ÖZET

KATMANLI ÜRETİM YAPILARI İÇİN SÜREKLİ VE YERİNDE GÖMÜLÜ DİKEY VE YATAY TAKVİYE

Buluş, 3B baskılı yapıların mekanik dayanımını artırmak amacıyla sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye elemanlarının entegre edilmesini sağlayan bir yöntem ve aparat sunmaktadır. Geleneksel 3B baskı tekniklerinde, katmanlar arası bağlanma zayıf olduğu için yapılar düşük çekme mukavemeti ve zayıf kayma direnci sergilemektedir. Bu buluş, baskı süreciyle senkronize çalışan robotik veya mekanik bir sistem aracılığıyla takviye elemanlarını (lifler, kablolar, çubuklar vb.) X, Y ve Z yönlerinde konumlandırarak yapı içine entegre eder. Takviye elemanları, iç içe geçme, örme veya düğümleme teknikleriyle sabitlenerek katmanlar arası bağlantıyı güçlendirir ve yapının genel dayanıklılığını artırır. Böylece, havacılık, inşaat, otomotiv ve biyomedikal vb. sektörlerde kullanılan 3B baskılı bileşenlerin yapısal bütünlüğü iyileştirilirken, ek bir işleme gerek kalmadan daha sağlam ve uzun ömürlü yapılar elde edilir.

İSTEMLER

1.Buluş, katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği;

- yeni eklemeli olarak oluşturulan yapının takviyesini daha önce oluşturulan yapıya uzatması için olan bağlantının isteğe bağlı olan ve 3B yazdırılmış ilk katmanın bağlanacağı veya üzerine inşa edileceği temel yapı baskı temeli (1),
- 3B baskı nozulunun (3), baskı malzemesini dışarı atıp 3B yazdırılmış tasarımın tüm yapısının bir katmanını oluşturan o geçide bırakan 3B baskı geçişi (2),
- önceden programlanmış bir şekilde sürekli olarak katmanı oluşturmak için 3B baskı malzemesini dışarı çıkarmak 3B baskı nozulu (3),
- temel üzerine ilk katmana atılan 3B baskı malzemesi katmanı (4),
- vidalar, çiviler, perçinler vb. malzeme ile dikey takviye elemanının (7) bir ucunu temel temeline veya daha önce basılmış yapıya bağlayan dikey bağlantı elemanı (6),
- her katmandaki dikey donatının boyutuna yetecek kadar donatı elemanının yalnızca bir kısmının açılmasına izin veren dikey takviye elemanı (7),
- takviye elemanına durdurma kuvveti uygulamak için, fren balatasını serbestçe açılmasına izin vermeyecek şekilde tutan basınç yayı (8),
- takviye elemanının kendi ağırlığı veya paket ağırlığı altında serbestçe açılmasını engelleyen güçlendirici eleman kırıcı (9),
- baskı nozullarının hangi yönde hareket ettiğini gösteren 3B baskı yönü (10),
- dikey güçlendirme elemanının (5 3B baskı malzemesi katmanının (4) yarısına doğru yukarı doğru hareketiyle oluşan kesme çizgisi kesme hattı (11),
- yapının üstündeki en son 3B yazdırılmış katmanı oluşturan üst katman malzemesi (12),
- robotik elin dikey takviye elemanını (7) uygun pozisyonuna yerleştirmek için hareket etmesine izin veren hareket mekanizması (13),
- dikey takviye paketini alıp önceden planlanan programa göre yeniden konumlandıran kavrama mekanizması (14),
- basılı malzemeyle birlikte basılı katmana gömülen bir iplik, kablo, zincir, tel vb. den oluşan yatay takviye elemanı (15),

- basılı katmana sürekli olarak gömülmek üzere 3B baskı nozulundan (3) geçirilerek doğru miktarda yatay takviye elemanını (15) besleyen ve depolayan yatay donatı elemanı (16),
- baskı katmanına gömülecek örgü şerit, zikzak tel veya herhangi bir desen ve malzeme için 1,5 kat yüksekliğine yakın bir yükseklikte grup halinde beslenen 1,5 katlı takviye elemanı (17),
- yatay olarak döşenen takviye şerit şeklindeki takviye elemanlarını dikiş, kaynak, yapıştırma vb. şekilde dikey olarak birbirine bağlayan bağlantı makinesi (18),
- yatay olarak yerleştirilmiş şerit benzeri elemanların son dikey takviye için birbirine başarılı bir şekilde bağlayan bağlantı malzemesi (19),
- üst üste binen iki takviye şeridinin birbirine dikiş, kaynak, yapıştırma veya başka bir bağlantı yöntemi ile bağlandığı hat veya yön olan bağlantı hattı (20),
- kesim çizgisi oluşumları tarafından baskı malzemesinin kohezyonunu olumsuz şekilde etkilemeyecek bir tasarıma sahip olan Dikey takviye elemanının baskı katmanına dikey olarak gömülmesine izin vermek ve geri kalan uzunluğunun takviye elemanının üzerindeki baskı nozulundan dışarı atılan baskı malzemesiyle temas etmesini önlemek için dikey takviye eleman muhafaza temizleyici (21),
- önceki katmanın halkasını mevcut katmana dikey ve yatay yönde bağlayan, yatay olarak beslenen takviye elemanından oluşan güçlendirme halkası (22),
- vakumlanmış kuvveti pnömatik taşıma sistemine besleyen bir hava emiş borusu olan hava emiş bağlantısı (24),
- 3B baskı nozulunun (3) yarığından geçirilerek yeni oluşturulan halkaları son yerleştirme yerlerine taşıyan döner taşıma sistemi (25),
- yeni oluşturulan ilmeği ilmek iğnesinden alıp son gömme pozisyonuna taşıyan ve döner taşıma sistemine (25) bağlanan döngü yakalama ve iğne tutma (26),
- taşıma sistemini yerinde tutan ve başarılı bir şekilde taşıma halkalarını son yerleştirme pozisyonlarına getirmek için 3B yazdırılmış yapıya bağlanan taşıma sistemi yapısal bağlantısı (27),
- motordan kuvvet ve hareket alıp, ona bağlı olan örgü kancasını basılı katmanın diğer tarafına doğru hareket ettirerek ilmek oluşturan örgü şişi tabanı (28),

- yatay takviye elemanını kavramak ve onu önceki katmana yerleştirilmiş önceden oluşturulmuş halkanın içine çekmek ve yeni oluşturulan halkayı taşıma sistemine ileten örgü şişi kancası (29),
- bölünmüş bir nozul tarafından oluşturulan katmanın her iki tarafından ekstrüde edilmiş bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesi (31),
- yatay takviye elemanlarını gerekli pozisyonda tutan ve 3B yazıcının yapısına tutturan yatay bağlantı elemanı (32),
- örgü şişi tabanı (28) ile kanca arasında, ilmek oluşumu için yatay takviye elemanını (15) kavrayan veya kavramamak için kancanın serbest veya önceden programlanmış stil hareketine izin veren kanca eklemi (33),
- akıllı bir şekilde serbest bırakacağı yere yakın bir yere yerleştirilmesine olanak tanıyan mekanik veya elektronik olarak yönetilen bir sistem olan konumlandırma çubuğu (34),
- takviye sisteminde sürekli olmayan bir öğe olarak beslenen ve daha önce basılmış katmanları yeni katmana bağlayabilen solo takviye elemanları (35),
- 3B yazdırılmış katmanlar arasında işlem sırasında dikey veya 3 boyutlu takviyeye izin vermek için konumlandırma sistemini besleyen solo takviye elