne ve aynı hızda hareketleri sağlanmıştır. Örme kafasının hareketi esnasında el örme makinesinin dengesinin bozulmaması için 5 numaralı bağlantı kolu 8 numara ile belirtilmiş olan rayın üzerinde hareket etmektedir. Örme kafasının ve bağlantı kolunun daha detaylı çizimi Şekil 2.15de görülmektedir.

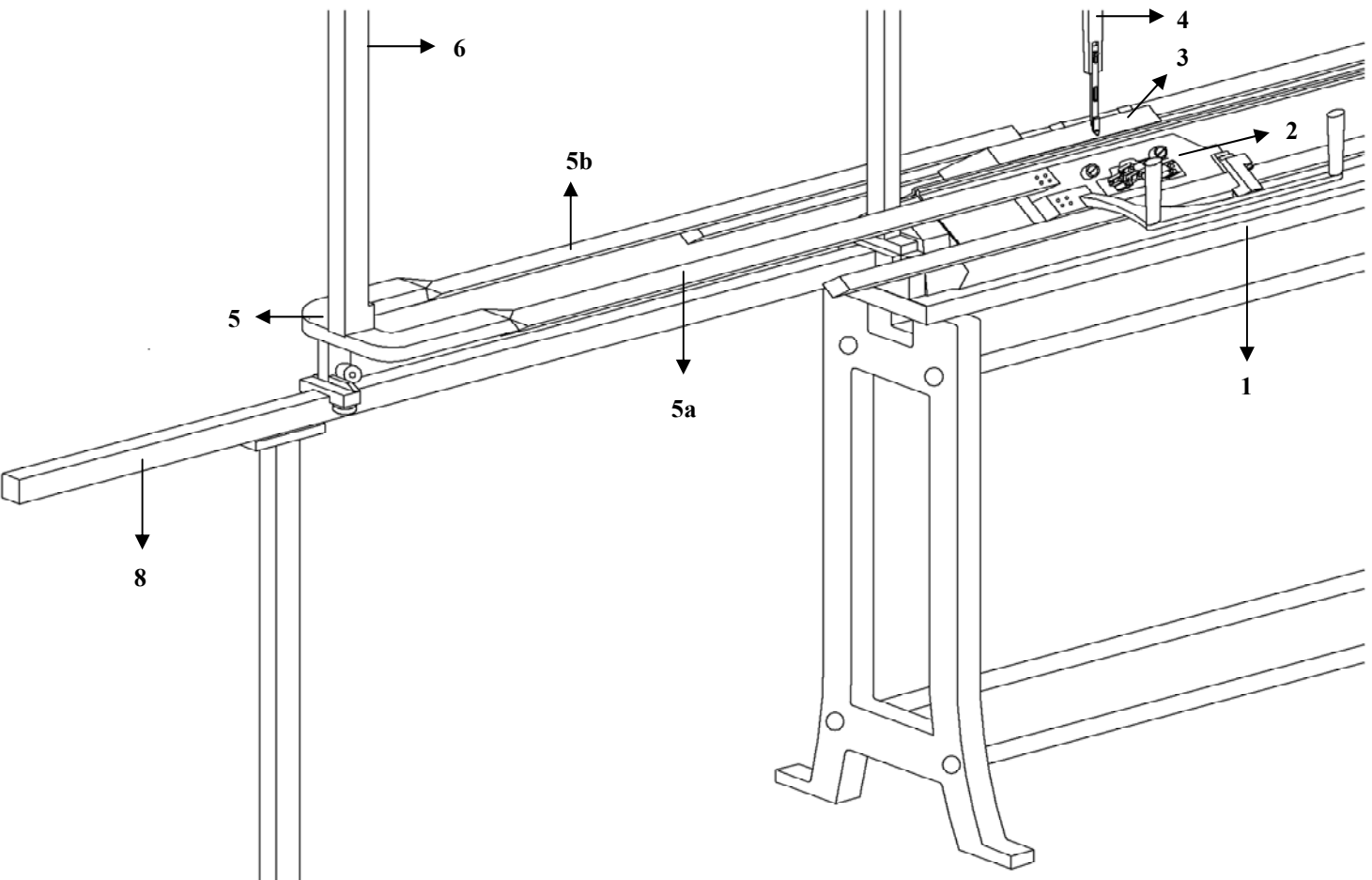
Böylece örme kafasının örme bölgesi boyunca hareketi esnasında bağlantı kolu hiçbir zaman örme bölgesi hizasına gelmeyecektir ve bu hizada beslenecek olan çözgü ipliklerine temas etmeyecektir.

2.2.3 İplik Besleme Sisteminde Yapılan Değişiklik

Şekil 2.3de görüldüğü gibi örme kafası hareket ederek mekiği almakta ve böylece iğneler yükseldiklerinde örme ipliğini alarak ilmek oluşturabilmektedir. Örme bölgesi hizasında çözgü iplikleri bulunacağından mekiğin örme kafası ile bağlantısının da örme bölgesinden uzaklaştırılması gerekmiştir (Şekil 2.14).

İplik besleme sisteminde mekiğin hareketini aldığı düzener örme bölgesi hizasında ama daha yukarıya taşınmıştır, böylece örme bölgesi hizasında kullanılabilir bölge elde edilmiştir, bu bölgeye de çözgü iplikleri bobinlerini taşıyan tablalar yerleştirilmiştir. Burada sadece iplik besleme sisteminden bahsedilecektir.

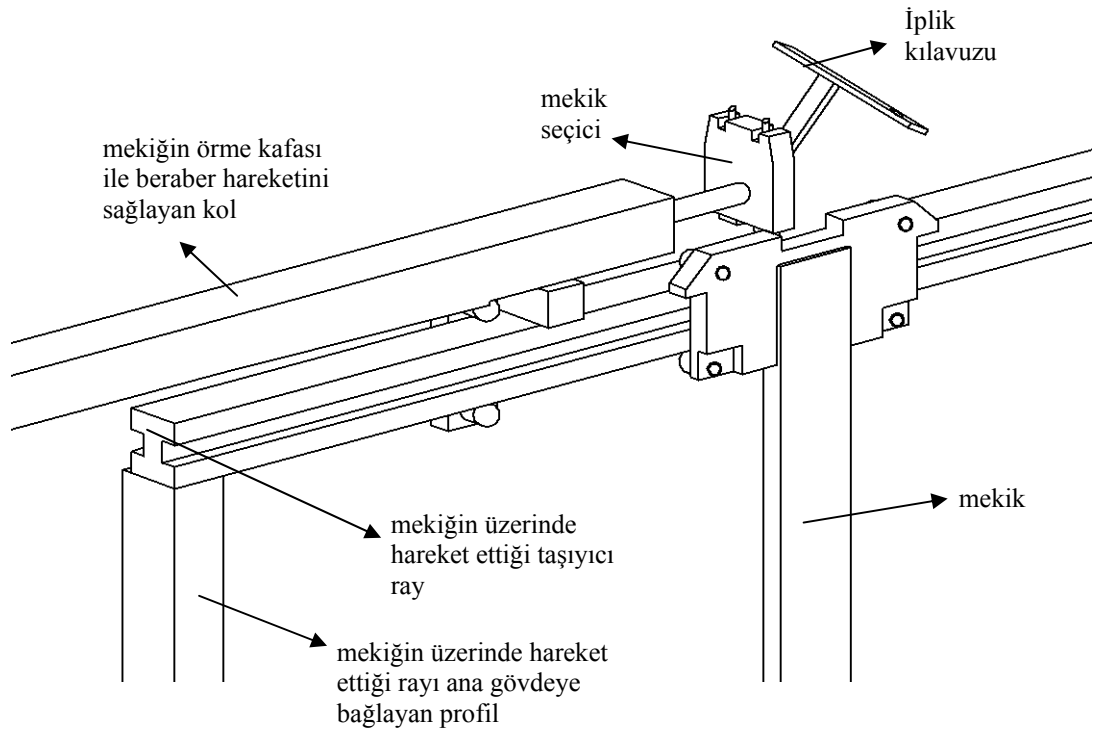
İplik besleme sisteminde mekiğin hareketini aldığı düzeneği örme bölgesi hizasında ama daha yukarıya taşıyabilmek için yeni geliştirilen bağlantı koluna (Şekil 2.14te 5 numaralı parça) bir kol eklenerek (Şekil 2.14te 6 numaralı parça) mekiği bu kolun seçmesi sağlanmıştır ve mekiğin üzerinde hareket edebilmesi için "I" kesitli bir ray (Şekil 2.14te 7 numaralı parça) tasarlanmıştır, bu ray da örme makinesinin ana gövdesine profiller aracılığıyla yerleştirilmiştir. Mekiğin üzerinde hareket ettiği ray ile bağlantısının detaylı çizimi Şekil 2.16da görülmektedir.



Şekil 2.15 Örne kafasının bağlantı parçası;1: makine gövdesi, 2: ön iğne yatağı üzerinde hareket eden örme kafası parçası, 3: arka iğne yatağı üzerinde hareket eden örme kafası parçası, 4: iplik besleme sistemi (mekik), 5: örme kafasının ön ve arka yatağında hareket eden parçalarını birleştiren bağlantı parçası, 6: mekiğin örme kafası ile beraber hareketini sağlayan kol, 8: 5 numaralı bağlantı kolunu taşıyan ray.

Örme kafasını hareket ettirince, örme kafasına bağlı kolun da hareket etmesi ile mekik I kesitli rayın üzerinde hareket etmektedir (Şekil 2.17). Şekil 2.17a da örme kafası ve mekik el örme makinesinin sağında bulunmaktadır. Örme kafasının makinenin soluna hareket ettirilmesiyle örme kafası bağlantı parçasına bağlı kolun mekiği I kesitli ray üzerinde ötelemesi ile mekik de örme kafası ile birlikte makinenin sağına doğru ilerler (Şekil 2.17b)

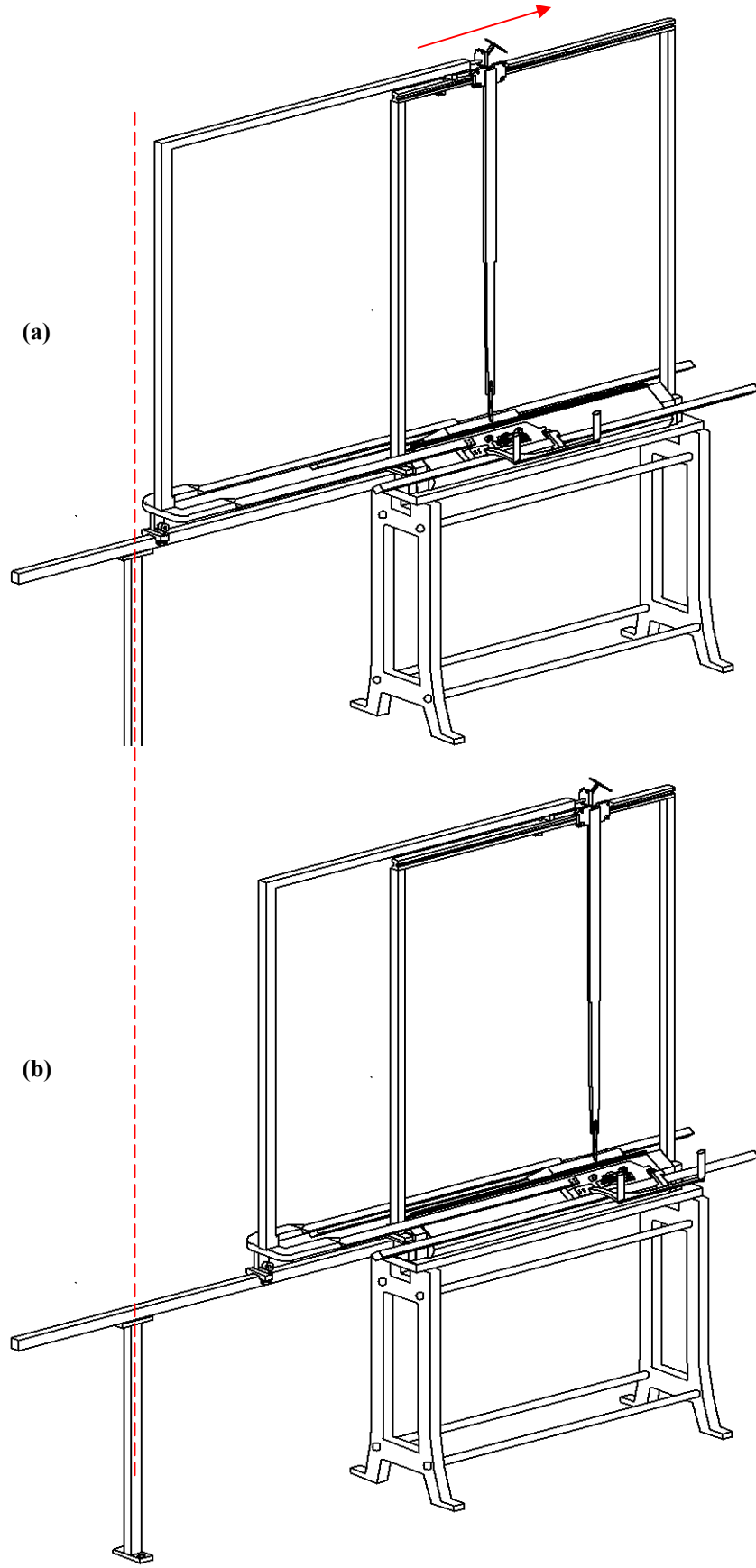
Örme ipliğinin beslenmiş hali ile mekik ve hareket düzeneği ise Şekil 2.18de görülmektedir.



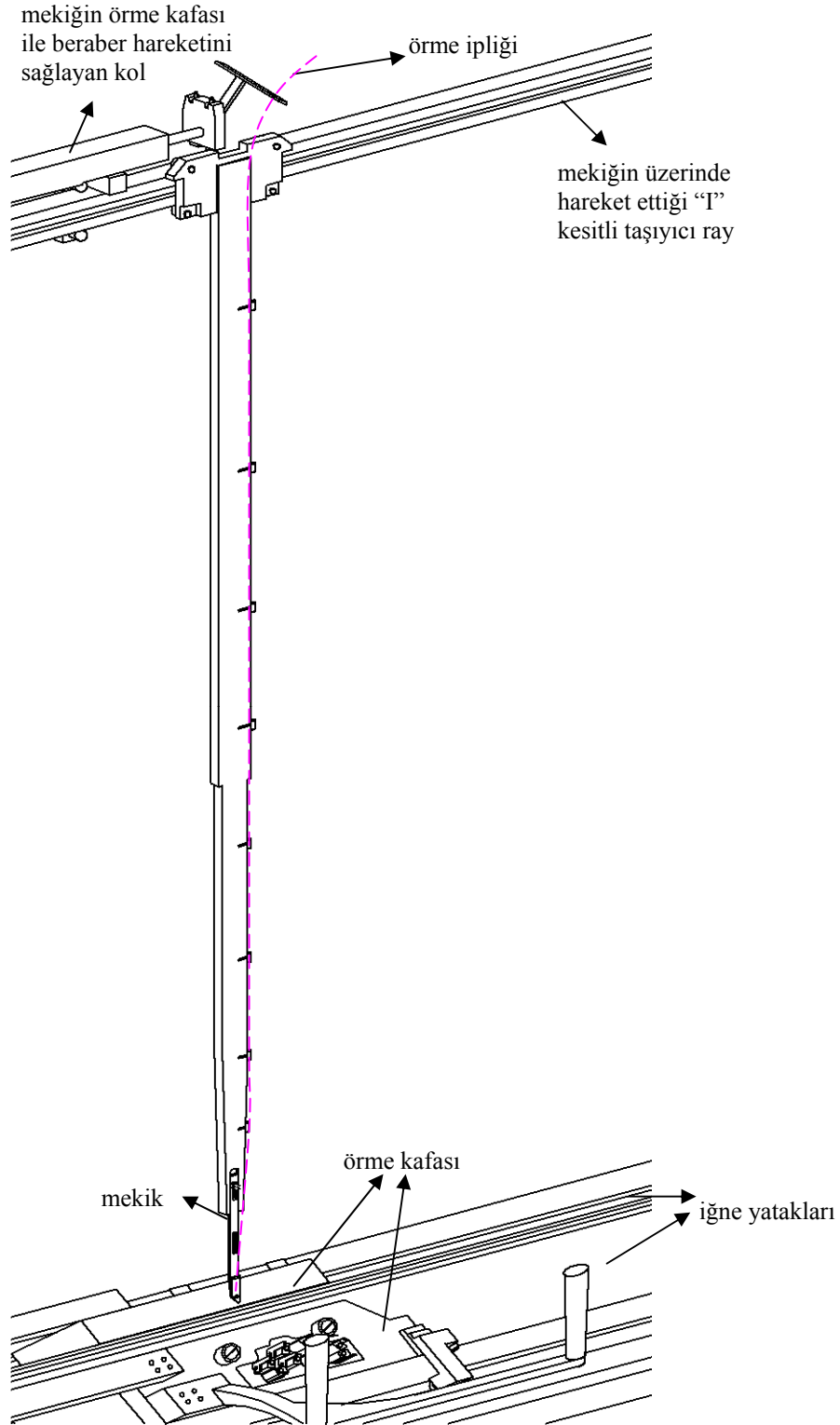
Şekil 2.16 Mekik ve üzerinde hareket ettiği "T" kesitli ray

2.3 Çözümlü Yatırımın Yapılabilmesi İçin Geliştirilen Düzenek

Örme yapılarına çubuk doğrultusunda yatırım ipliği yerleştirebilmek için bir çözümlü besleme sistemi tasarlanmıştır ve bu sistem el örme makinesi üzerine monte edilmiştir. Bu besleme sistemi ile örme makinesinin iplik kılavuzunun taşıdığı örmeye katılan iplikten bağımsız olarak çubuk doğrultusunda iplikler yatırılabilir.



Şekil 2.17 Örme kafası ile hareket eden iplik besleme sistemi

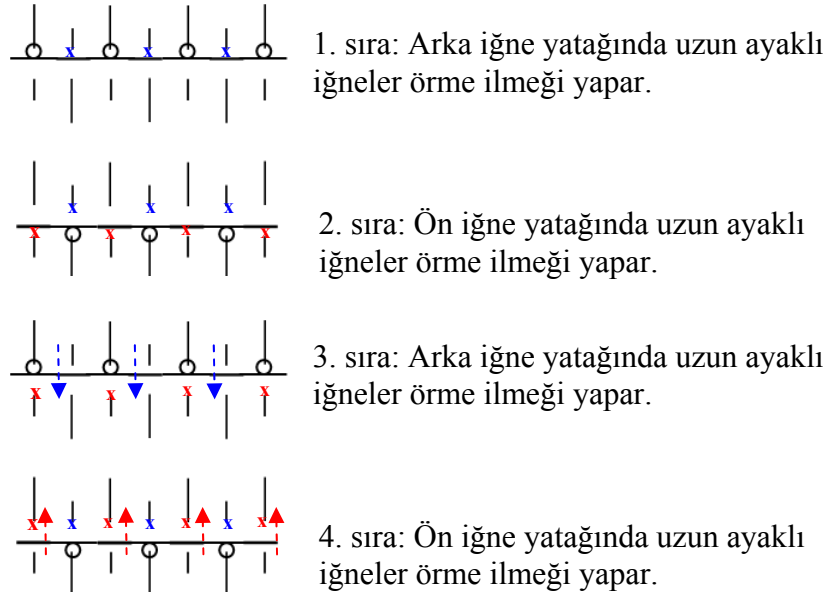


Şekil 2.18 Örme ipliği beslenmiş olarak mekik

Bu bölümde çözü besleme sisteminin kısımları olan çözü bobinlerini taşıyan çözü tablasından, çözü iplikleri kılavuzu ve çözü tarağından, el örme makinesi üzerine montajlarından ve çalışma prensiplerinden bahsedilecektir.

2.3.1 Çözü Tablası ve Hareket Mekanizması

Çözü ipliklerinin yerleşimi ve örme bölgesine beslenmesinin anlaşılması için çözü yatırımlarının örme yapısı içerisindeki yerleşimlerini kullanılan tüp örme yapılarının raporları üzerinde belirtmek mümkündür. Şekil 2.10 da belirtilmiş olan tüp örme yapısında atlama yapan iğnelerin hizasından çözü yatırımları yapılır. Şekil 2.19da örme yapısı ve çözü yatırımları birlikte görülebilir. Her ne kadar yapının örme raporu iki sıradan oluşsa da çözü ipliklerinin hareketlerinin anlaşılabilmesi için dört sıra için örme raporu verilmiştir.



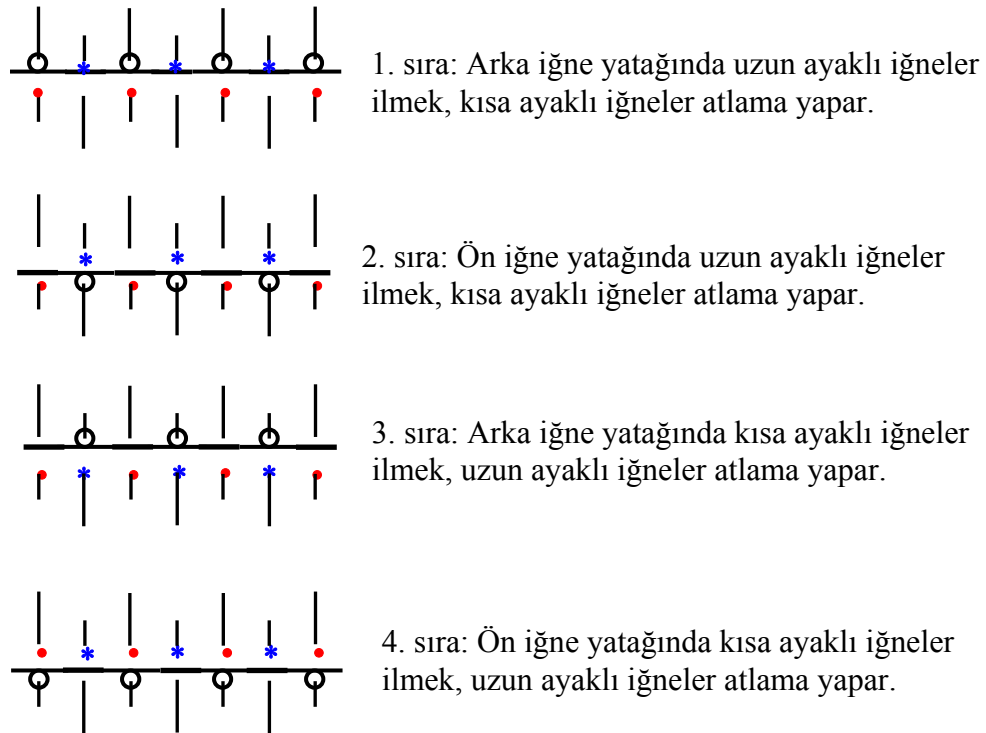
Şekil 2.19 Çözü yatırılabilir tüp örme raporu ve çözü yatırımlarının konumları

Bu yapıya çözü yatırımı yapabilmek için her iki iğne yatağına birbirinden bağımsız çözü iplikleri beslenmektedir, böylece elde edilen tüp mamulün tüm çeperinde mamul boyunca uzanan çözü yatırımları olabilmektedir. Arka iğne yatağına beslenen çözü iplikleri mavi, ön iğne yatağına beslenen çözü iplikleri ise kırmızı ile gösterilmiştir. Birinci sırada arka iğne yatağında uzun ayaklı iğneler ilmek

yaparken kısa ayaklı iğneler seçilmez ve bu iğnelerin hizasından mavi renk ile gösterilmiş olan çözü iplikleri beslenir. İkinci sırada ön iğne yatağında uzun ayaklı iğnelerilmek yaparken yine kısa ayaklı iğneler seçilmez ve bu iğnelerin hizasından bu yatağa ait yani kırmızı renkli çözü iplikleri beslenir. Böylece örme ipliği tüp kumaşın bir sırasını oluşturmuş olur ve kumaşın her iki yataktaki kısmında da çözü yatırımları yapılmış olur. Çözü yatırımlarının örme yapısı içerisineilmek ya da askı yapmadan dahil edilmesi için üçüncü sırada arka yatakta yine uzun ayaklı iğnelerilmek, kısa ayaklı iğneler atlama yaparken çözü ipliklerinin atlama ipliğinin diğer tarafında kalması gerekir. Bunun için bu yatağa ait çözü iplikleri kısa ayaklı iğneler hizasında ön iğne yatağına doğru ilerler. Üçüncü sıra örülürken sadece arka iğne yatağındaki iğneler çalıştığı yani ön iğne yatağında herhangi bir seçim ya da hareket olmadığı için üçüncü sıra tamamlanıncaya dek mavi renkli çözüler ön iğne yatağı hizasında bekler. Dördüncü sıraya başlamadan önce arka iğne yatağına ait mavi renkli çözü iplikleri arka yatak hizasındaki ilk konumlarına geri döner ve ön iğne yatağına ait kırmızı renkli çözü iplikleri de arka yatak hizasına doğru hareket ettirilir. Dördüncü sırada arka iğne yatağında herhangi bir iğne seçimi olmayacağı için çözü iplikleri arka yatak hizasında bekler, ön iğne yatağında ise uzun ayaklı iğnelerilmek yaparak dördüncü sırayı tamamlar. Böylece dördüncü sıra tamamlandığında yani tüp kumaşın ikinci sırası yapılmış olduğunda çözü yatırımları atlama iplikleri arasında kalarak örme yapısına dahil edilmiş olur, ancak askı ya dailmek yapmadıkları için tüp kumaş boyunca doğrusalıklarını kaybetmezler. Dördüncü sıra tamamlandıktan sonra ön iğne yatağına ait kırmızı renkli çözü iplikleri ön iğne yatağı hizasındaki konumlarına geri döner ve örme raporu bu şekilde tekrar edilerek istenen adette sıra örülür.

Şekil 2.11 da belirtilmiş olan tüp örme kumaş yapısında da çözü yatırımları atlama yapan iğnelerin hizasından yapılır. Şekil 2.20de örme yapısı ve çözü yatırımları birlikte görülebilir. Arka iğne yatağına yapılan çözü yatırımları mavi, ön iğne yatağına yapılan çözü yatırımları kırmızı ile gösterilmektedir. İlk iki sıra örülürken her iki iğne yatağına ait çözü iplikleri atlama yapan iğnelerin hizasındadır ve sıra örülürken konumlarını korur. Böylece tüp kumaşın bir sırası her iki iğne yatağında çözü yatırımlı olarak tamamlanmış olur. Çözü yatırımlarının örme

yapısına dahil edilmesi için bu yapıda da çözümlü ipliklerinin hareket ettirilerek atlamaların diğer tarafında kalacak şekilde konumlarının değiştirilmesi gerekir. Bunun için üçüncü sıra örülmeye başlamadan arka iğne yatağına ait mavi renkli çözümlü iplikleri ön iğne yatağına doğru ilerletilir ve üçüncü sıra tamamlanıp dördüncü sıra başlamadan arka iğne yatağına ait mavi renkli çözümlü iplikleri geri, eski konumlarına getirilir. Ayrıca ön iğne yatağına ait kırmızı renkli çözümlü iplikleri de arka iğne yatağı hizasına doğru ilerletilir. Dördüncü sıra ön iğne yatağında tamamlanınca tüp örme kumaşın ikinci sırası tamamlanmış olur ve mamulün tüm çeperinde çözümlü yatırımları örme yapısına dahil edilmiş ancak doğrusallıklarını koruyor olur. Örülmüş olan son sıradan sonra ön iğne yatağına ait kırmızı renkli çözümlü iplikleri ön iğne yatağı hizasındaki konumlarına geri gelir ve bu şekilde örme raporu tekrar edilerek istenen uzunlukta çözümlü yatırımlı tüp kumaş elde edilir.



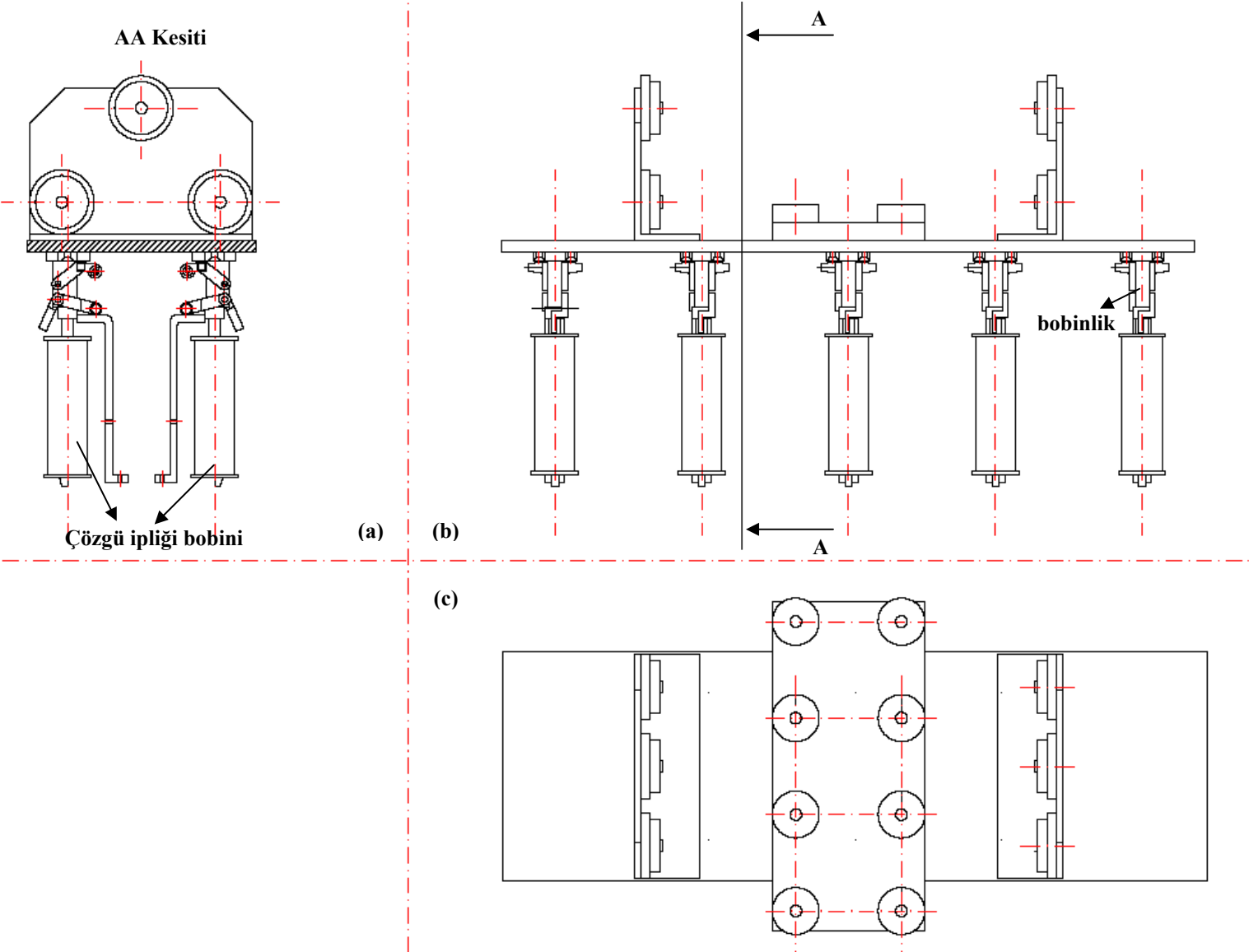
Şekil 2.20 Çözümlü yatırılabilecek bir başka tüp örme raporu ve çözümlü yatırımlarının konumları

Bu yapıların içerisine çözümlü yatırımı yapılabilmesi için her iki iğne yatağına ayrı ayrı çözümlü ipliklerinin beslenmesi ve gerektiğinde bu çözümlü ipliklerinin diğer iğne yataklarına doğru hareket ettirilmesi gerekmektedir. Bunun için her iki iğne yatağı

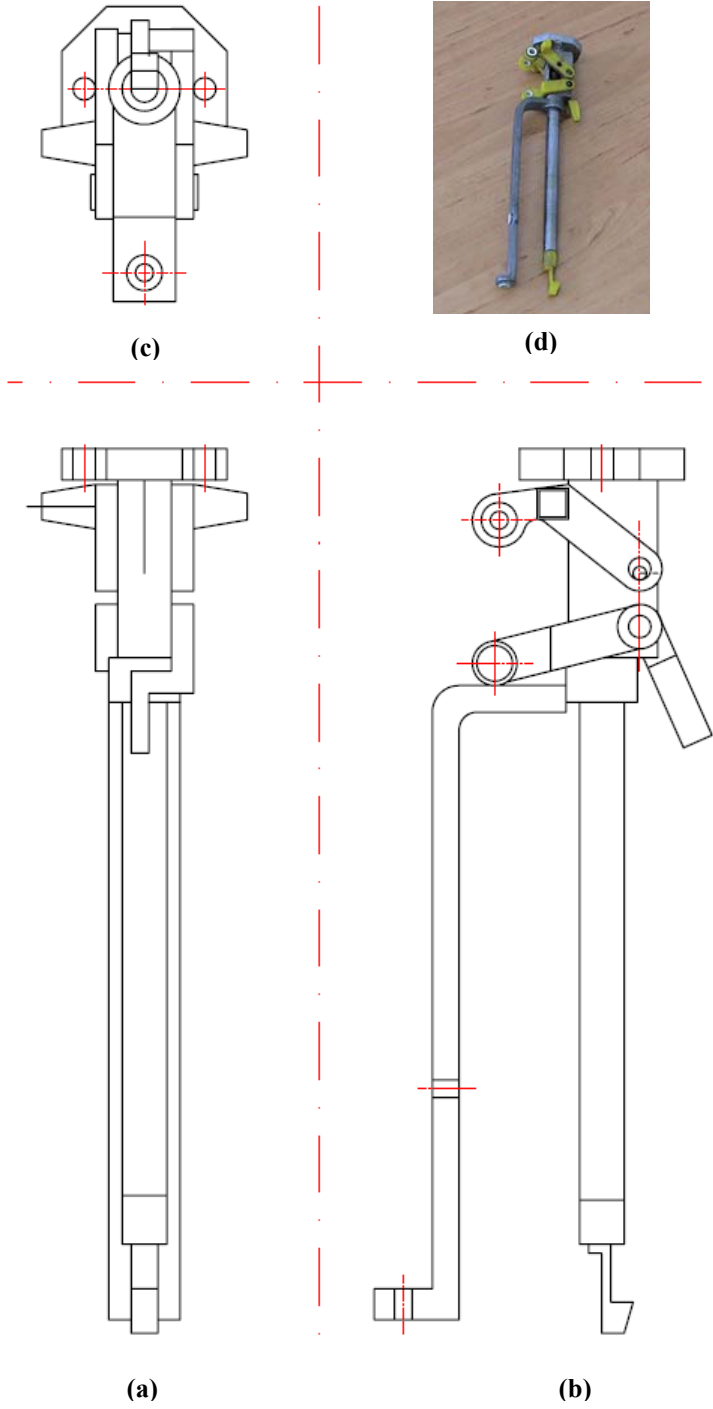
hizasında bir tane monte edilmek üzere çözümlü ipliklerinin bobinlerinin taşınacağı çözümlü tablası tasarlanmıştır (Şekil 2.21).

Çözümlü tablası üzerine 2 sıra halinde toplam 10 adet çözümlü bobini yerleştirilebilmektedir. Çözümlü tablasında bulunan bobinlerden çözümlü iplikleri aşağıya örme bölgesine doğru sağılacağı için bobinler Şekil 2. 22de detaylı çizimi görülen ve saç örgüsü makinelerinde de kullanılmakta olan bobinliklerin üzerine, bobinlikler çözümlü tablasına sabitlendikten sonra yerleştirilmiştir. Şekil 2.23de görüldüğü gibi çözümlü ipliğinin bobinlikteki kılavuzlarından geçirilmesiyle çözümlü ipliği bobini baş aşağı duruyor olmasına rağmen gerginlik uygulanmadığında bobinden iplik boşalmamaktadır. Çözümlü bobininden gelen iplik önce 1 numaralı delikten daha sonra 2, 3, 4 ve 5 numaralı deliklerden geçirilir. 2 ve 4 numaralı deliklerin bulunduğu bobinliğin her iki tarafında da bulunan parçalar birbirinden bağımsızdır ancak çözümlü ipliği ucundan çekilince Şekil 2.23a'da görülmekte olan her iki parçanın ana gövdeye tutturulduğu 6 numaralı mesnet etrafında okla gösterilen yönde hareket edebilmektedir. Böylece çözümlü ipliği ucundan gerginlik uygulanmadığı durumda Şekil 2.23de görülen konumunda durarak fren görevi yapar, çözümlü ipliğinin akmasını engeller.

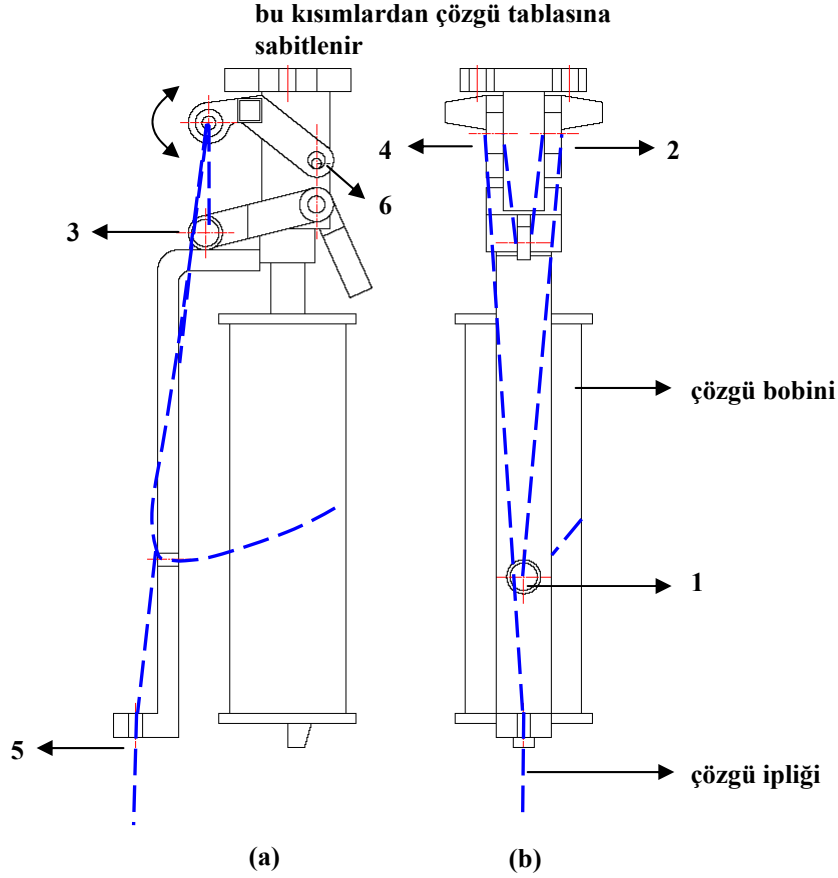
Her iki iğne yatağı hizasında birer adet bulunacak olan bu çözümlü tablasını taşıyan ve örme esnasında çözümlü ipliklerinin iğne yatakları hizasında hareketine olanak veren bir ray sistemi de tasarlanmıştır. Şekil 2.24te görülmekte olan ray sisteminde çözümlü tablalarının üzerinde hareket ettiği karşılıklı iki ray ve bu rayın üzerinde bulunduğu destek ayakları bulunmaktadır. Tek parça ray yerine iki parça ray kullanılmıştır böylece her iki iğne yatağı hizasında bulunan iki rayın arasında örme bölgesi hizasında bırakılan aralıktan örme mekiği ilerleyerek iğnelere örme ipliğini besleyebilmektedir. Bu şekilde örme işlemi sürdürülürken çözümlü iplikleri örme bölgesine beslenebilecek ve ilgili sıra örülüp örme mekiği makinenin en sağına ya da soluna gittiğinde çözümlü tablaları bir raydan diğerine hareket ederek gerekli konumunu alabilecek, çözümlü yatırımları yapılabilecektir.



Şekil 2.21 Çözgü bobinleri ile birlikte çözgü tablaları görünüşleri (a) Ön den görünüşte AA kesitinin görünüşü, (b) Üstten görünüş, (c) üstten görünüş.



Şekil 2.22 Çözü bobinlerini çözgü tablasında taşıyan bobinlik görünümleri (a) önden, (b) soldan, (c) alttan görünümleri, (d) fotoğrafı

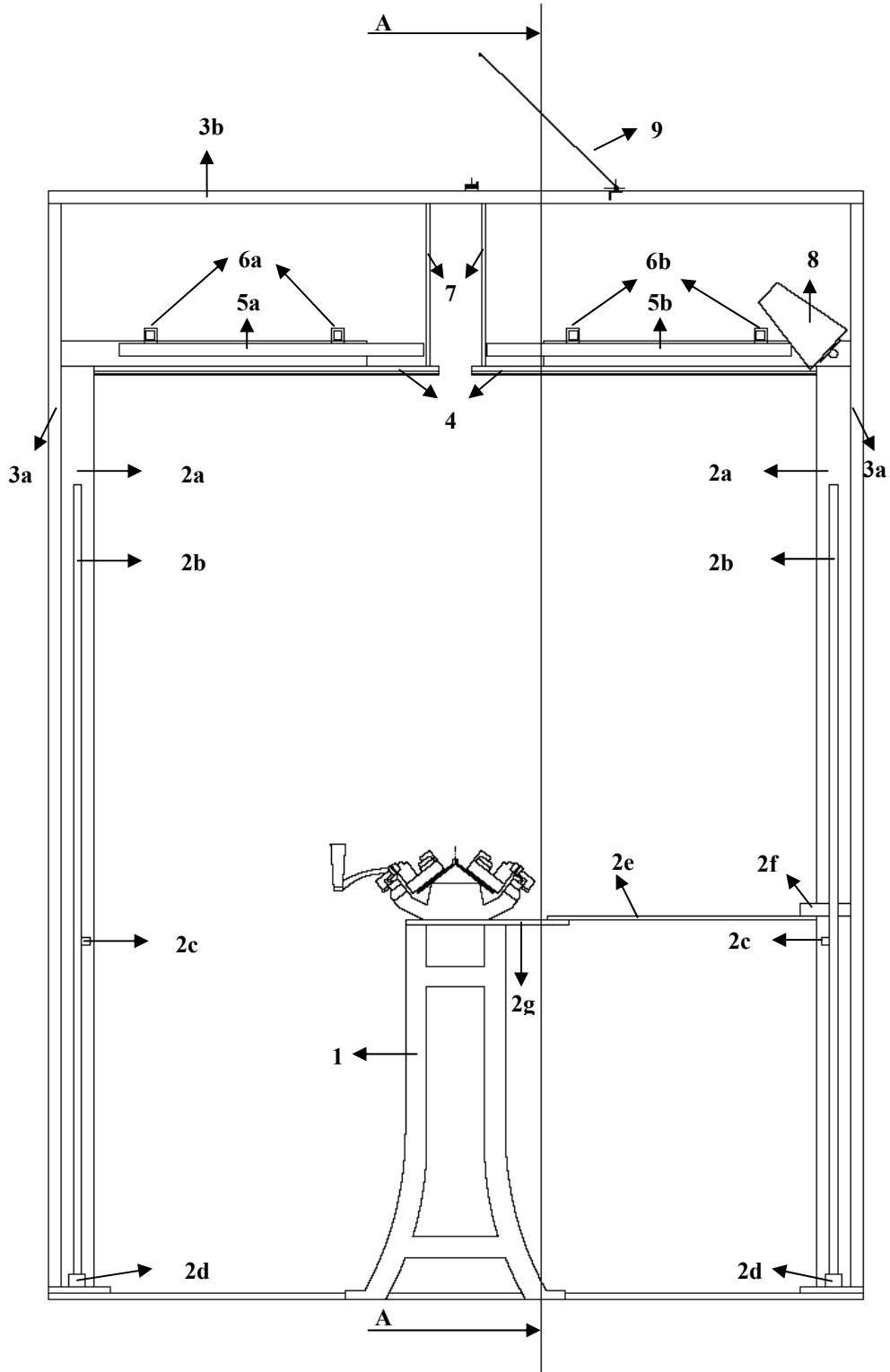


Şekil 2.23 Çözgü tablasına monte edilen bobinliklerden çözgü ipliğinin kılavuzlanması

Ray sisteminin yerleştirileceği yükseklik örme makinesinin manüel çalıştırılacağı göz önüne alınarak belirlenmiştir, böylece çözgü tablaları yerleştirildikten sonra bu tablaların altında duran kişi tarafından örme makinesi el ile çalıştırılabilmektedir.

Çözgü tablalarının iğne yatakları hizasında hareketini sağlamak için tasarlanan rayların istenen yükseklikte konumlanabilmesi için taşıyıcı ayak sistemi de tasarlanmıştır.

Amaçlanan taşıyıcı rayların konumlandırılması olduğu için değişik pek çok şekilde tasarlanabilecek olan taşıyıcı ayak sistemi Şekil 2.24te 2 ile numaralandırılmış parçalardan oluşmaktadır ve bu parçalar birbirlerine kaynaklanmıştır. Şekilde 4 numara ile gösterilmekte olan çözgü tablalarını taşıyacak raylar 2a ile gösterilmekte olan ve ters “L” şekilli ön ve arka iğne yatağı hizasında

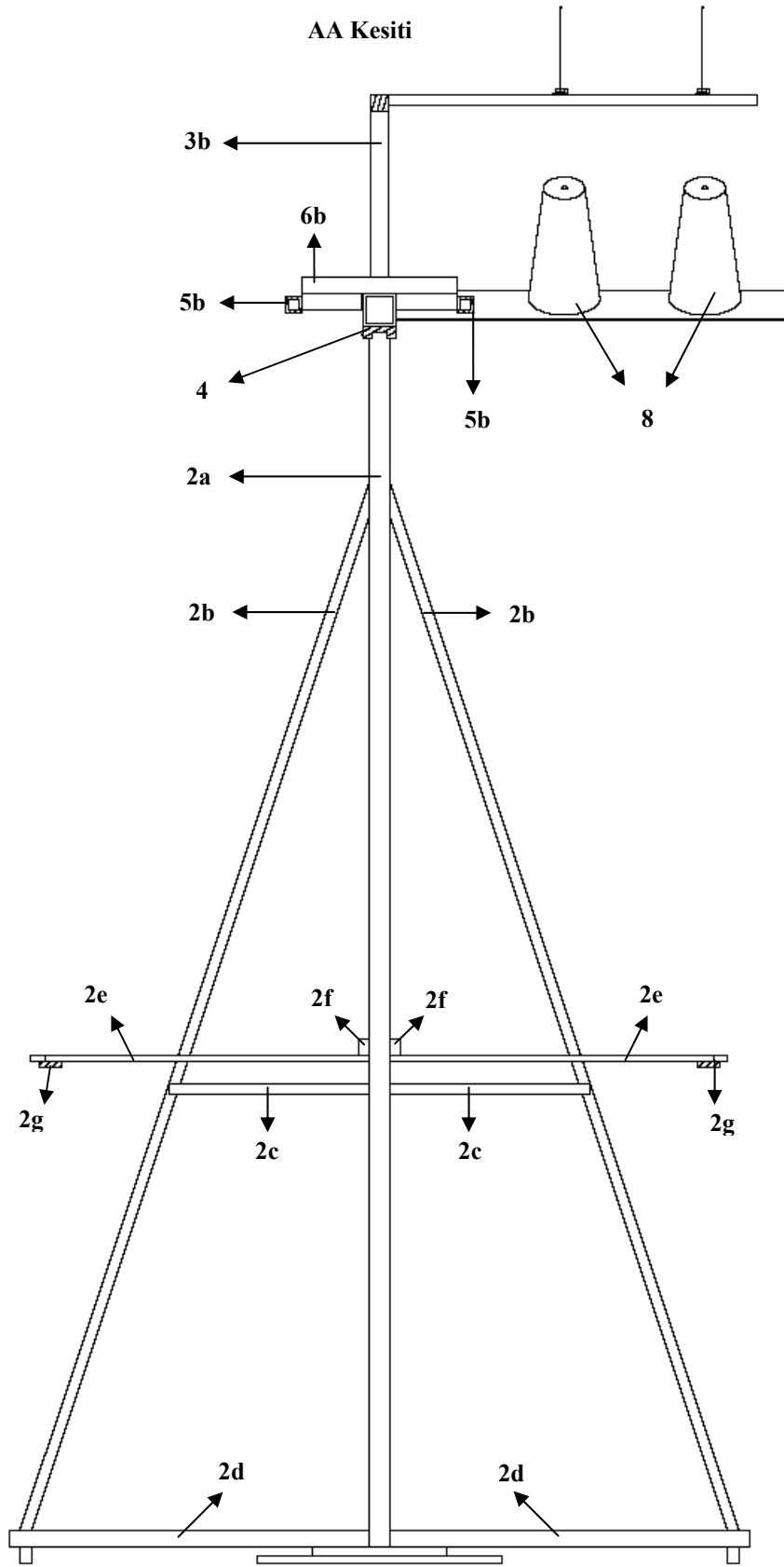


Şekil 2.24 (a) Çözümlenmiş tablalarını her iki yatak üzerinde taşıyabilecek ve yataklar üzerinde hareketlerine olanak veren rayların örme makinesi gövdesine göre yerleşiminin önden görünüşü. 1: örme makinesi ana gövdesi, 2: çözgü tablalarını iğne yatakları üzerinde taşıyan raylara ait taşıyıcı ayağı grubu, 2a: ön ve arka yatağa ait çözgü tablasının taşıyıcı rayına ait ana taşıyıcı ayaklar, 2b: 2a numaralı ana taşıyıcı ayağın sağından ve solundan destek olan

açılı destek ayağı, 2c ve 2d: 2b numaralı destek ayağa rijitlik kazandırmak üzere kullanılmış değişik mesafelerde yere paralel parçalar, 2e: 2a numaralı ana taşıyıcı ayağın dengesinin sağlanabilmesi için örme ana gövdesine birleştiren parça, 2f: 2e numaralı parçayı 2a numaralı ana taşıyıcı ayağa birleştiren bağlantı parçası, 2g: 2e numaralı parçayı 1 numaralı örme ana gövdesine birleştiren bağlantı parçası, 3a ve 3b: örme ipliği kılavuzlarını taşıyacak olan taşıyıcı sistem, 4: çözümlü tablalarının üzerinde hareket ettiği ray, 5: çözümlü tablalarının bir raydan diğerine geçişini kolaylaştıran destek ray sistemi, 5a: ön yatak hizasındaki ve 5b arka yatak hizasındaki destek raylar, 6a ve 6b: 5a ve 5b destek raylarını 2a numaralı ana taşıyıcı ayağa birleştiren bağlantı parçaları, 7: 4 numaralı rayı 3b numaralı parçaya birleştiren bağlantı parçası, 8: örme ipliği bobini, 9: örme ipliği kılavuzu.

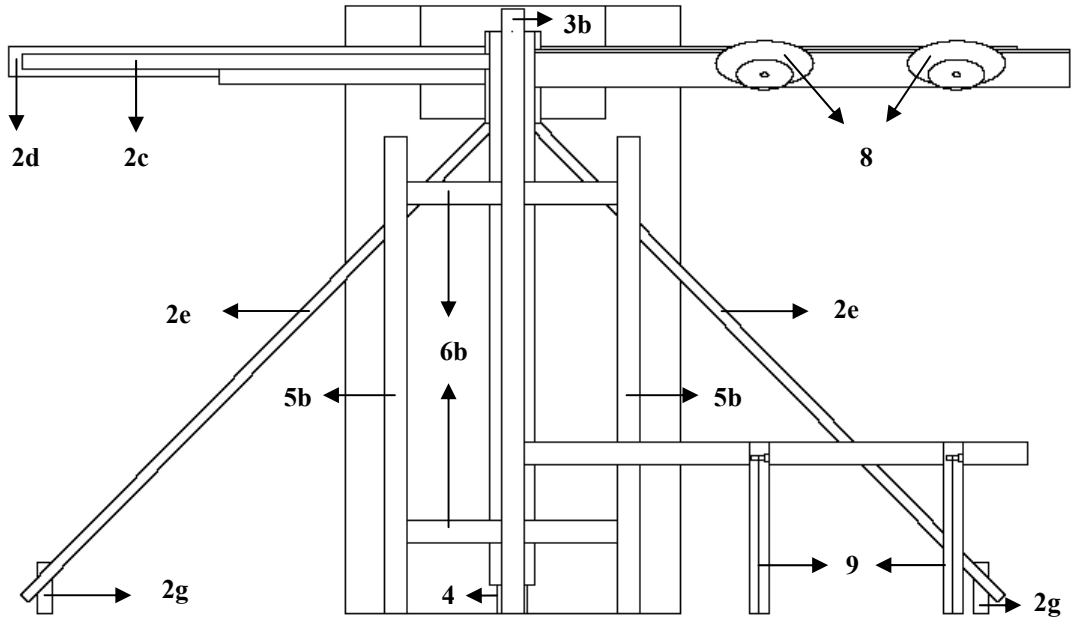
birer tane bulunacak şekilde karşılıklı yerleştirilmiş metal profiller üzerine vidalarla sabitlenmiştir. 4 numaralı taşıyıcı rayların arasında örme ipliği kılavuzunun (mekik) geçmesine olanak verecek kadar açıklık bulunmaktadır. Çözümlü tablalarının bu raylar üzerinde hareketinin kolaylaştırılması için ayrıca ön iğne yatağı hizasında 5a ve arka iğne yatağı hizasında 5b numaralı yardımcı raylar bulunmaktadır. Bu yardımcı raylar 2a numaralı profil gurubuna ön iğne yatağı hizasında 6a ve arka iğne yatağı hizasında 6b numaralı profiller ile sabitlenmiştir. Yine çözümlü tablalarının 4 numaralı raylar üzerinde hareketi esnasında herhangi bir sehim oluşturmaması için 4 numaralı raylar uçlarından 7 numaralı parça ile 3b numaralı ana gövdeye kaynaklanmış olan profile sabitlenmiştir. 3b numaralı profil örme ipliği kılavuzlarını taşınması için tasarlanmıştır ve 3a numaralı parçalar ile 2a numaralı ana taşıyıcı ayağa birleşmektedir. 2a ve 3a numaralı parçaların rijitliği ve desteklenmesi için 2b, 2c, 2d numaralı parçalar kullanılmıştır. 2b numaralı parçalardan her iğne yatağı tarafında 2 tane olmak üzere 4 tane bulunmaktadır ve 2a numaralı ana taşıyıcı ayağı iki taraftan desteklemektedir. 2c ve 2d numaralı parçalar ise 2a numaralı taşıyıcı ayağa açılı bir şekilde kaynaklanmış olan 2b numaralı parçaya destek olmak üzere yere paralel bir şekilde 2a numaralı parçaya değişik yüksekliklerde kaynaklanmıştır.

Şekil 2.24te görülmekte olan 2e, 2f ve 2g numaralı parçalar ise sadece arka iğne yatağı tarafında bulunup arka iğne yatağı tarafındaki 2a numaralı ana taşıyıcı ayağı örme makinesi ana gövdesine birleştirmektedir. Örme kafası ön iğne yatağı tarafından hareket ettirildiği için örme makinesinin arka iğne yatağı arkasında kalan bölge taşıyıcı ayakların rijitliğinin artırılması için bu şekilde kullanılmaktadır.



Şekil 2.24 (b) AA kesit görünüşü: arka iğne yatağına ait çözgü tablasını taşıyıcı ray sistemi ve bu ray sistemini taşıyan destek sistemi. 1: örme makinesi ana gövdesi, 2:

çözümlerini iğne yatakları üzerinde taşıyan raylara ait taşıyıcı ayağı grubu, 2a: ön ve arka yatağa ait çözümler tablasının taşıyıcı rayına ait ana taşıyıcı ayaklar, 2b: 2a numaralı ana taşıyıcı ayağın sağından ve solundan destek olan açılı destek ayağı, 2c ve 2d: 2b numaralı destek ayağa rijitlik kazandırmak üzere kullanılmış değişik mesafelerde yere paralel parçalar, 2e: 2a numaralı ana taşıyıcı ayağın dengesinin sağlanabilmesi için örme ana gövdesine birleştiren parça, 2f: 2e numaralı parçayı 2a numaralı ana taşıyıcı ayağa birleştiren bağlantı parçası, 2g: 2e numaralı parçayı 1 numaralı örme ana gövdesine birleştiren bağlantı parçası, 3a ve 3b: örme ipliği kılavuzlarını taşıyacak olan taşıyıcı sistem, 4: çözümler tablalarının üzerinde hareket ettiği ray, 5: çözümler tablalarının bir raydan diğerine geçişini kolaylaştıran destek ray sistemi, 5a: ön yatak hizasındaki ve 5b arka yatak hizasındaki destek raylar, 6a ve 6b: 5a ve 5b destek raylarını 2a numaralı ana taşıyıcı ayağa birleştiren bağlantı parçaları, 7: 4 numaralı rayı 3b numaralı parçaya birleştiren bağlantı parçası, 8: örme ipliği, 9: örme ipliği kılavuzu.



Şekil 2.24 (c) Çözümler tablalarını her iki yatak üzerinde taşıyabilecek ve yataklar üzerinde hareketlerine olanak veren rayların örme makinesi gövdesine göre yerleşiminin AA kesitin üstten görünüşü (arka yatak hizasında bulunan taşıyıcı ray sistemi ve destek ayakları). 1: örme makinesi ana gövdesi, 2: çözümler tablalarını iğne yatakları üzerinde taşıyan raylara ait taşıyıcı ayağı grubu, 2a: ön ve arka yatağa ait çözümler tablasının taşıyıcı rayına ait ana taşıyıcı ayaklar, 2b: 2a numaralı ana taşıyıcı ayağın sağından ve solundan destek olan açılı destek ayağı, 2c ve 2d: 2b numaralı destek ayağa rijitlik kazandırmak üzere kullanılmış değişik mesafelerde yere paralel parçalar, 2e: 2a numaralı ana taşıyıcı ayağın dengesinin sağlanabilmesi için örme ana gövdesine birleştiren parça, 2f: 2e numaralı parçayı

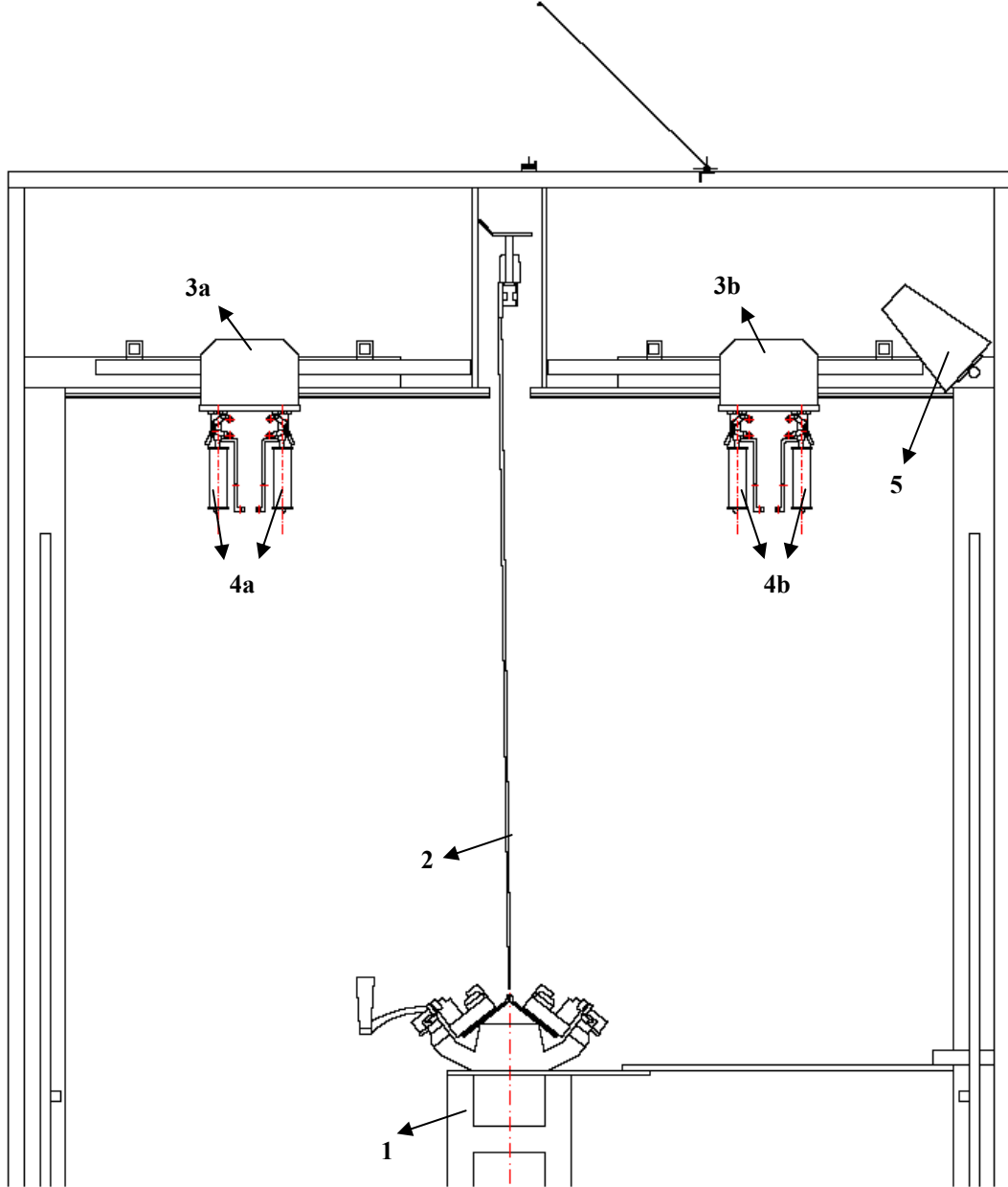
2a numaralı ana taşıyıcı ayağa birleştiren bağlantı parçası, 2g: 2e numaralı parçayı 1 numaralı örme ana gövdesine birleştiren bağlantı parçası, 3a ve 3b: örme ipliği kılavuzlarını taşıyacak olan taşıyıcı sistem, 4: çözümlerinin üzerinde hareket ettiği ray, 5: çözümlerinin bir raydan diğerine geçişini kolaylaştıran destek ray sistemi, 5a: ön yatak hizasındaki ve 5b arka yatak hizasındaki destek raylar, 6a ve 6b: 5a ve 5b destek raylarını 2a numaralı ana taşıyıcı ayağa birleştiren bağlantı parçaları, 7: 4 numaralı rayı 3b numaralı parçaya birleştiren bağlantı parçası, 8: örme ipliği, 9: örme ipliği kılavuzu.

Böylece çözümlerini taşıyacak olan ray sistemi örme makinesi üzerine sabitlenmiş olmaktadır.

Çözümlerinin ray sistemi ile birlikte el örme makinesine monte edilmiş hali Şekil 2.25de görülmektedir. Bu şekilde örme makinesinin ana gövdesi, çözümlerinin tablaları, tablaların taşıyıcı sistemi ve örme ipliği kılavuzu (mekik) bulunmaktadır. Şekil 2.25de 3a ile numaralandırılmış olan çözümlerinin ön iğne yatağına beslenecek olan çözümlerinin ipliklerini (4a), 3b ile numaralandırılmış olan çözümlerinin ise arka iğne yatağına beslenecek olan çözümlerinin ipliklerini(4b) taşımaktadır. 2 numaralı mekik ise çözümlerinin taşıyıcı rayların arasında bırakılmış olan aralıktan örme bölgesi boyunca hareket edebilmektedir. Çözümlerinin hareketini sağlayan rulmanların yeter adette ve mesafelerde bulunmaları ve yardımcı raylar sayesinde çözümlerinin tablaları rayların arasında mesafe bulunmasına rağmen sorunsuz bir şekilde bir raydan diğerine geçebilmektedir, böylece çözümlerinin konumlandırılması kolaylıkla yapılabilmektedir. Bu aşamada mekanizmanın çalışması ve söz konusu mamulün üretilebilirliğinin sağlanması hedeflendiği için çözümlerinin raylar arası hareketi manüel olarak sağlanmaktadır. Örme işlemi ile birlikte senkronize bir şekilde çalışması için otomatik hale getirilmesi de mümkündür.

Çözümlerinin yerleşimi daha detaylı olarak arka iğne yatağı hizasındaki çözümlerinin ve taşıyıcı raya ait kesit çiziminde görülmektedir (Şekil 2.26). Şekil 2.26da 10 numara ile belirtilmiş olan 8 adet rulman çözümlerinin tablasına monte edilmiştir ve 9 numaralı taşıyıcı ray üzerinde bu rulmanlar sayesinde çözümlerinin tablası hareket edebilmektedir. 6 numara ile belirtilmekte olan tekerlekler de yine çözümlerinin tablasına monte edilmiştir ve çözümlerinin tablası 9 numaralı rayın üzerinde hareket ederken bu

tekerleklerde 7 numara ile belirtilmiş olan destek raylarla hareketin sorunsuz olmasını sağlamaktadır.

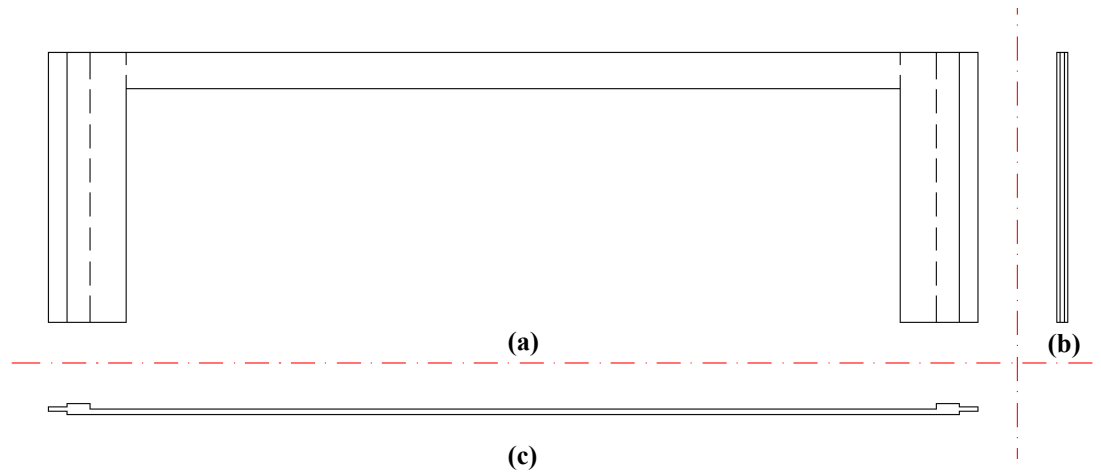


Şekil 2.25 Çözü tablarının taşıyıcı raylar üzerine montajı, 1: örme makinesi gövdesi, 2: mekik, 3a: ön iğne yatağı hizasındaki çözüleri taşıyan çözü tablası, 3b: arka iğne yatağı hizasındaki çözüleri taşıyan çözü tablası, 4a: 3a numaralı çözü tablasına ait çözü iplik bobinleri, 4b: 3b numaralı çözü tablasına ait çözü iplik bobinleri, 5: örme ipliği.

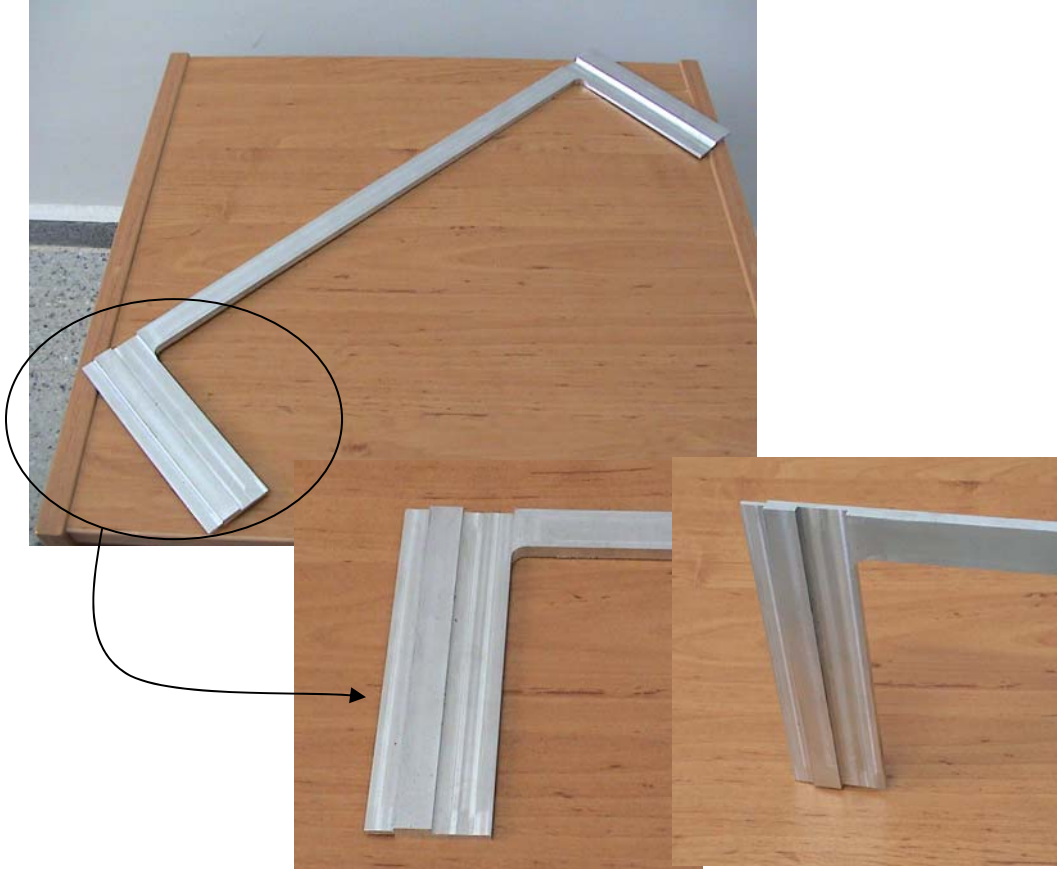
2.3.2 Çözü Tırağı ve Hareket Mekanizması

Çözgü ipliklerinin örme esnasında ve örme bölgesinde kontrolü, çözgülerin istenilen iğne aralığına yerleştirilebilmesi için çok önemlidir. Bu sebeple örme bölgesine mümkün olduğunca yakın mesafede çözgü uçlarının birebir kontrolünün sağlanması gerekmektedir. Bu kontrolün örme işlemi esnasında da yapılması gerekmektedir yani örme işlemi esnasında gerek iğnelerin hareketi gerekse mekiğin/fırçaların hareketi esnasında çözgü ipliklerinin yerinin değişmemesi/sabit kalması gerekmektedir. Bu hassas kontrolün sağlanabilmesi için örme yapısı boyunca beslenecek olan çözgü ipliklerini örme bölgesinde istenen pozisyonda tutabilecek bir çözgü tarağı tasarlanmıştır.

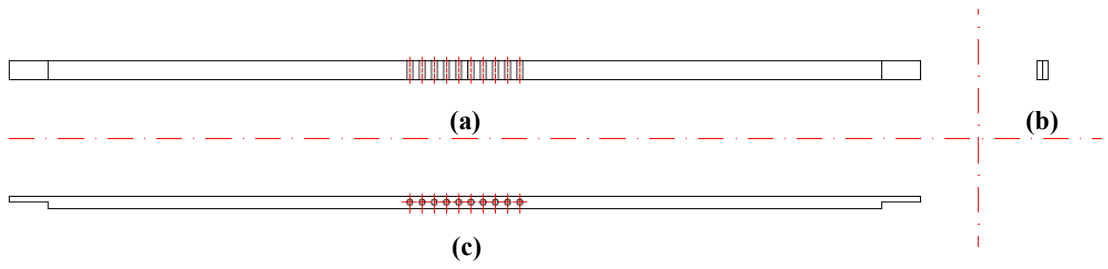
Çözgü ipliklerini taşıyacak olan tarak iki kısımdan oluşmaktadır. Ana gövde (Şekil 2.27) bulunmaktadır ve bu ana gövdeye iplik kılavuzları (Şekil 2.28) olarak “flexiglas” malzemeden kestirilmiş olan parçalar yapıştırılmıştır. Ana gövde üzerine yerleştirilmiş birden fazla iplik kılavuzu seti bulunmaktadır. Kılavuzlarla birlikte çözgü tarağı Şekil 2.29da görülmektedir.



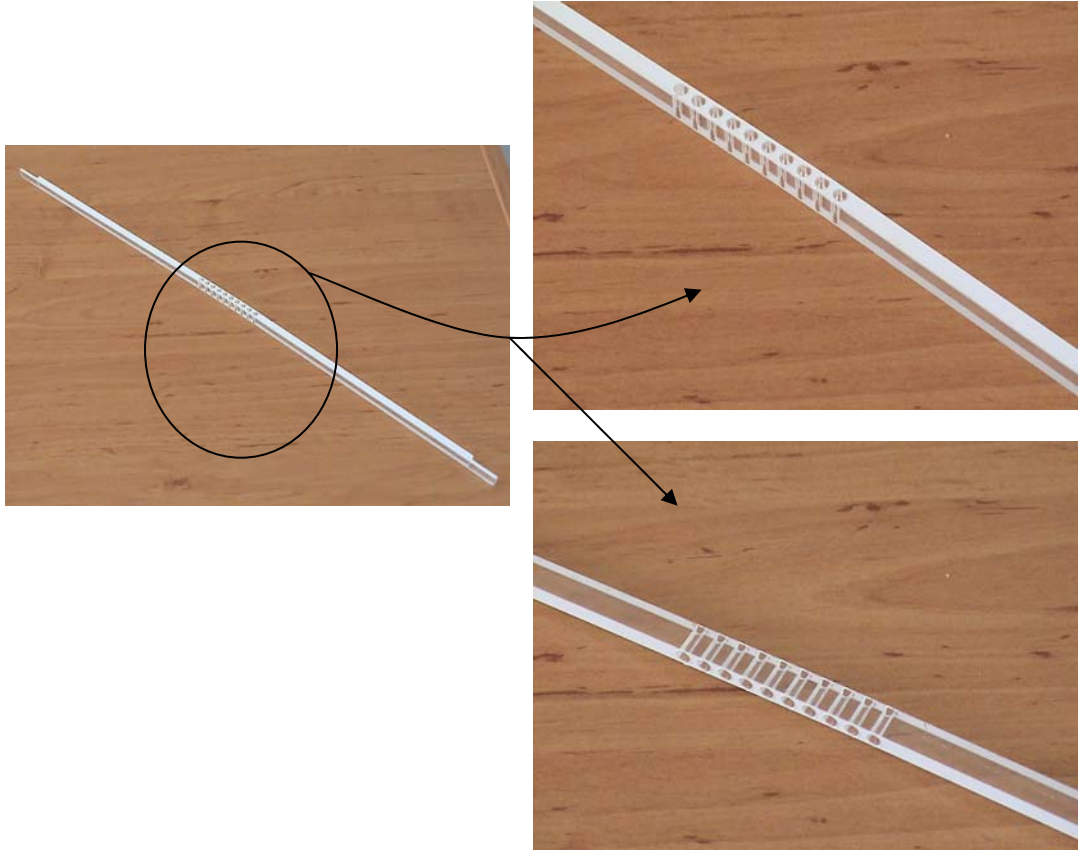
Şekil 2.27 Çözgü tarağı ana gövdesi (a) önden görünüş, (b) soldan görünüş, (c) üstten görünüş



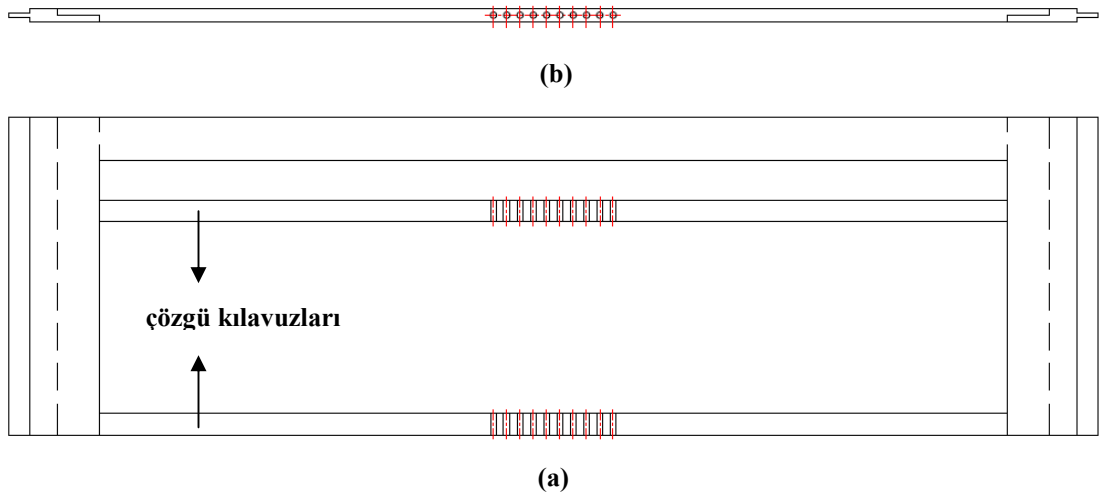
Şekil 2.27 (d). Çözü tarağı ana gövdesi fotoğrafı



Şekil 2.28 Çözü tarağı kılavuzları (a) önden görünüş, (b) soldan görünüş, (c) üstten görünüş



Şekil 2.28 (d) Çözü tarağı kılavuzları fotoğrafı

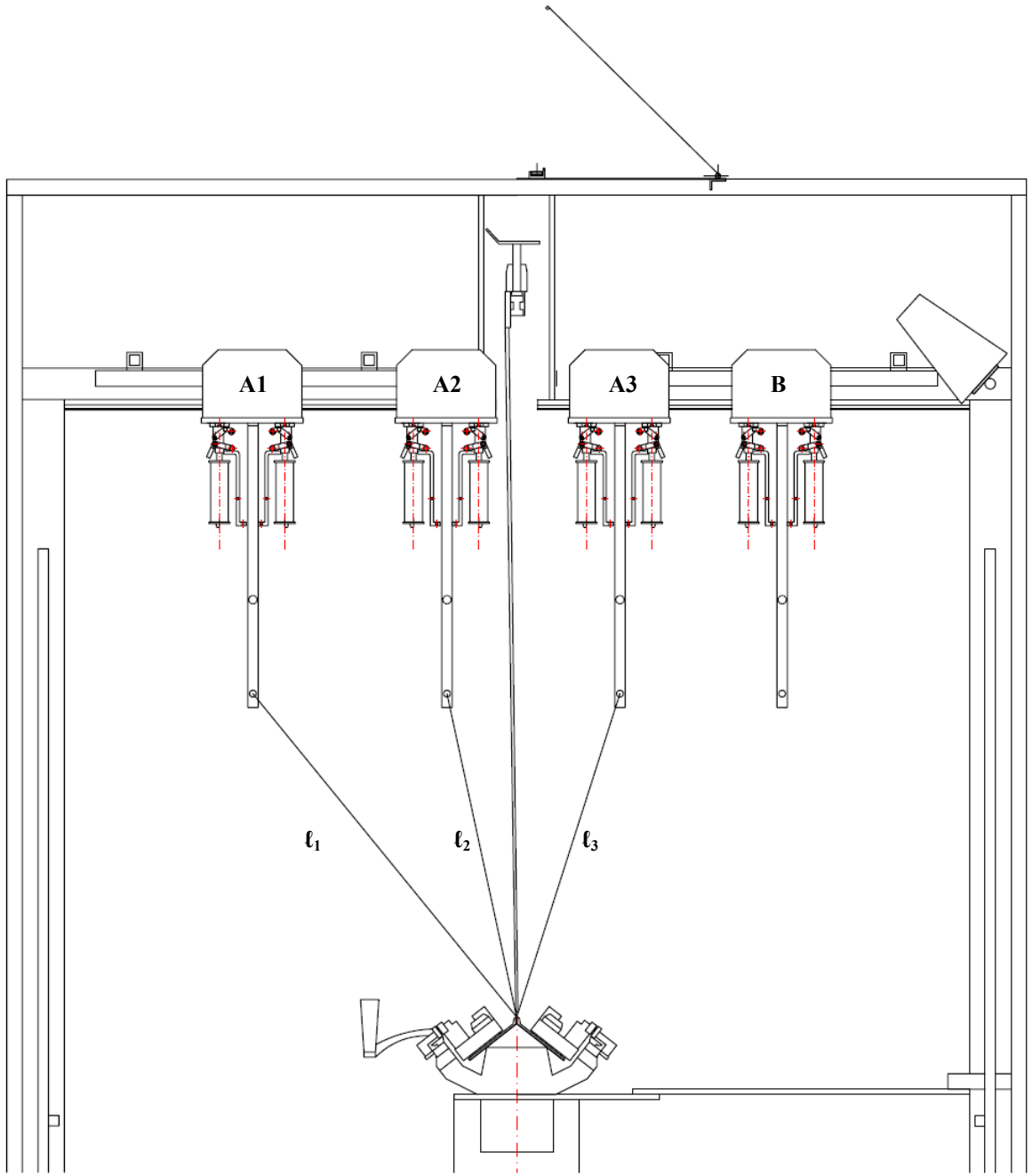


Şekil 2.29 Kılavuzları ile birlikte çözü tarağı, (a) önden görünüş, (b) alttan görünüş

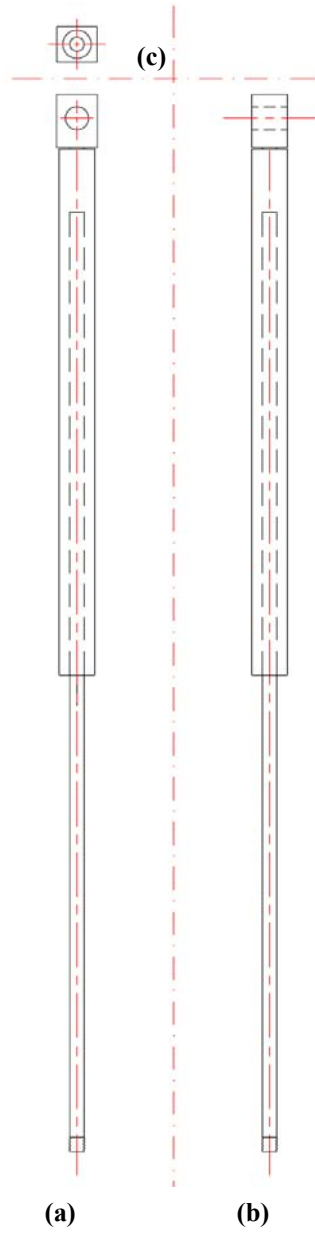
Çözü tablalarındaki bobinlerden gelen çözü iplikleri çözü tarağı kılavuzlarından geçerek örme bölgesine gelir ve seçilmeyen iğnelerin hizasında

konumlanır. Her çözü tablasına ait birer tane çözü tarağı bulunmaktadır, böylece her iki çözü tablasındaki çözü iplikleri örme bölgesinde kontrol edilebilir. Örme işlemi esnasında çözü tablası bir iğne yatağının üzerinden diğer iğne yatağının üzerine hareket ederken çözü tarağını da beraberinde götürmesi gerekmektedir. Ayrıca çözü tarağının örme bölgesinden uzaklaşmayarak çözü ipliklerini her konumda örme bölgesine yani iğne yataklarının arasına doğru yönlendirmesi gerekmektedir. Bu hedefler doğrultusunda çözü tablası ile çözü tarağının beraber hareket etmesini sağlayacak olan (çözü tarağını çözü tablasına bağlayan) bir kol mekanizması ve ray seti tasarlanmıştır. Bu kol mekanizmasıyla çözü tarağı çözü tablası ile beraber hareket ederken çember yayı şeklindeki ray seti sayesinde merkezi iki iğne yatağının ortasında bulunan bir yay çizer, böylece çözü ipliklerinin ucu tüm hareket boyunca iğne yataklarının arasına doğru yönelir. Dolayısıyla çözü tarağını tablolara bağlayacak olan kolun bir ucu çözü tablasına döner mafsal ile bağlanmışken diğer ucu hareket boyunca örme bölgesini gösterecektir.

Yataklar üzerindeki hareketi esnasında çözü tablası örme bölgesine uzak bir mesafede duruyorken örme bölgesine yaklaşmakta yani mesafe kısalmakta, örme bölgesini geçtikten sonra ise örme bölgesinden uzaklaşmaktadır yani örme bölgesine mesafesi artmaktadır. Şekil 2.30da ön iğne yatağına ait çözü tablasının örme bölgesine göre pozisyonları görülmektedir. Çözü tarağının çözü ipliklerini örme bölgesine yönlendi olarak taşınması gerektiğinden çözü tarağını çözü tablasına bağlayan kolun boyu (l) Şekil 2.30da da görülebildiği gibi çözü tablasının pozisyonuna göre farklılık göstermektedir. Çözü tablası A1 pozisyonunda örme bölgesine en uzak konumdadır ve çözü tarağını çözü tablasına bağlayan kolun uzunluğu l_1 dir. A2 pozisyonunda ise çözü tablası arka iğne yatağına doğru ilerlemektedir ve kolun uzunluğu l_2 dir. Nihai olarak çözü tablası A3 pozisyonunda arka iğne yatağı hizasındadır ve kolun uzunluğu l_3 dür. Kol boyları şu şekilde sıralanmaktadır: $l_2 < l_3 < l_1$. Yani çözü tablasının konumuna göre bağlantı kolunun boyu değişmektedir. Bu sebeple bağlantı kolu iki kısımdan oluşmak üzere tasarlanmıştır: Kol boyundaki değişimi sağlaması için pistonlu bir kol (Şekil 2.31) ve ucuna monte edilecek tarağı taşıyabilecek sabit bir bağlantı parçası (Şekil 2.32).

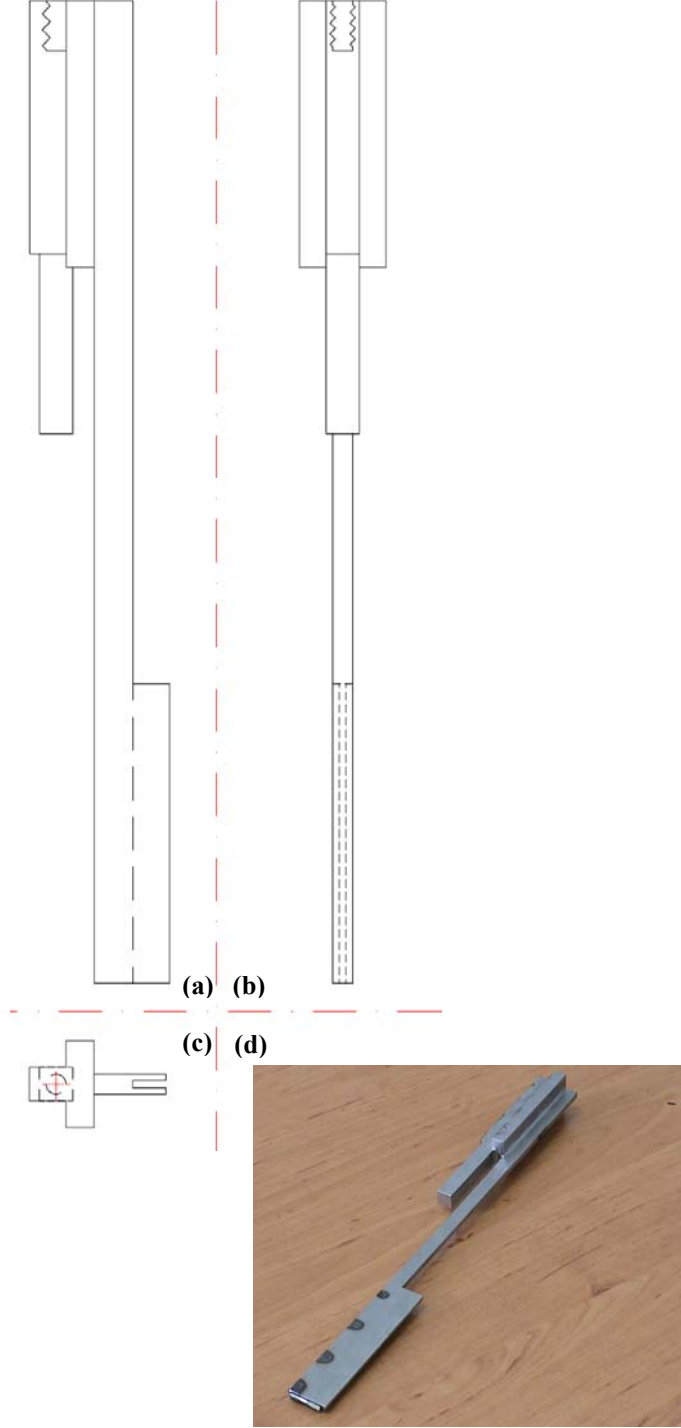


Şekil 2.30 Çözü tablasının örme makinesi üzerindeki pozisyonları, A1: ön iğne yatağına ait çözü tablasının birinci pozisyonu, A2: ön iğne yatağına ait çözü tablasının ikinci pozisyonu, A3: ön iğne yatağına ait çözü tablasının üçüncü pozisyonu, B: arka iğne yatağına ait çözü tablası.

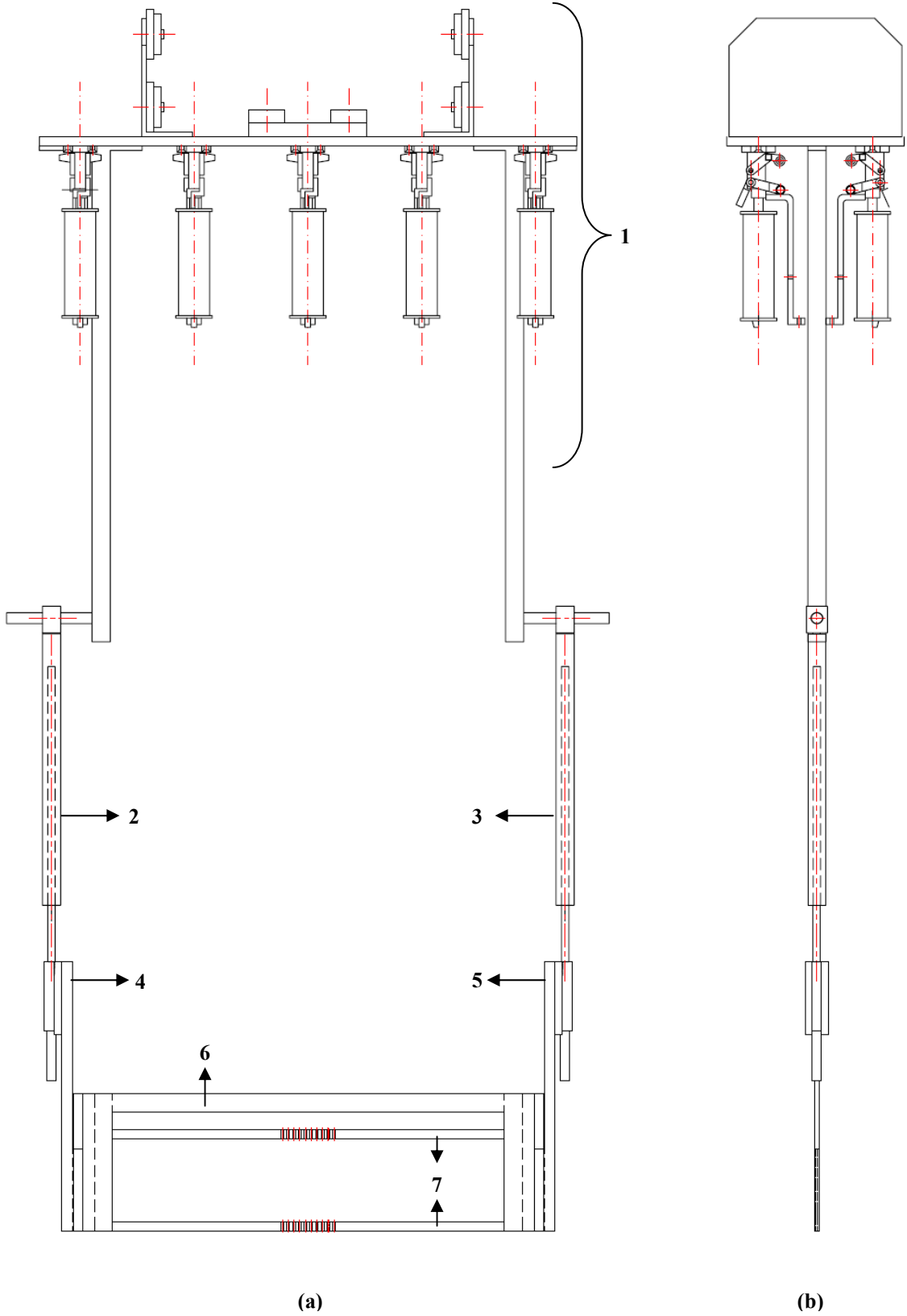


(d) (e)
Şekil 2.31 Pistonlu kol (a) önden görünüş, (b) üstten görünüş, (c) alttan görünüş, (d) kısa halinin fotoğrafı, (e) uzamış halinin fotoğrafı

Pistonlu kol bir ucundan çözü tablasına döner mafsalla bağlanırken, diğer ucundaki vidalı kısmın bağlantı parçasındaki yerine yerleştirilip sıkılması ile bağlantı parçasına sabitlenmiştir. Şekil 2.33de görülebildiği üzere çözü tarağı bağlantı parçasının ucunda bulunan yivli kısma yerleştirilmektedir.



Şekil 2.32 Çözü tarağını pistonlu kollara bağlayacak olan sabit bağlantı parçalardan bir tanesi (a) önden görünüş (b) soldan görünüş, (c) üstten görünüş, (d) fotoğrafı

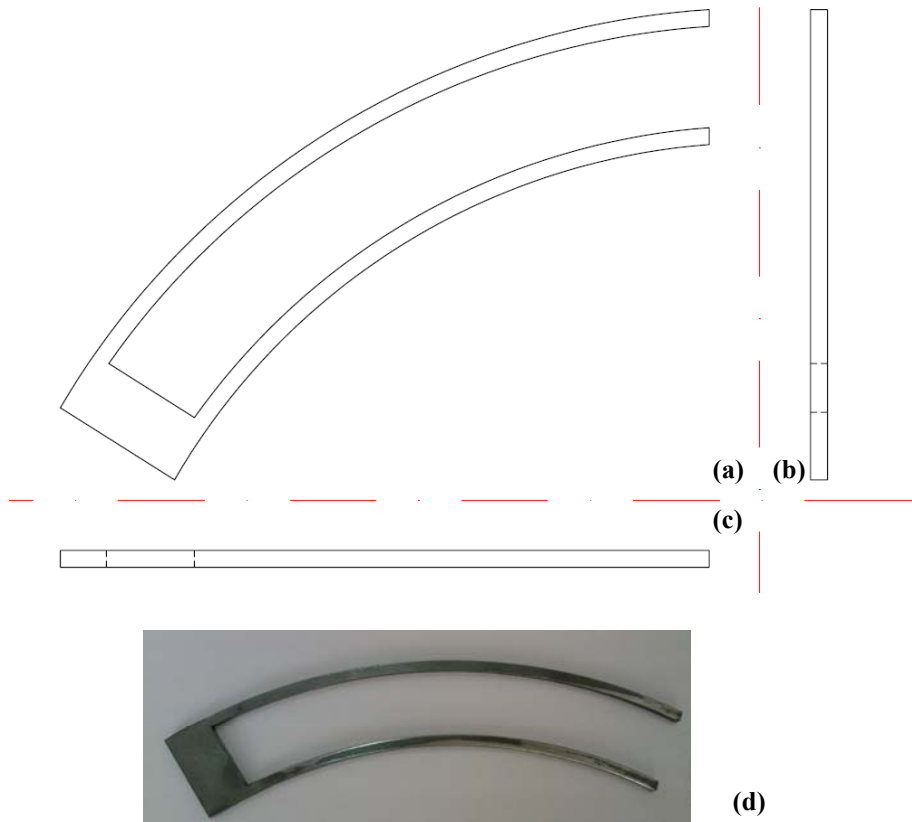


Şekil 2.33 Çözü tarafının bağlantı parçası ve pistonlu kol aracılığıyla çözgü tablalarına bağlanması. (a) önden görünüş, (b) soldan görünüş: 1: Çözgü tablası, 2: Çözgü tablasının solundaki pistonlu kol, 3: çözgü tablasının sağındaki pistonlu kol, 4: çözgü tablasının sağındaki pistonlu kol ile çözgü tarağını

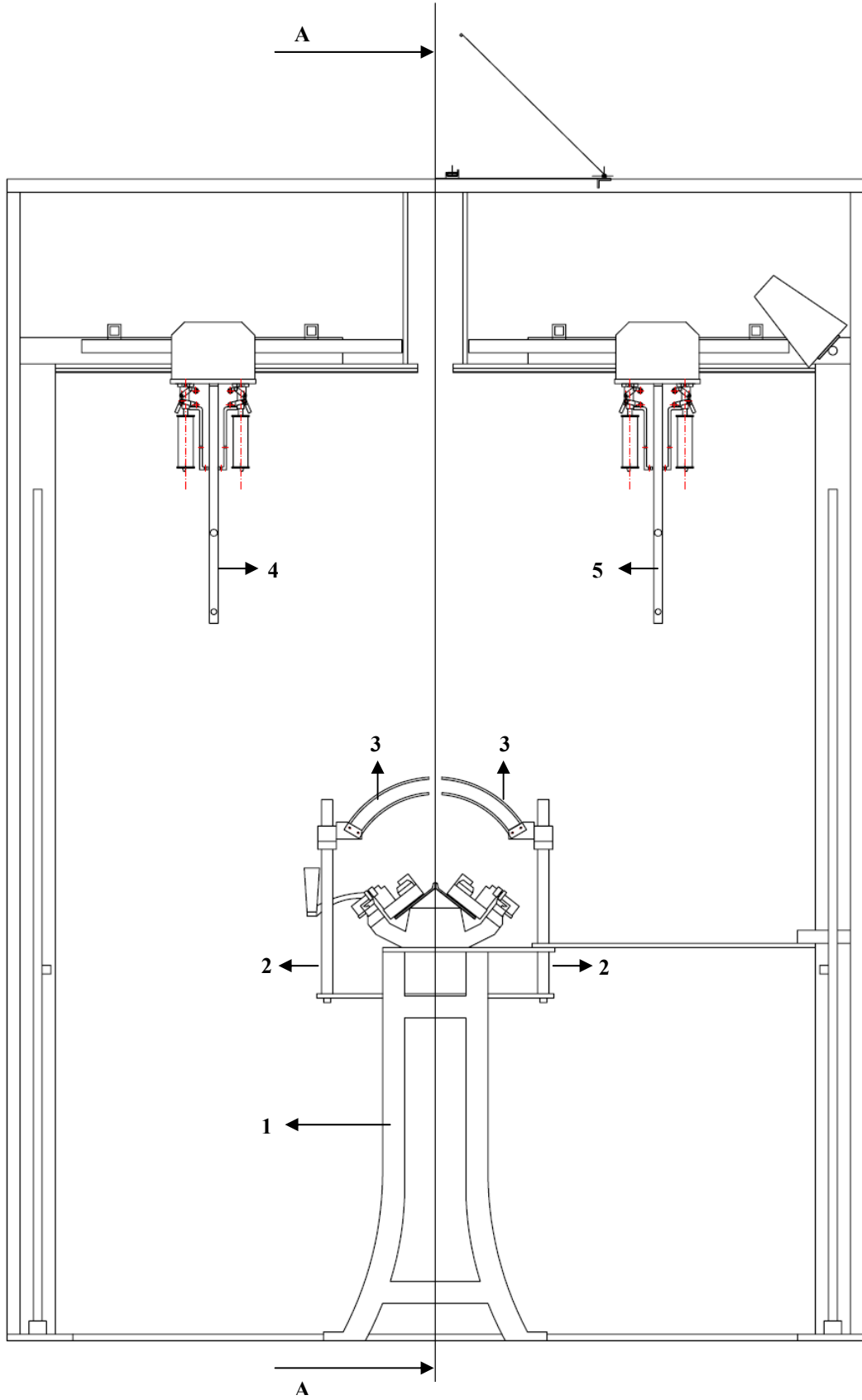
birleştiren bağlantı parçası, 5: çözü tablasının solundaki pistonlu kol ile çözü tarağı birleştiren bağlantı parçası, 6: çözü tarağı, 7: çözü tarağı kılavuzları.

Çözü tablasının her iki yanında bulunan pistonlu kol ve bağlantı parçaları ile çözü tarağı çözü tablasına birleştirilmiş olur ve çözü tablası ile beraber hareket edebilir.

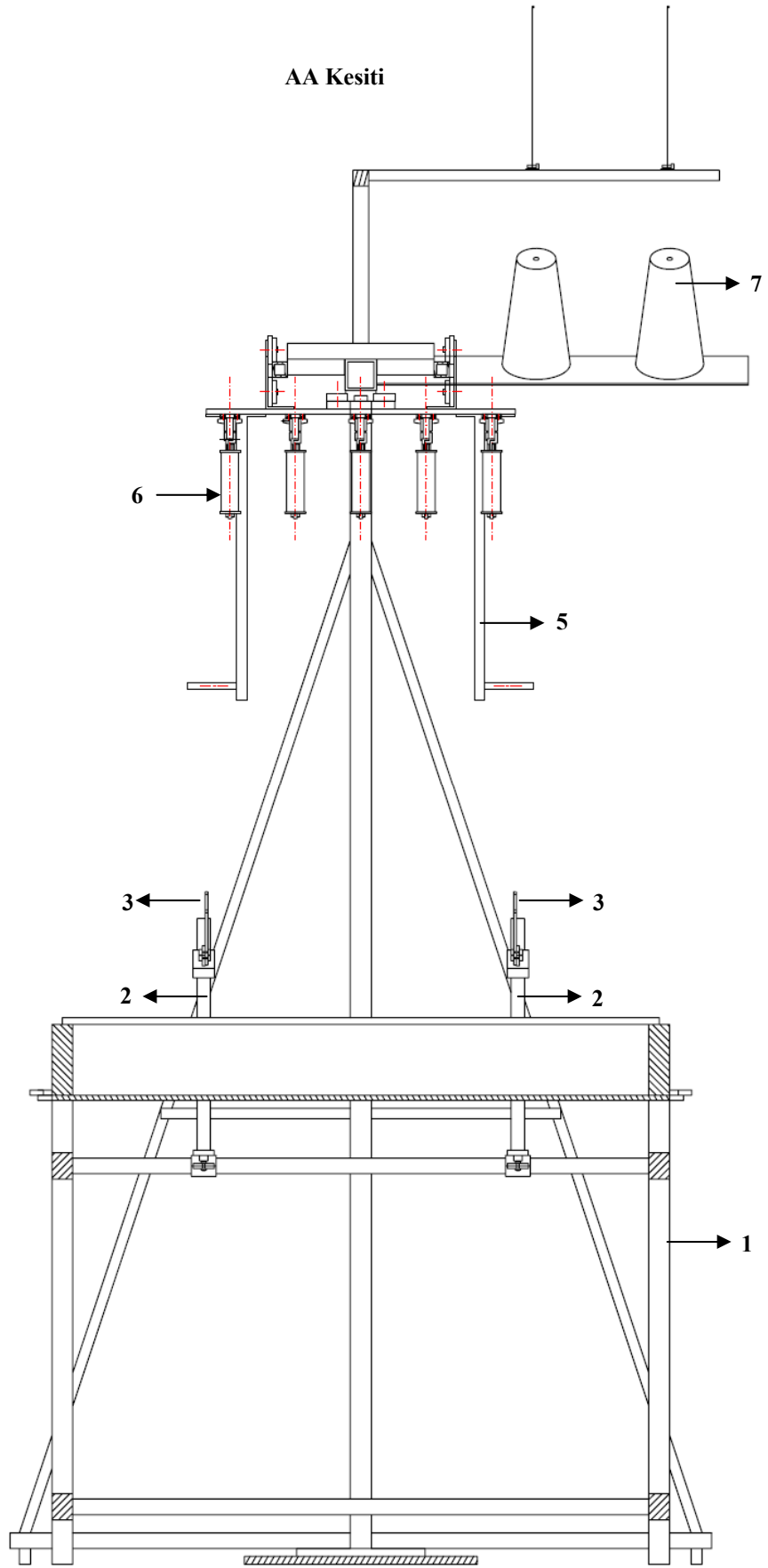
Çözülerin bir iğne yatağından diğeri üzerine aktarılması doğrusal raylar tarafından sağlanırken çözü tarağının da iğne yatakları hizasında tabla ile beraber transferi esnasında çözü ipliklerinin ucunun sürekli iğne yatakları arasına doğru yönelmesini sağlamak üzere örme bölgesine yakın çember yayı şeklinde başka bir ray seti (Şekil 2.34) daha tasarlanmıştır. Bu ray seti sayesinde çözü tarağı, çözü uçları sürekli örme bölgesini gösterir durumda olacak şekilde bir yatak üzerinden diğeri yatak üzerine çözü tablası ile birlikte hareket edebilecektir. Bu rayların örme makinesi üzerine montajı Şekil 2.35de görülmektedir.



Şekil 2.34 Çözü tarağı ray seti (a) önden, (b) soldan, (c) üstten görünüşü, (d) fotoğrafı



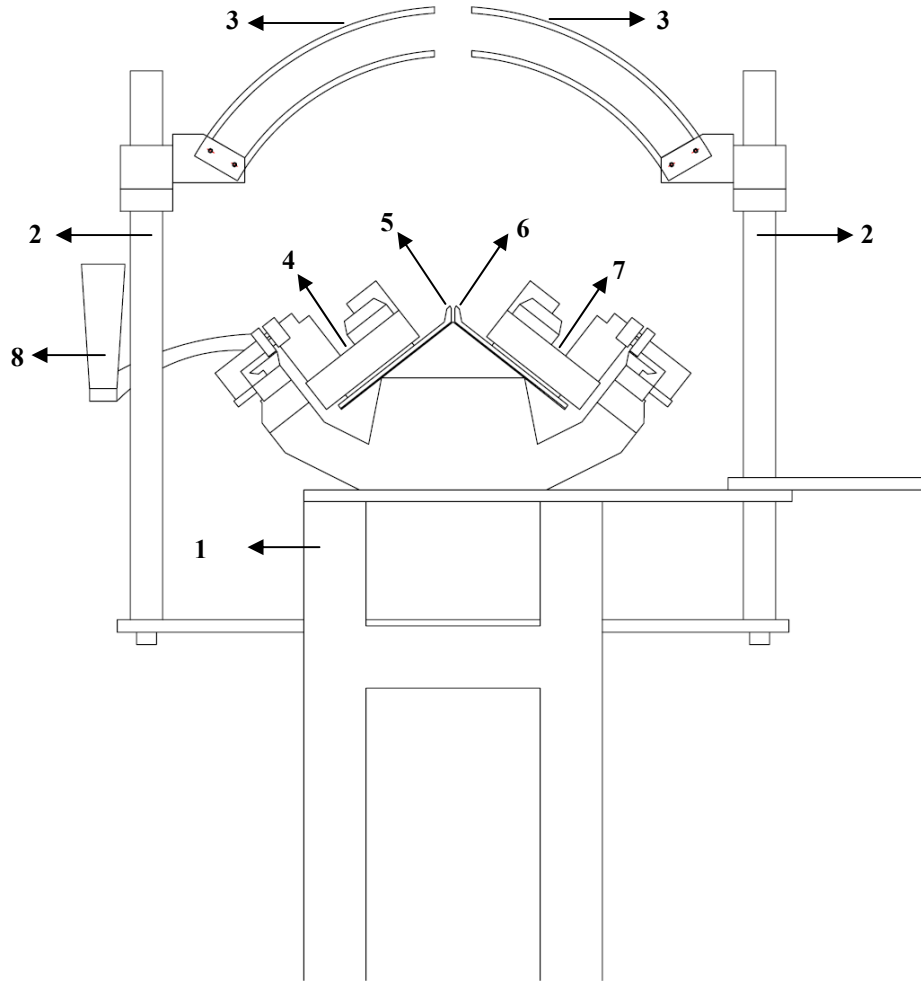
Şekil 2.35 (a) Çözü tarayının üzerinde hareket edeceği ray setinin örme makinesi üzerine montajı yandan görünüş, 1: örme makinesi, 2: ray setini taşıyan kol sistemi, 3: ray seti, 4: ön iğne yatağına ait çözü tablası, 5: arka iğne yatağına ait çözü tablası.



Şekil 2.35 (b) Çözü tarağının üzerinde hareket edeceği ray setinin örme makinesi üzerine montajı

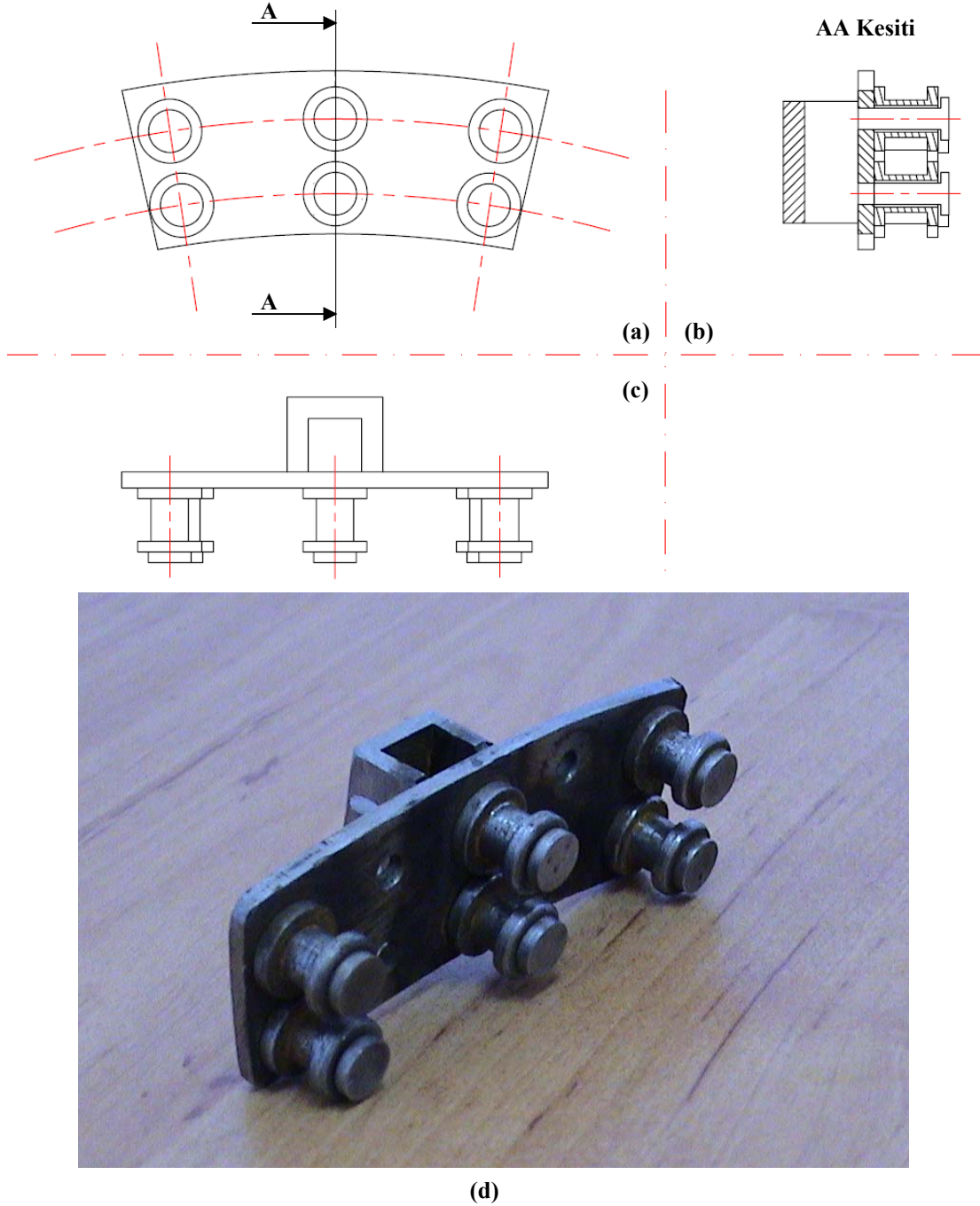
AA kesiti, 1: örme makinesi gövdesi, 2: ray setini taşıyan kol sistemi, 3: ray seti, 4: ön iğne yatağına ait çözümlü tablası, 5: arka iğne yatağına ait çözümlü tablası, 6: çözümlü ipliği bobini, 7: örme ipliği bobini.

Çözümlü tarağının üzerinde hareket ettiği ray seti örme makinesi üzerine sabitlenmiştir ve her iki çözümlü tablasının iki tarafında da olmak üzere 4 ayrı ray seti bulunmaktadır. Karşılıklı duran raylar arasında örme mekiğinin geçebileceği kadar aralık bırakılmıştır (Şekil 2.36).

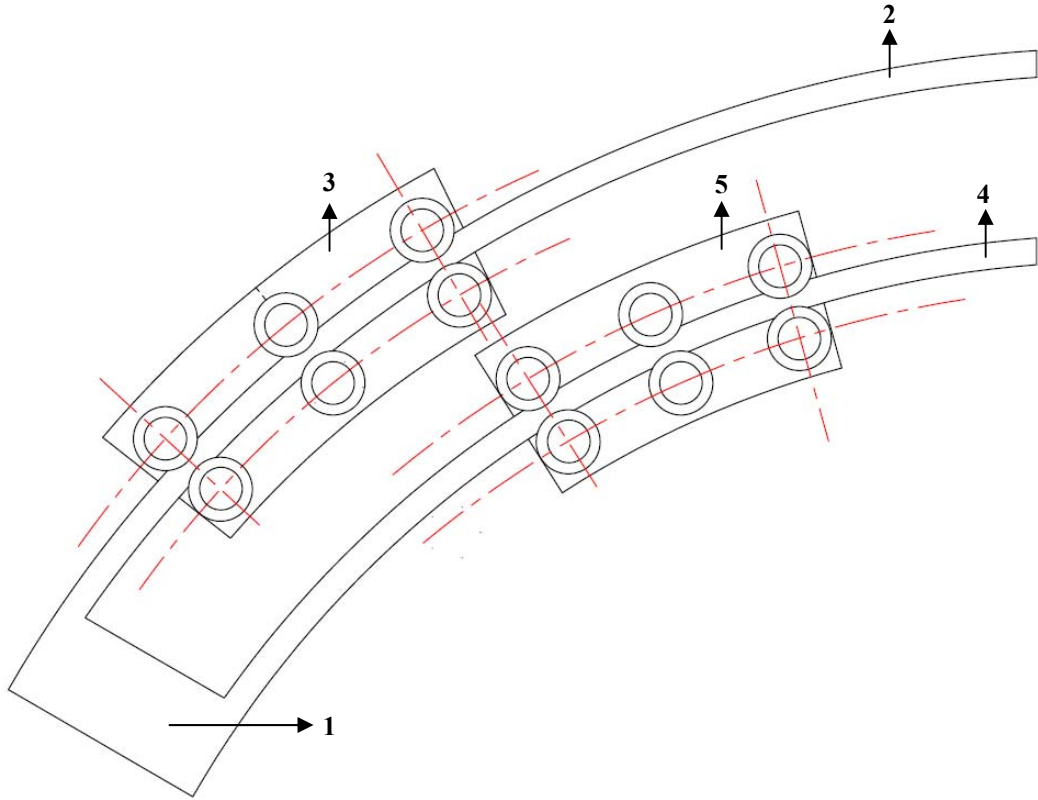


Şekil 2.36 Çözümlü tarağının üzerinde hareket ettiği ray setinin montaj detay çizimi, 1: örme makinesi, 2: ray setini taşıyan kol sistemi, 3: ray seti, 4: ön iğne yatağı üzerinde hareket eden kam sistemi, 5: ön iğne yatağı, 6: arka iğne yatağı, 7: arka iğne yatağı üzerinde hareket eden kam sistemi, 8: örme kafasını elle hareket ettirmek için tutma yeri.

Tarağın raylar üzerindeki hareketini ise arabalar (Şekil 2.37) sağlayacaktır. Her çözümlü tablası için bir adet çözümlü tarağı bulunduğundan her çözümlü tarağı için ayrı araba seti bulunmaktadır. Ray setlerindeki üst rayda arka iğne yatağına ait çözümlü tablasının çözümlü tarağı hareket ederken alt rayda ön iğne yatağına ait çözümlü tablasının çözümlü tarağı hareket etmektedir. Bunun için ayrı araba setlerinin raylara montajı Şekil 2.38de görülmektedir.



Şekil 2.37 Çözümlü tarağı arabaları (a) önden görünüş, (b) AA kesit görünüşü, (c) üstten görünüş, (d) fotoğrafı.

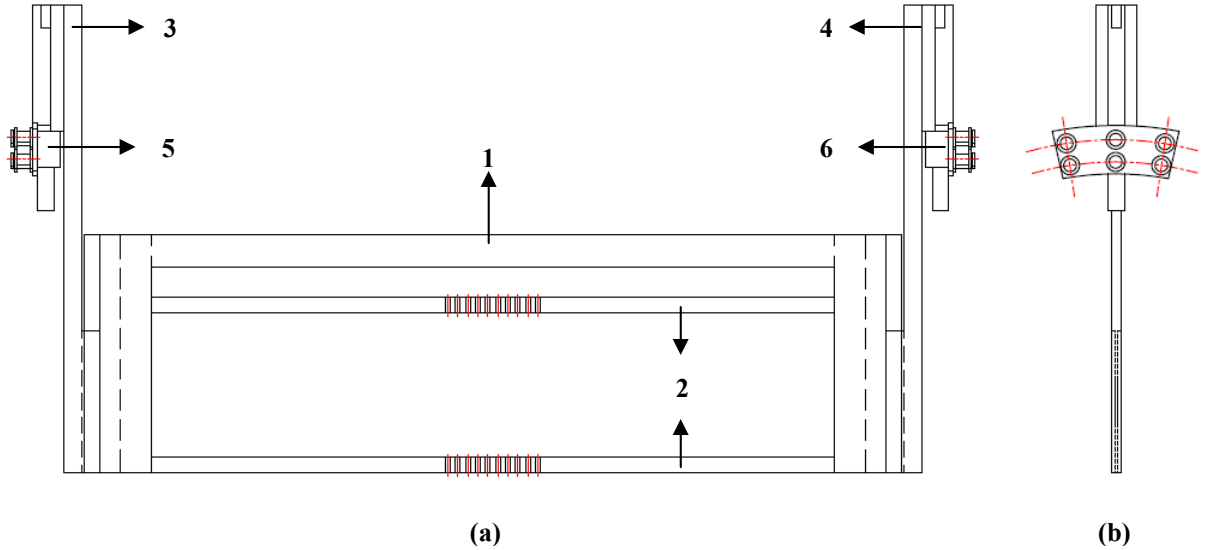


Şekil 2.38 Arabaların ray üzerinde konumu (yandan görünüş), 1: ray seti, 2: ön iğne yatağına ait çözümler tablasından gelen çözümlerin tarağının üzerinde hareket edeceği ray, 3: ön iğne yatağına ait çözümler tablasından gelen çözümlerin tarağını ray üzerinde hareket ettiren araba, 4: arka iğne yatağına ait çözümler tablasından gelen çözümlerin tarağının üzerinde hareket edeceği ray 5: arka iğne yatağına ait çözümler tablasından gelen çözümlerin tarağını ray üzerinde hareket ettiren araba.

Çözüm tarağının bağlantı parçası aracılığıyla araba üzerine monte edilmiş hali ise Şekil 2.39da görülmektedir. Çözüm tarağı sağından ve solundan olmak üzere her iki tarafından bağlantı parçaları aracılığıyla arabalara bağlanmıştır. Böylece çözüm tarağı sağında ve solunda bulunan ray setleri üzerinde hareket eden arabalar aracılığıyla karşı iğne yatağı hizasına geçebilmektedir.

Çözüm tarağı çözüm tablasına ve de arabalar aracılığı ile raya bağlı hareket etmektedir. Çözüm tablasının doğrusal hareketi çözüm tarağında yay çizen raylar aracılığı ile dairesel bir harekete dönüşmektedir. Çözüm tablası ilerlerken pistonlu kol da onunla birlikte ilerlemektedir, dolayısıyla çözüm tarağı da pistonlu kola bağlı olduğu için ilerler. Çözüm tarağı için bu ilerleme hareketi raylar üzerinde çember yayı çizerek olmaktadır. Bunun için pistonlu kol çözüm tablasına döner mafsal aracılığı ile

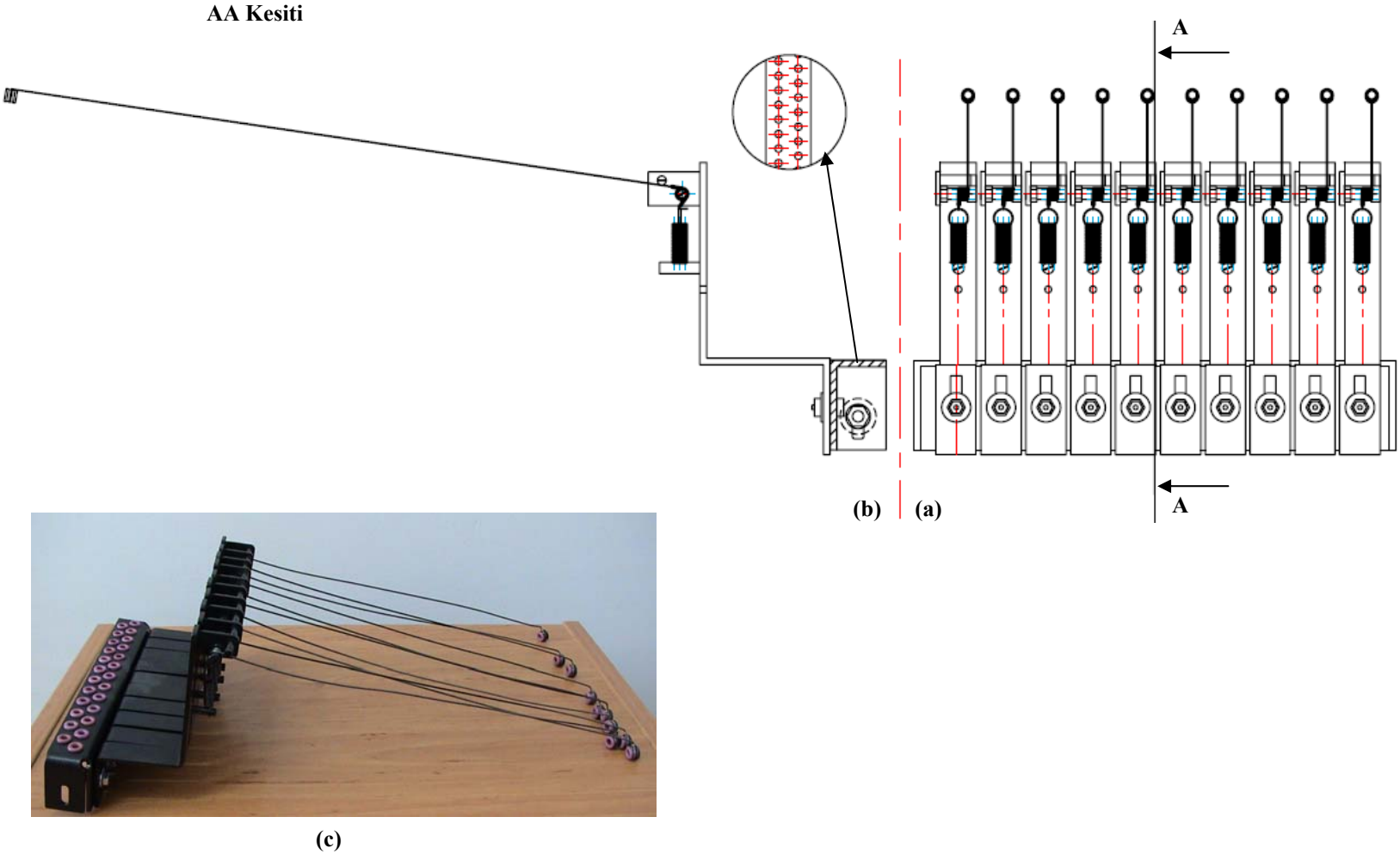
bağlanmıştır. Böylece çözü tablasının ilerlemesi ile pistonlu kol da onunla birlikte hareket etmektedir ancak pistonlu kolun eksenini çözü tarağı yüzünden tüm hareket boyunca örme bölgesine doğru olacağı için pistonlu kol mafsallı etrafında dönebilmektedir.



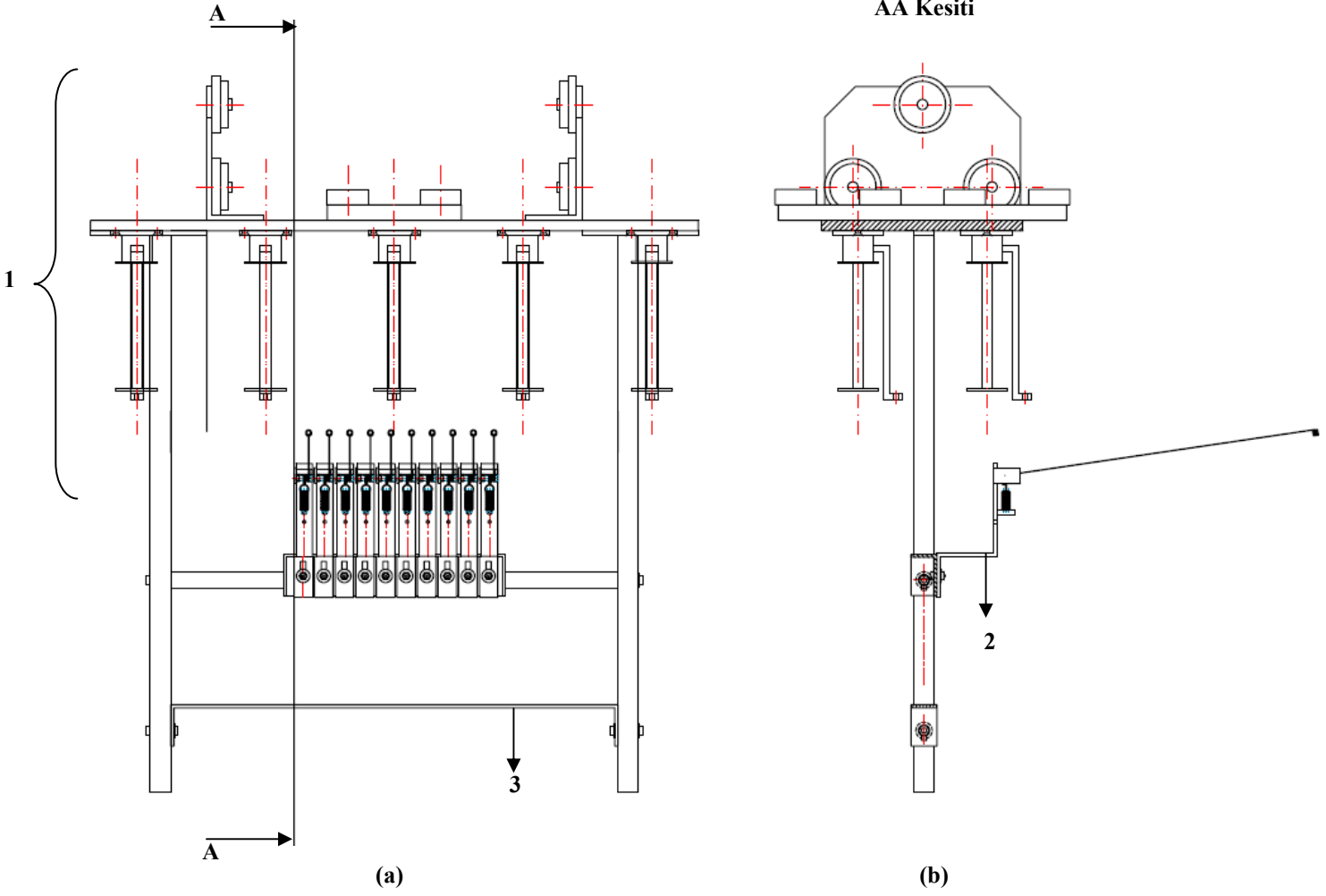
Şekil 2.39 Çözü tarağının arabalara monte edilmiş hali (a) önden görünüş, (b) soldan görünüş. 1: çözü tarağı, 2: çözü ipliği kılavuzları. 3: çözü tarağını solundaki bağlantı parçası, 4: çözü tarağının sağındaki bağlantı parçası, 5: çözü tarağının solundaki araba, 6: çözü tarağının sağındaki araba,

2.3.3. Çözü İplikleri Gerginlik Düzeneci

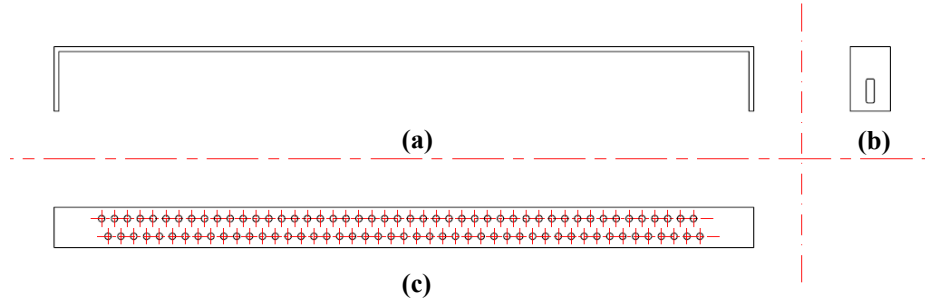
Çözü yatırma işlemi esnasında çözü tablasının konumunun sürekli değişiyor olması sebebiyle kullanılan çözü ipliklerinin çözü tablasındaki bobinliklerden örme bölgesine uzunluğu değişmektedir, Şekil 2.30daki A1 pozisyonunda çözü bobinlerinden sağlanmış olan çözü ipliğinin A2 ve A3 konumlarında geri toplanması ve böylece çözü ipliğindeki gerginliğin korunması gerekmektedir. Bunun için çözü ipliklerinin gerginliğini düzenleyecek olan gerginlik sistemi tasarlanmıştır (Şekil 2.40) ve çözü tablası üzerine monte edilmiştir (Şekil 2.41). Tabladaki çözü bobinlerinden gelen çözü iplikleri gerginlik sisteminin kılavuz deliklerinden ve sonra tablaya monte edilmiş bir başka delikli kılavuz levhadan (Şekil 2.42) geçerek çözü tarağına ulaşmaktadır.



Şekil 2.40 Çözgü gerginlik düzenegi (a) önden görünüş, (b) önden görünüşte AA kesiti, (c) fotoğrafı.



Şekil 2.41 Çözgü tablasına çözgü gerginlik düzeneginin montajı (a) önden görünüş, (b) önden görünüşünde AA kesiti; 1: çözgü tablası, 2: çözgü gerginlik düzenegi, 3: çözgü klavuzu.



Şekil 2.42 Çözgü tablasına sabitlenmiş çözgü kılavuzu (a) önden görünüş, (b) soldan görünüş, (c) üstten görünüş.

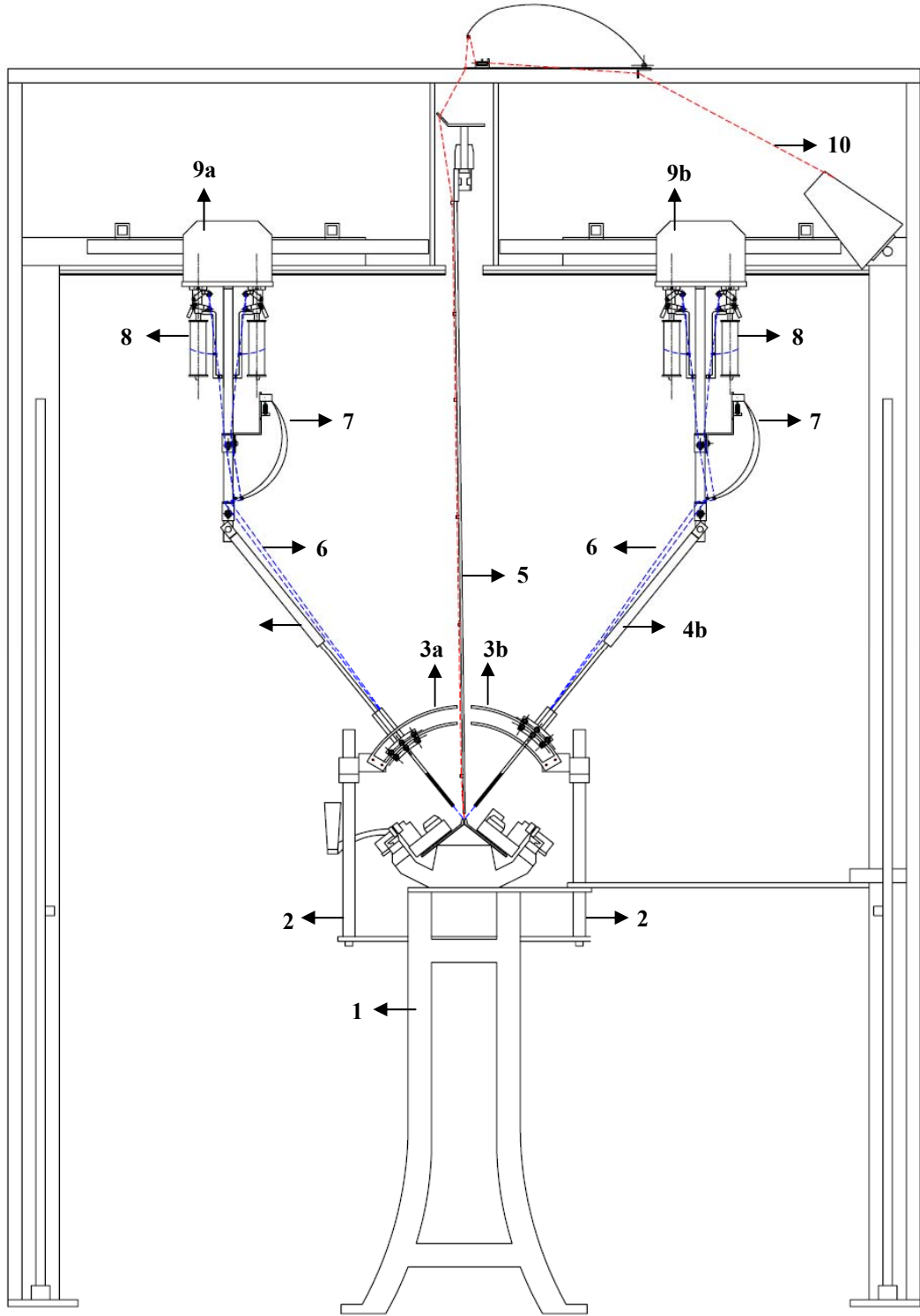
2.3.4 Çözgü Yatırım Düzeneğinin El Örme Makinesi Üzerine Montajı ve Örme Esnasındaki Hareketleri

Her iki iğne yatağı hizasında bulunan çözgü tablalarının, her çözgü tablasına ait birer adet çözgü tarağının ve her çözgü tarağına ait birer çözgü gerginlik düzeneğinin el örme makinesi üzerinde yerleştirilmiş hali yandan görünüş olarak Şekil 2.43de görülmektedir. Bu şekilde söz konusu parçaların montajının ve örme ipliği ile çözgü yatırımı olacak çözgü ipliğinin örme bölgesine doğru kılavuzlanması daha iyi anlaşılabilmesi için örme mekiğinin üzerinde ilerlediği ray ve bu rayı örme makinesine bağlayan profil gösterilmemektedir. Örme ipliği kırmızı, çözgü ipliği ise mavi renkle gösterilmektedir. Çözgü tablasındaki bobinlerden gelen çözgü ipliklerinin çözgü taraqları aracılığı ile örme bölgesine doğru yönlendirildiği görülebilmektedir.

Şekil 2.10da örme raporu verilen örme yapısının içerisine çözgü yatırımları yapabilmek için çözgü yatırımlarının konumları Şekil 2.19 da belirtilmişti. Çözgü yatırımlarını bu konumlarına tüp formda üretilmiş örme kumaşın içerisine yerleştirebilmek için çözgü tablaları şu şekilde hareket eder: başlangıç pozisyonu (Şekil 2.44a) olarak her iki çözgü tablası da kendi iğne yatakları hizasında beklemektedir. Örme kafası ve örme mekiği ise makinenin sağında beklemektedir. Çözgü tablaları bu konumda iken örme kafası bir kere gidip gelerek Şekil 2.10 da

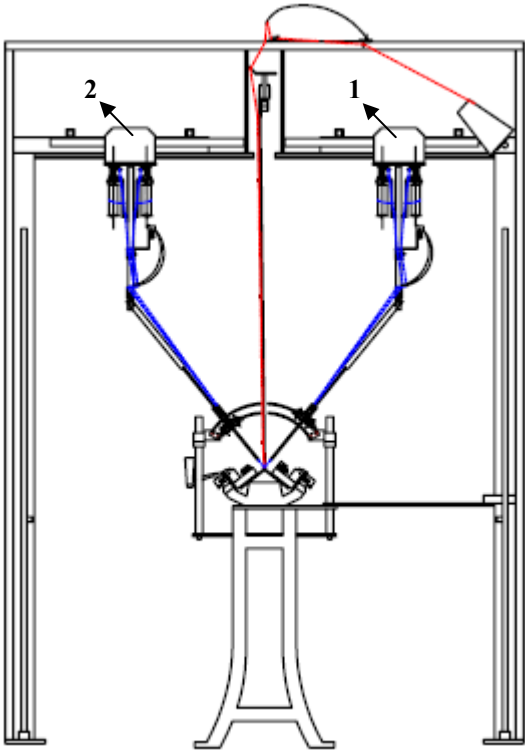
örme raporu belirtilmiş olan yapının ilk iki sırasını örür, yani arka iğne yatağında bir sıra, ön iğne yatağında bir sıra örülmüş olur. Bu esnada çözgü iplikleri atlama yapan (seçilmemiş) iğnelerin hizasında beklemektedir. Mekik hareketini tamamlayıp ikinci sıra tamamlandıktan sonra arka iğne yatağı hizasındaki çözgü tablası (Şekil 2.44te 1 numaralı parça) ön iğne yatağı hizasındaki konumuna ilerler (Şekil 2.44b), böylece numaralı çözgü tablasından gelen çözgü iplikleri de ön iğne yatağı hizasına geçmiştir. Mekiğin ilerlemesi ile örme ipliği arka iğne yatağındaki uzun ayaklı iğnelerde ilmek yapar ve 3. sıra tamamlanmış olur. 4. sıra başlamadan önce mekik örme makinesinin bir ucunda duruyorken 1 numaralı çözgü tablası arka iğne yatağındaki konumuna geri döner. Onu takiben ön iğne yatağına ait çözgü tablası (Şekil 2.44te 2 numaralı parça) arka iğne yatağına doğru ilerler ve iğnelerin hizasında durur (Şekil 2.44c). Böylece 4. sıra başlamadan önce çözgü tablaları dolayısıyla çözgü iplikleri konumlarını almış olur. 4. sıra için mekik ilerleyip ön iğne yatağındaki seçilmiş iğnelerde ilmek yapar ve 2 numaralı çözgü tablasından gelen çözgüler ilmekler arasında oluşan atlama kısımlarının iğne yatağı kısmında kalır. Bir sonraki sıra yapılmadan önce ise 2 numaralı çözgü tablası ön iğne yatağı hizasındaki konumuna geri döner ve böylece başlangıç konumuna gelmiş olur (Şekil 2.44a.) Ön iğne yatağında ilmek yapılan sıralarda (2., 4., 6., vb. sıralar) çözgü tablasının konumları dolayısıyla yatırılan çözgü iplikleri 2. sırada iğne yatağı ile atlama arasında kalırken 4. sırada atlama ve diğer iğne yatağı arasında kalmaktadır. 6. sırada ise yine atlama ve ön iğne yatağı arasında kalmaktadır. Böylece çözgü yatırımı örme yapısının içerisinde kalabilmektedir. Arka iğne yatağındaki çözgü yatırımları için ise 1., 3., 5. vb. sıralarda benzer şekilde yerleşim söz konusudur.

Bu şekilde istenilen uzunlukta çözgü yatırımı tüp örme mamul elde edilmektedir.

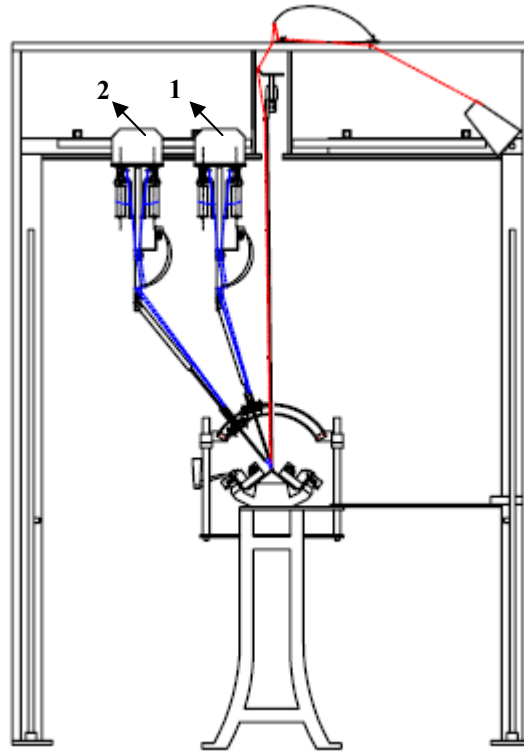


Şekil 2.43 Çözü tablaları, tarakları ve gerginlik düzeneğinin örme makinesi üzerine yerleştirilmesi ve ipliklerin kılavuzlanması. 1: örme makinesi ana gövdesi, 2: çözgü raylarını taşıyan kol sistemi, 3a: ön örme yatağı hizasındaki ray seti, 3b: arka örme yatağı hizasındaki ray seti, 4a: ön iğne yatağı hizasındaki çözgü tablasını çözgü tarağına bağlayan pistonlu kol, 4b: arka iğne yatağı hizasındaki çözgü tablasını çözgü tarağına bağlayan pistonlu kol, 5: mekik, 6: çözgü iplikleri, 7: çözgü iplikleri gerginlik düzeneği, 8: çözgü ipliği bobini, 9a: ön iğne yatağı hizasındaki çözgü tablası, 9b: arka iğne yatağı hizasındaki çözgü tablası, 10: örme ipliği.

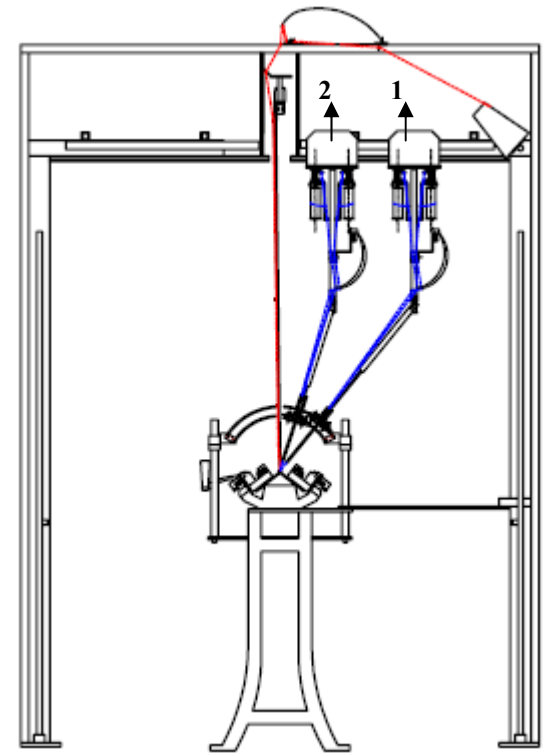
Şekil 2.44 Çözgü tablalarının örme işlemi esnasında konumları; 1: arka iğne yatağına ait çözgü tablası, 2: ön iğne yatağına ait çözgü tablası



(a) Başlangıç pozisyonu



(b) Her iki tabla da ön iğne yatağı hizasında

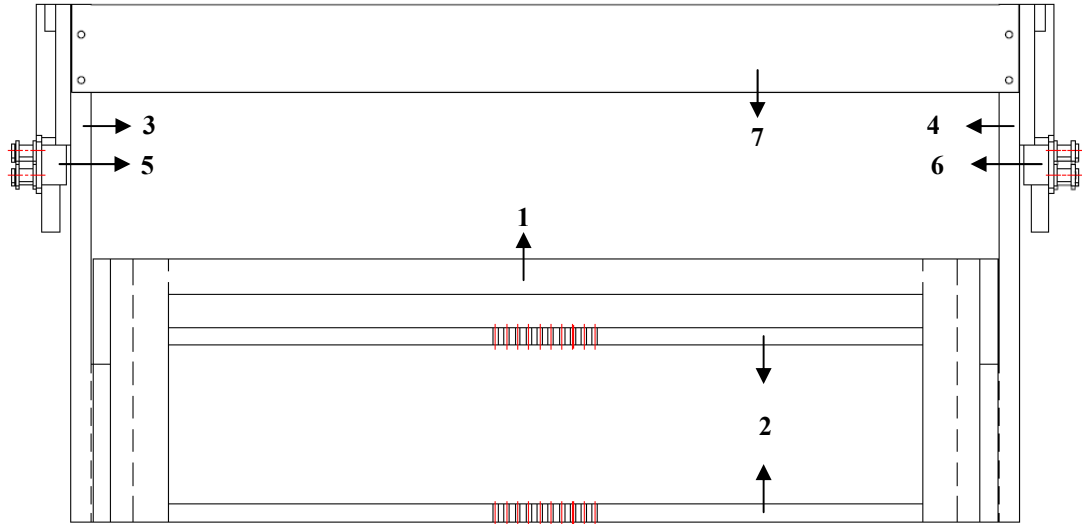


(c) Her iki tabla da arka iğne yatağı hizasında

2.3.5 Çözgü Yatırım Düzeneginin Sabitlenmesi için İlave Parçalar

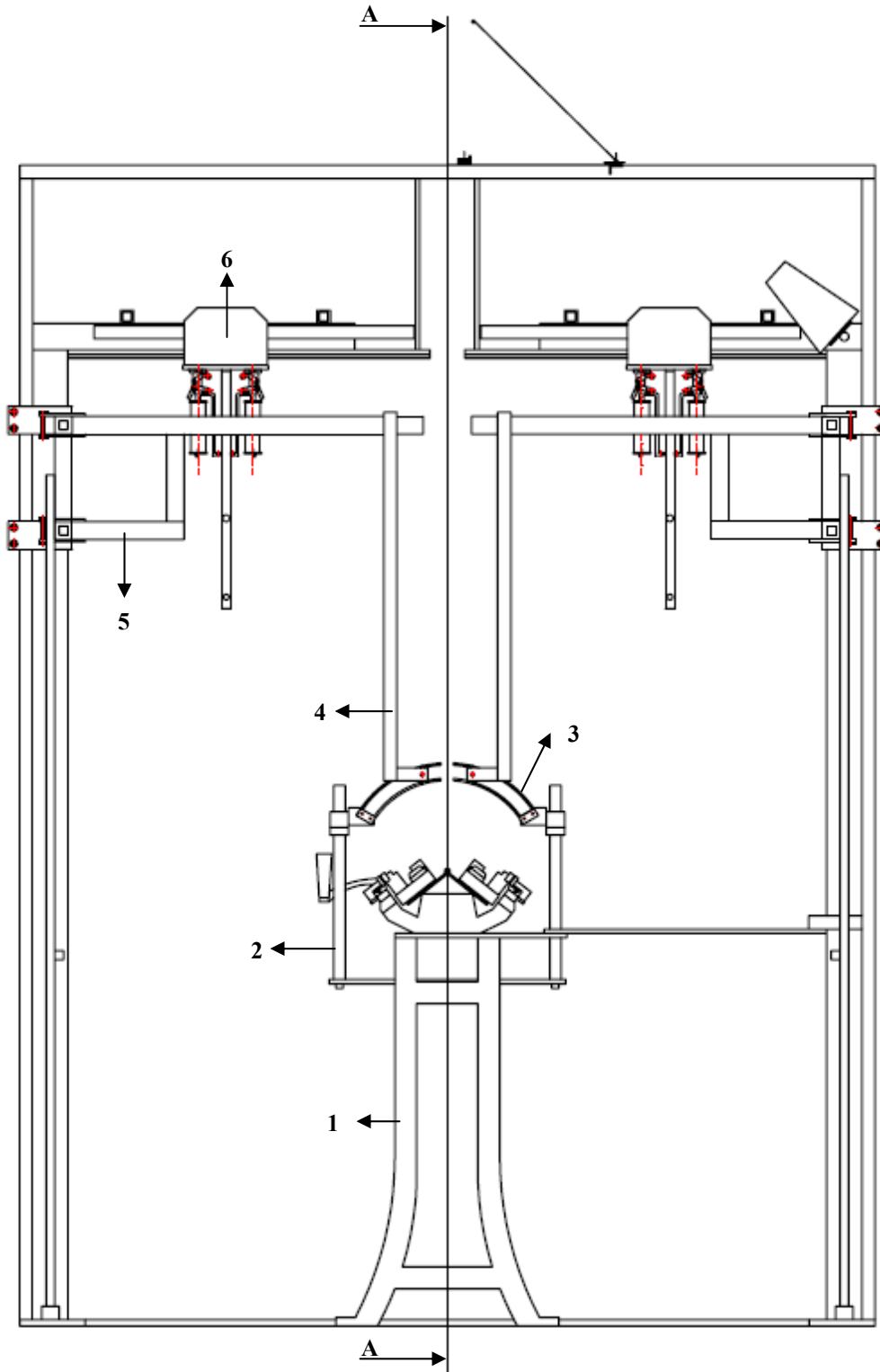
Çözgü tablası, tarağı ve raylardan oluşan çözgü yatırım düzeneginin hareketlerinin titreşimsiz ve yumuşak bir şekilde olabilmesi için ilave bazı destek kolları tasarlanmıştır. Böylece hareket esnasında oluşan dinamik yüklemelerin hareketlere etkisi azaltılmaya çalışılmıştır.

Bunun için çözgü tarağını sağından ve solundan arabalara birleştiren bağlantı parçalarının eş zamanlı hareket etmesini sağlamak ve hareket esnasında çözgü tarağının arabalara dik konumunu korumak için Şekil 2.45deki bağlantı parçaları(3 ve 4 numaralı parçalar) bir levha (7 numaralı parça) aracılığı ile birleştirilmiştir.

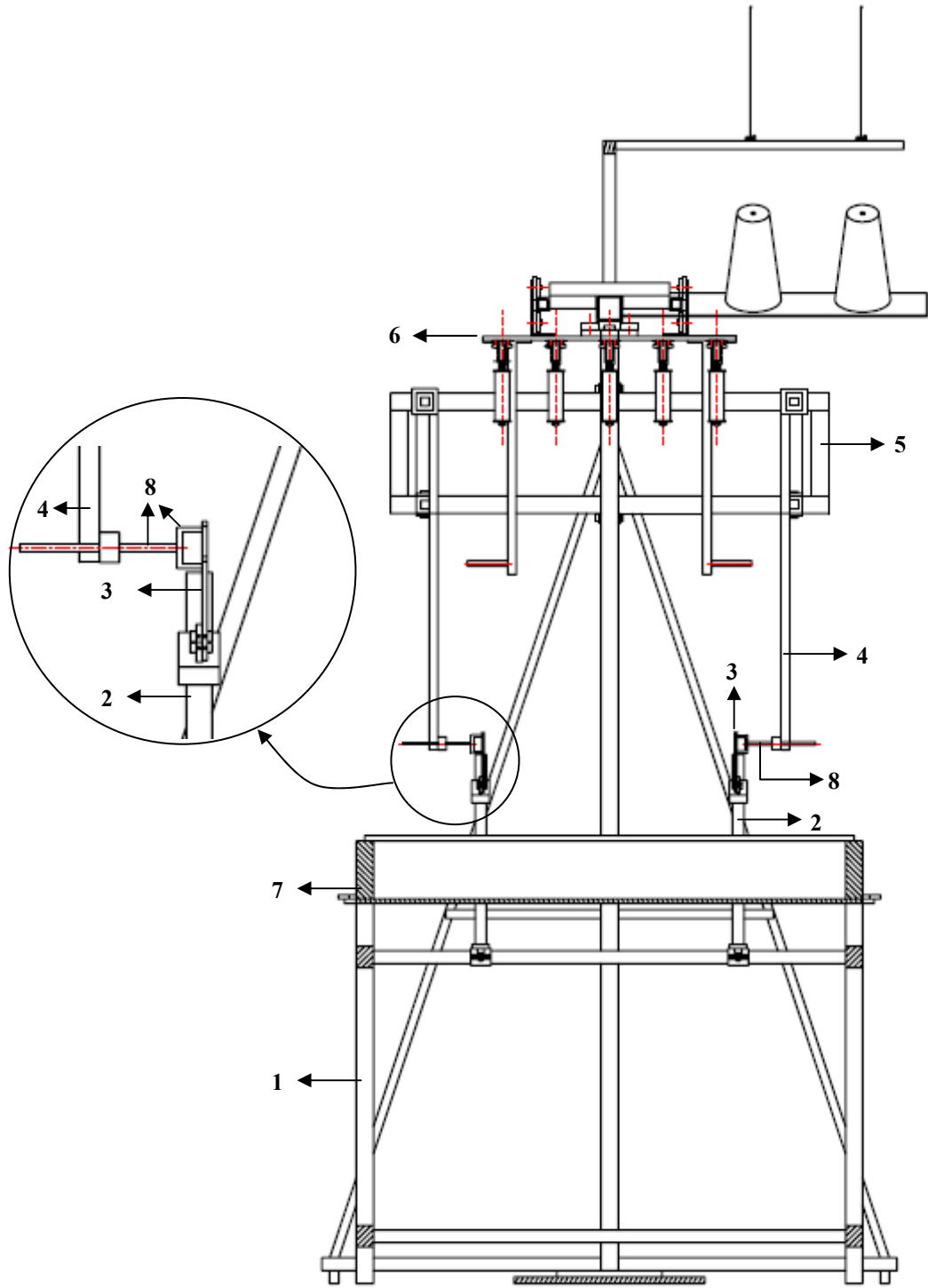


Şekil 2.45 Çözgü tarağının arabalara montajında ilave edilen bağlantı parçasının önden görünüşü. 1: çözgü tarağı, 2: çözgü ipliği kılavuzları. 3: çözgü tarağını solundaki bağlantı parçası, 4: çözgü tarağının sağındaki bağlantı parçası, 5: çözgü tarağının solundaki araba, 6: çözgü tarağının sağındaki araba, 7: 3 ve 4 numaraları birleştiren levha.

Ayrıca çözgü tarağının üzerinde hareket ettiği çember yayı şeklindeki raylarda hareket esnasında oluşabilecek titreşimi ortadan kaldırmak için ise raylar, uçlarından örme makinesine ilave kollar aracılığıyla birleştirilmiştir. Şekil 2.46da çözgü tablası ve raylarla birlikte söz konusu ilave kolların (4 ve 5 numaralı parçalar) örme makinesine montajı görülmektedir.



Şekil 2.46 (a) Çözü tablası ve raylarla birlikte söz konusu ilave kolların örme makinesine montajı önden görünüş, 1: örme makinesi gövdesi, 2: çözü raylarını taşıyan kol sistemi, 3 çözü rayları, 4: setteki rayların ucunu birleştiren parçanın sabitlendiği kol, 5: 4 numaralı kolu ana gövdeye bağlayan parça, 6: çözü tablası.



Şekil 2.46 (b) Çözümlü tablası ve raylarla birlikte söz konusu ilave kolların örme makinesine montajı AA kesiti. 1: örme makinesi gövdesi, 2: çözgü raylarını taşıyan kol sistemi, 3 çözgü rayları, 4: 8 numaralı parçanın sabitlendiği parça, 5: çözgü raylarının ucunu ana gövdeye bağlayan parça, 6: çözgü tablası, 7: iğne yatağı, 8: setteki rayların ucunu birleştiren parça.

Çözü tarağının arabalar aracılığı ile üzerinde hareket ettiği çözü rayı setini (Şekil 2.47de 3 numaralı parça) oluşturan rayların ucu 8 numaralı parça (Şekil 2.47b) ile arabaların hareketine engel olmayacak şekilde birleştirilmiştir. Böylece çözü ray seti 4 ve 5 numaralı parçalar aracılığı ile ana gövdeye sabitlenebilmiştir.

2.3.6 Çözü Yatırımı Düzenine Sahip El Örne Makinesi ve Çözü Yatırlı Tüp Örne Kumaş Numunesi

Detaylı çizimleri ve montaj bilgileri verilen çözü tablası, çözü tarağı ve ikisine ait hareket mekanizmalarından oluşan çözü yatırım düzeni tasarımı doğrultusunda imal edilmiştir. Bu düzenin örme esnasında verimli çalışması için üzerinde değişiklikler yapılmış olan el örme makinesi üzerine monte edilmiştir. Hedeflenen mamulün elde edilmesi için tasarlanmış ve imal edilmiş olan çözü yatırım düzenine sahip el örme makinesinin fotoğrafı tüm eklemeleri ve değişiklikleri ile birlikte Şekil 2.47de görülmektedir.

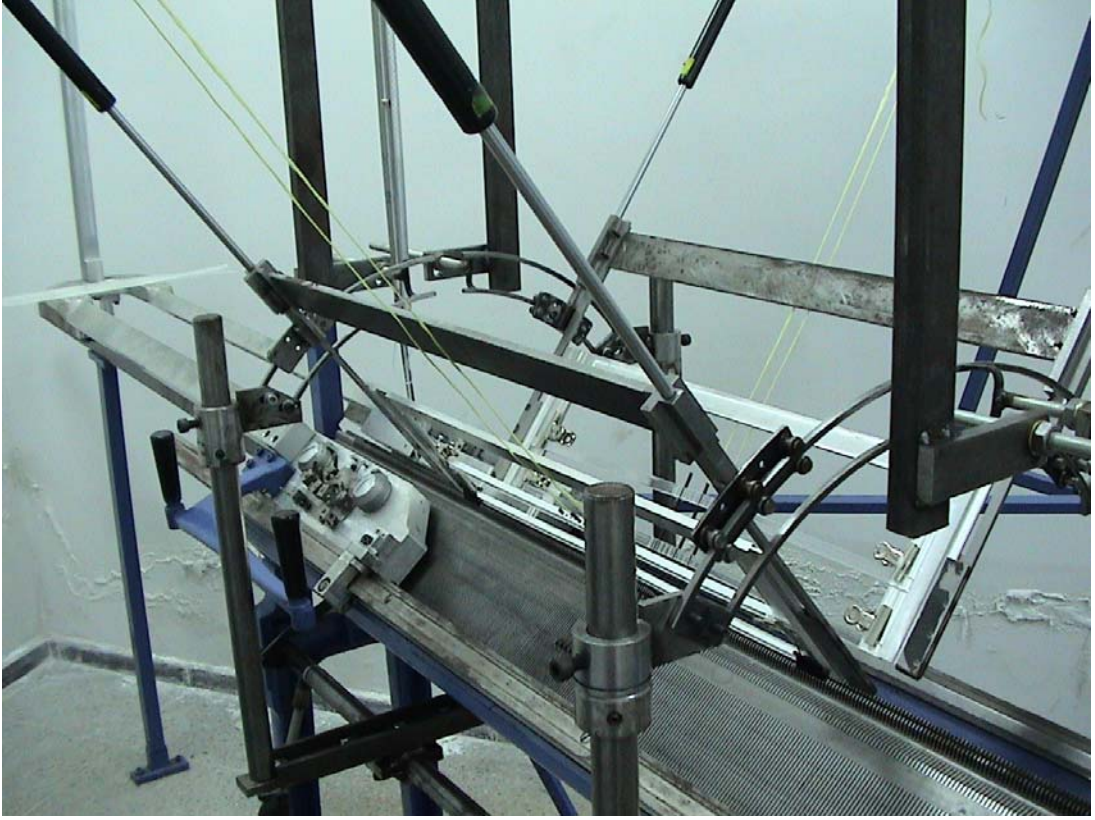
Bu makine kullanılarak değişik örme yapılarında çözü yatırlı tekstil önşekilleri elde etmek mümkündür, bunlara örnek olması açısından bu makinede elde edilen iki farklı numunenin fotoğrafları Şekil 2.48de ve 2.49da verilmiştir.

Şekil 2.48de ribana örme yapısının içerisine çözü yatırları yerleştirilmiş bir kumaş numunesi görülmektedir. Bu numunenin imalatında klasik ipliklerden oluşan ribana örme yapısına kevlar çözü ipliği (Şekil 2.48de sarı renkli iplikler) tez kapsamında geliştirilmiş olan çözü yatırım düzenine sahip örme makinesinde tek çözü tablası kullanılarak yerleştirilmiştir.

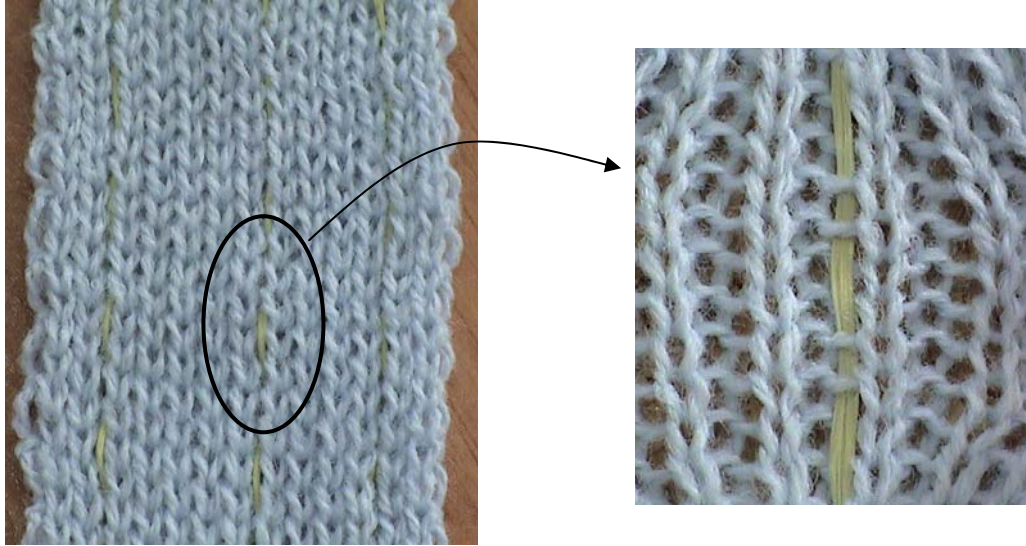
Şekil 2.49da ise yine bu tez kapsamında geliştirilmiş örme makinesinde üretilmiş olan tüp formda çözü yatırlı örme kumaş numunesi görülmektedir. Kumaş Şekil 2.10da belirtilmiş olan hortum örme yapısına sahiptir ve Şekil 2.19da belirtildiği gibi hareket eden iki çözü tablasının da kullanılmasıyla üretilmiştir. Bu kumaşın imalatında örme ipliği olarak poliamid iplik, çözü yatırımı olarak ise kevlar iplikler (sarı renkli iplikler) kullanılmıştır.



Şekil 2.47 (a) Tez kapsamında geliştirilmiş olan çözümlü yatırım düzeneği ve el örme makinesi



Şekil 2.47 (b) Tez kapsamında geliştirilmiş ve el örme makinesi üzerine yerleştirilmiş olan örgü yatırım düzeneğindeki örgü tarağı ve hareket mekanizması



Şekil 2.48 Ribana örme yapısının içerisine örgü yatırımları yerleştirilmiş kumaş numunesi



Şekil 2.49 (a) Tüp formda üretilmiş çözümlü örme kumaş numunesi



Şekil 2.49 (b) Tüp formda üretilmiş çözümlü örme kumaş numunesinin daire kesitli kalıp üzerine geçirilmiş hali

Şekil 2.49ada düzlemsel bir yüzey üzerinde bulunan çözümlü tüp örme kumaş numunesi Şekil 2.49bde ise daire kesitli bir metal tüpün üzerine giydirilmiştir ki tek iğne yatağında üretilmiş olan örme yapının içerisindeki çözümlü

yatırımları daha net görülmektedir. Bu numunede üç iğne aralığında bir yerleştirilmiş olan çözgü yatırımlarının istenen sıklıkta yerleştirilebilmesi mümkündür. Ayrıca numunenin tamamen yüksek performanslı ipliklerle üretilmesi de mümkündür.

BÖLÜM ÜÇ

SONUÇ

Tekstil kompozitleri 1960lı yıllardan beri pek çok sanayi dalında kullanılmaktadır. Matris ve tekstil önşekilinden oluşan bu kompozit gurubunun performansının iyileştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar tekstil önşekillerinin özelliklerinin tespit edilmesi ve geliştirilmesi çalışmaları ağırlıklı olmak üzere hala sürdürülmektedir.

Bu çalışmada atkılı örme teknolojisi ile elde edilen tekstil önşekillerinin geliştirilmesi üzerinde durulmuştur; tüp şeklinde örülmüş ve çözgü yatırımlarına sahip tekstil önşekilinin atkılı düz örme makinesinde üretimi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda mevcut atkılı düz örme makinelerinin çalışma prensipleri göz önüne alınarak çözgü yatırımı yapma prensibi belirlenmiştir ve prototip çalışma olması açısından el örme makinesi üzerinde yapılması gereken değişiklikler ile gerekli çözgü yatırım düzeneği tasarlanmıştır. Tasarımlar doğrultusunda el örme makinesi üzerinde değişiklikler yapılmıştır ve çözgü yatırma düzeneği imal edilip geliştirilmiş el örme makinesi üzerine monte edilmiştir. Elde edilen çözgü yatırım düzenekli el örme makinesinde tek plakada tüp formda ve çözgü yatırımlı örme kumaş numunesi üretilmiştir.

Mevcut hali ile tamamen manuel çalışan çözgü yatırım düzenekli el örme makinesinin otomatik hale getirilmesi ve sanayi tipi otomatik düz örme makinelerine uyarlanması çalışmalarının sürdürülmesi ile atkılı düz örme makineleri düşük maliyetle ve basit bir düzenekle geliştirilmiş olacaktır.

Elde edilen geliştirilmiş makinede yüksek performanslı ipliklerin de kullanılması ile teknik tekstil sınıfından pek çok yapı üretilmektedir. Düz örme makinelerinin şekil verebilme kabiliyetlerinden de yararlanılarak yüksek performanslı iplikler kullanılarak tüp, plaka (tabaka), şekilli üretilmiş örme kumaşlar ilmek çubuğu boyunca yüksek performanslı iplik atılmış değişik örme yapılarına sahip olarak elde edilebilmektedir. Böylece ülkemizde yaygın ama düşük kapasite oranları ile kullanılmakta olan klasik düz atkılı örme makineleri katma değeri yüksek ürünler

elde etmekte kullanılabilir. Global tekstil sektöründeki mevcut pazar payımızı kaybetmemek, hatta daha da arttırmak katma değeri yüksek olan teknik tekstil ürünlerinin imalatı ve pazara sunulması ile mümkün olacaktır. Bu sebeple mevcut makine yatırımını olduğu gibi ya da düşük maliyetli modifikasyonlar sonrasında kullanarak elde edebileceğimiz ürünlere öncelik verilmesi ise stratejik bir hamle olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdewia, E. F., Sulaimana, S., Hamoudaa, A.M.S. ve Mahdia, E. (2008). Quasi-static axial and lateral crushing of radial corrugated composite tubes. *Thin-Walled Structures*, 46, 320–332.
- 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(7), 596 - 610.
- 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 - 370.
- Adanur, S. (1995). *Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles*. Amerika: Technomic Publishing Company Inc.
- Albrecht, W., Fuchs, W. Ve Kittelmann, W. (2003). *Nonwoven Fabrics*. Retrieved July 18, 2007, from <http://www.wiley-vch.de/publish/en/books/ISBN978-3-527-30406-6/>
- Alpyildiz , T., Icten, B.M., Karakuzu, R. ve Kurbak, A. (2009). The effect of tuck stitches on the mechanical performance of knitted fabric reinforced composites. *Composite Structures*, 89(3), 391- 398. Retrieved August 18, 2010, from Elsevier Science Direct.
- Anand, S.C., Sarsby, R.W., Pritchard, M., (2002), Patent NO: GB2339803A.
- Araujo, M., Fangueiro, 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 – 721. Retrieved August 18, 2010, from InformaWorld.
- Asi, O., Aktaş, A., Tercan, M. ve Yüksekaya, M.E. (2010). Effect of knitting tightness on mechanical properties of weft knitted glass fibre reinforced epoxy composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 29(1), 86-93. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Başer, G. (2004). *Dokuma tekniği ve sanatı cilt 1* (2. Baskı). İzmir: Punto Yayıncılık Ltd. Şti.
- Bini, T.B., Ramakrishna, S., Huang, M.Z. ve Lim, T.C. (2001). Structure-tensile property relationship of knitted fabric composites. *Polymer Composites*, 22(1), 11-21. Retrieved May 22, 2007, from Engineering Village.
- Brighton, A., Forrest, M., Starbuck, M., Erdman, D. ve Fox, B. (2009). Strain rate effects on the energy absorption of rapidly manufactured composite tubes. *Journal of Composite Materials*, 43(20), 2183- 2200. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Brotukhia, A.G. ve Bogolyubov, V.S. (1995). *Composite Manufacturing Technology*. Cambridge. UK: Chapman and Hall.
- Cam Sanayi Raporu*, (01.01.2007). 18 Ağustos 2010, <http://www.tubitak.gov.tr/sid/0/cid/826/index.htm>
- Cebulla, H., Diestel,O., Offermann, P. (2002). Fully fashioned biaxially knitted fabrics. *Autex Research Journal*, 2(1), 8-13. Retrieved August 18, 2010 from <http://www.autexrj.org/articles/32/>
- Chamberlain, J. (1949). *Hosiery Yarns and Fabrics*. Leichester: Leichester Collage of Technology and Commerce.

- Cherif, C., Rödel, H., Diestel, O., Hoffmann, G., Herzberg, C., Torun, A. R. (2007). Development of innovative spacer preforms for function integrated composite production. *Autex 2007*, Tampere Finlandiya.
- Chiu, C.H., Tsai, K.H. ve Huang, W.J. (1999). Crush-failure modes of 2D triaxially braided hybrid composite tubes. *Composites Science and Technology*, 59, 1713-1723. Retrieved August 18, 2010, from Science Direct.
- Chou, T. ve Ko, F.(Ed).(1989). *Textile Structural Composites*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- De Jong, S. ve Postle, R. (1977). An energy analysis of the mechanics of weft knitted fabrics by means of optimal control theory, Part II, The plain knitted structure. *Journal of Textile Institute*, 10, 316-323.
- Demboski, G. ve Bogoeva-Gaceva, G. (2001). Properties of weft knitted composites affected by preform stretching. *Applied Composite Materials*, 8(6), 371–384. Retrieved August 18, 2010, from SpringerLink.
- Dev Giri, V.R., Swarna, A., Madhusoothanan, M. (2005). Mechanical properties of knitted composites using glass ply yarns. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 24(13), 1425-1435. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Doyle, P.J. (1953). Fundamental aspects of the design of knitted fabrics. *Journal of Textile Institute*, 44, 561-578.
- Doyum A. B. ve Altay, B. (1997). Low-velocity impact damage in glass fibre/epoxy cylindrical tubes. *Materials & Design*, 18(3), 131-135. Retrieved August 18, 2010, from Science Direct.

- 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, 579-588. Retrieved August 18, 2010, from Science Direct.
- Fangueiro, R., Nunes, P., Soutinho, F., Araújo, M. (2009). Development of fibrous preforms for FRP pipe connections. *Composites Science and Technology*, 69, 1412-1416. Retrieved August 18, 2010, from Science Direct.
- Farley, G. ve Jones, R.M. (1992). Crushing characteristics of continuous fiber reinforced tubes. *Journal of Composite Materials*, 26(1), 37-50. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Gibson, R.F. (1994). *Principles of composite materials mechanics*. New York.: McGraw – Hill.
- Godou, U., Diestel, O. ve Offermann, P. (1998). Biaxially reinforced multilayer knit fabrics for plastic reinforcement. *Technical Textiles*, 41(6), 202–204.
- Gommers, B., Verpoest, I. ve Van Houtte, P. (1998). Analysis of knitted fabric reinforced composites: Part I. Fiber distribution. *Composites*, 29, 1579–1588. Retrieved August 18, 2010, from Science Direct.
- Harrocks, A.R. ve Anand, S.S.(Ed).(2004). *Handbook of technical textiles*. New York: Woodhead Publishing Ltd.
- Hepworth, R. B. ve Leaf, G.A.V. (1976). The mechanics of an idealized weft knitted structure. *Journal of Textile Institute*, 67, 241-248.
- Hong, H., De Araujo, M.D., Fangueiro, R. ve Ciobanu, O. (2002). Theoretical analysis of load-extension properties of plain weft knits made from high performance yarns for composite reinforcement. *Textile Research Journal*, 72(11), 991–995. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.

- Hu, H. ve Zhang, M. (2005). A study of the degree of breakage of glass filament yarns during the weft knitting process. *Autex Research Journal*, 5(3), 141-148. Retrieved August 18, 2010, from <http://www.autexrj.org/articles/35/188>
- 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(5), 593-619. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Huang, Z.M., Ramakrishna, S., Diner, H.P. ve Tay, A.A.O. (1999). Characterization of a knitted fabric reinforced elastomer composite. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 18(2), 118-137. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Huang, Z.M. ve Ramakrishna, S. (2000). Micromechanical modeling approaches for the stiffness and strength of knitted fabric composites: a review and comparative study. *Composites: Part A*, 31, 479–501. Retrieved August 18, 2010, from ScieceDirect.
- Huang, Z. M., Teng, X.C. ve Ramakrishna, S. (2001). Progressive failure analysis of laminated knitted fabric composites under 3-Point bending. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 14(6), 499–522. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Huang, Z.M. (2004). Progressive flexural failure analysis of laminated composites with knitted fabric reinforcement. *Mechanics of Materials*, 36(3), 239-260. Retrieved August 18, 2010, from Science Direct.
- Huang, J. ve Wang, X. (2009). Numerical and experimental investigations on the axial crushing response of composite tubes. *Composite Structures*, 91(2), 222–228. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.

- Iyer, Mammel and Schaech (1995). *Circular knitting*. Bamberg. Germany: Meisenbach GmbH.
- Jones, R.M. (1999). *Mechanics of composite materials* (2. Baskı). USA: Taylor and Francis.
- Karbhari, V.M.ve Hailer, J.E. (1998). Rate and architecture effects on progressive crush of braided tubes. *Composite Structures*, 43(2), 93-108. Retrieved Augst 18, 2010, from ScienceDirect.
- Karl Mayer Textile Machinery*, (n.d.). Retrieved August 18, 2010, from <http://www.karlmayer.com/internet/en/textilmaschinen/8.jsp>
- Kayacan, Ö. ve Kurbak,A. (2008). Basic studies for modeling complex weft knitted fabric -structures Part IV: geometrical modeling of miss stitches. *Textile Research Journal*, 78(8), 659-663. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Knapton, J. J. F., Ahrens, F.I., Ingenthron, W.W., ve Fong, W. (1968). The dimensional properties of knitted wool fabrics, Part I: the plain knitted structure. *Textile Research Journal*, 38(10), 999-1012. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Khondker, O.A., Herzberg, I. ve Leong, K.H. (2001). An investigation of the structure–property relationship of knitted composites. *Journal of Composite Materials*, 35(6), 489-508. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Khondker, O.A., Leong, K.H. ve 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, 1513-1523. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.

Khondker, O.A., Fukui, T. , Nakai, A., Hamada, H. (2004). Initial fracture of the welt weft-knitted textile composites. *Composites Part A*, 35(10), 1185-1194. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.

Khondker, O.A., Leong, K.H., Herszberg, I. ve Hamada, H. (2005). Impact and compression after-impact performance of weft-knitted glass textile composites. *Composites Part A*, 36(5), 638-648. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.

KMS El Örme Makinesi Katalogu. 2010.

Kurbak, A. (1982). *Some effects of substituting a presser foot for take down tension in weft knitting*. PhD Thesis. Leeds University.

Kurbak, A. (1995). *More about the plain knitted fabric dimensions*. İzmir Türkiye: Ugur Ofset.

Kurbak, A. (1998). Plain-knitted fabric dimensions Part I. *Textile Asia, March*, 34-36, 41-44. Part II. *Textile Asia, March*, 34-36, 41-44.

Kurbak, A. ve Amreeva, G. (2006). Creation of a geometrical model for milano rib fabric. *Textile Research Journal*, 76(11), 847–852. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.

Kurbak, A. ve Ekmen, Ö. (2008). Basic studies for modeling complex weft knitted fabric structures Part I: a geometrical model for widthwise curlings of plain knitted fabrics. *Textile Research Journal*, 78(3), 198-208. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.

Kurbak, A. ve Kayacan, Ö. (2008). Basic studies for modeling complex weft knitted fabric structures Part V: geometrical modeling of tuck stitches. *Textile Research Journal*, 78(7), 577-582. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.

- Kurbak, A. (2009). Geometrical models for balanced rib knitted fabrics Part I: conventionally knitted 1×1 rib fabrics. *Textile Research Journal*, 79(5), 418-435. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Kurbak, A. ve Alpyıldız, T. (2009). Geometrical models for balanced rib knitted fabrics part II: applications of 1×1 rib model to presser-foot knitted 1×1 rib, interlock and half Milano Rib. *Textile Research Journal*, 79(6), 495-505. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Lam, S.W., Xue, P., Tao, X.M. ve Yu, T.X. (2003). Multi-Scale study of tensile properties and large deformation mechanisms of polyethyleneterephthalate/polypropylene knitted composites. *Composites Science and Technology*, 63(10), 1337-1348. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.
- Leaf, G.A.V. ve Glaskin, A. (1955). Geometry of plain-knitted loop. *Journal of Textile Institute*, 46, 587-605.
- Leaf, G.A.V. (1960). Models of plain knitted loop. *Journal of Textile Institute*, 51, 49-58.
- Lee, S. (Ed).(1993). *Handbook of composite reinforcements*. Amerika: VCH Publishers.
- 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(2), 239-251. Retrieved August 18, 2010, from Science Direct.

- Leong, K. H., Nguyen, M. ve Herszberg, I. (1999). The effects of deforming knitted glass fabrics on the basic composite mechanical properties. *Journal of Materials Science*, 34(10), 2377-2387. Retrieved August 18, 2010, from SpringerLink.
- Leong, K.H., Ramakrishna, S., Huang, Z.M. ve Bibo, G.A. (2000). The potential of knitting in engineering composites – a review. *Composites: Part A*, 31(3), 197-220. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.
- LIBA Concepta MAX 3CNC*, (n.d.). Retrieved August 18, 2010, from <http://www.liba.de/download/brochures.htm>
- Lim, C.T., Ramakrishna, S., Ong, L.B. ve Huang, Z.M. (2001). Investigating the effects of anisotropy of knitted fabric reinforced polymer (KFRP) composite. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 20(8), 685-696. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Liu, H.-K., Tai, N.-H., ve Lin, S.-Y. (1999). Compressive strength of hybrid composite tubes after low-energy impact. *Journal of Composites Technology & Research*, 21(2), 65–74. Retrieved August 18, 2010, from www.astm.org.
- 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*, 28(2), 224-232. Retrieved August 18, 2010, from InterScience Wiley.
- Lomov, S.V., Huysmans, G. ve Verpoest, I. (2001). Hierarchy of textile structures and architecture of fabric geometric models. *Textile Research Journal*, 71(6), 534–543. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Long, A.C.(Ed.). (2005). *Design and manufacture of textile composites*. Cambridge England; Woodhead Publishing Limited.

- Mazumdar, S. (2002). *Composites manufacturing materials, product and process engineering*. USA; CRC Press.
- Melo, J. D. D., Silva, A. L. S. ve Villena, J. E. N. (2008). The effect of processing conditions on the energy absorption capability of composite tubes. *Composite Structures*, 82(4), 622–628. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.
- Miravete, A. (1999). *3D textile reinforcements in composite materials*. Cambridge. UK: Woodhead Publishing.
- Mouritz, A.P., Bains, C., Herszberg, I. (1999). Mode I interlaminar fracture toughness properties of advanced textile fibreglass composites. *Composites: Part A*, 30, 859-870. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.
- Munden, D.L. (1959). The geometry and dimensional property of plain knitted fabrics. *Journal of Textile Institute*, 50, 448-471.
- Munden, D.L. (1961). The geometry of a knitted fabric in its relaxed condition. *Hosiery Times*, April, 43.
- 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(5), 396-402. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Nutting T.S. ve Leaf, G.A.V. (1964). A generalized geometry of weft knitted structures. *Journal of Textile Institute*, 55(1), 45-53.
- Offermann, P., Hoffmann, G. ve Engelmann, U.(2001). Patent no: US6244071B1.
- Padaki, M.V. ve Alagirumsamy, R. (2006). Knitted preforms for composite applications. *Journal of Industrial Textiles*, 35(4), 295–321.

- Pandita, S.D., Verpoest, I. (2004). Tension–tension fatigue behaviour of knitted fabric composites. *Composite Structures*, 64(2), 199-209. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.
- Peled, A. ve Bentur, A. (2003). Fabric structure and its reinforcing efficiency in textile reinforced cement composites. *Composites: Part A*, 34(2), 107–118. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.
- Pierce, F.T. (1947). Geometrical principles applicable to the design of functional fabrics. *Textile Research Journal*, 17(3), 123-147. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.
- Postle R. (1968). Dimensional stability of plain-knitted fabrics. *Journal of Textile Institute*, 59, 65-77.
- Postle, R. (1971). Structure shape and dimensions of wool knitted fabrics. *Applied Polymer Symposium*, 18, 149.
- Ramakrishna, S., ve Hull, D. (1993). Energy absorption capability of epoxy composite tubes with knitted carbon fibre fabric reinforcement. *Composites Science and Technology*, 49(4), 349-356.
- Ramakrishna, S. (1997). Characterization and modeling of the tensile properties of plain weft-knit fabric-reinforced composites. *Composites Science and Technology*, 57(1), 1-22. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.
- Rao, R. M. V. G. K., Padaki Naveen, V., Vani, A., Prakasha, V., Divakar, C.J. ve Ananthkrishnan, T. (2000). Studies on mechanical behaviour of knitted glass-epoxy composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 19(5), 396-402. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.

Raz, S. (1987). *Warp knitting production*. Heidelberg, Germany: Verlag Mellieand Textilberichte GmbH.

Raz, S. (1991). *Flat Knitting*. Bamberg Almanya: Meisenbach GmbH..

Rios, C.R., Ogin, S.L., Lekakou, C. ve 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(7), 1794-1808. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.

Saito, H., Chirwa, E.C., Inai, R ve Hamada, H. (2002). Energy absorption of braiding pultrusion process composite rods. *Composite Structures*, 55(4), 407–417. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.

Savcı, S., Curiskis, J.I. ve Paithorpe, M.T. (2001). Knittability of glass fiber weft knitted preforms for composites. *Textiles Research Journal*, 71(1), 15-21. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.

Schwartz, M.M. (1997). *Composite materials vol 1: properties, nondestructive testing and repair*. New Jersey: Prentice Hall PTR.

Shanahan, W.J. ve Postle, R. (1970). A theoretical analyses of the plain knitted structure. *Textile Research Journal*, 40(7), 656-665. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.

Shishoo, R. (Ed). (2005). *Textiles in sports*. Kuzey Amerika: CRC Press LLC.

Smirfitt, J. A. (1965). Worsted 1x1 rib fabrics part I dimensional properties, Part II some physical properties. *Journal of Textile Institute*, 56, 248-259.

Sorensen, B. (2006). Patent No: WO 2006/015599A1.

Spencer, D. (2001). *Knitting technology* (3. Baskı). Kuzey ve Güney Amerika: Woodhead Publishing Limited and Technomic Publishing Company Inc.

Steiger Aries.3, (24.07.2009). Retrieved August 18, 2010, from <http://www.knittingindustry.com/articles/534.php>

Stolyarov, O.N. (2009). Mechanical properties of polymer composites reinforced with knit fabrics made of high-strength aramid fibres. *Fibre Chemistry*, 41(1), 53-55. Retrieved August 18, 2010, from SpringerLink.

Strength and stiffness, (n.d.). Retrieved August 18, 2010, from <http://www.netcomposites.com/education.asp?sequence=14>

Sugun, B. S., ve Rao, R.M.V.G.K.(2000). Drop weight impact studies on Rib-Knit RTM laminates. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 19(6), 492-508. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.

Tercan, M., Asi, O. ve Aktas, A. (2007). An experimental investigation of the bearing strength of weft knitted 1x1 rib glass fibre composites. *Composite Structures*, 78(3), 392-396. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.

Tercan, M., Asi, O., Yüksekaya, M.E. ve Aktas, A. (2007). Comparison of tensile properties of weft-knit 1 x1 rib glass/epoxy composites with different location layers. *Material& Design*, 28(7), 2172-2176. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.

Ünal, A., Hoffmann, G. ve Cherif, C. (2006). Development of weft knitted spacer fabrics for composite materials. *Melliand International*, 2, 127-126.

Ürünlerimiz, (b.t.). 18 Ağustos 2010, <http://www.camelyaf.com.tr/urunlerimiz/detay.aspx?SectionID=WEKZNfXITb8WB0BToALrFw%3d%3d&ContentID=X6xk2wdD8JpZefIXefMw0w%3d%3d>

Ürünler, (b.t.). 18 Ağustos 2010, <http://www.kmskuba.com/kmsweb/urunler.php>

Van Vuure, A.W., Ko, F. K. ve Beevers, C. (2003). Net shape knitting for complex composite preforms. *Textile Research Journal*, 73(1), 1–10. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.

Wang, Y., Gowayed, Y., Kong, X., Li, J. ve Zhao, D. (1995). Properties and analysis of composites reinforced with eglass weft-knitted fabrics. *Journal of Composites Technology&Research*, 17(4), 283-288. Retrieved August 18, 2010, from www.astm.org

What are nonwovens?, (2008.). Retrieved August 18, 2010, from <http://www.edana.org/content/default.asp?PageID=33>

Zhangyu, F.Z., Yanmo, C. ve Hairu, L. (2006a). 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), 113-126. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.

Zhangyu, F.Z., Yanmo, C. ve Hairu, L. (2006b). 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), 553-560. Retrieved August 18, 2010, from Sage Publications.

Zuraida , A., A. Khalid ve Ismail, A.F.(2007) . Performance of hybrid filament wound composite tubes subjected to quasi static indentation. *Materials & Design*, 28(1), 71–77. Retrieved August 18, 2010, from ScienceDirect.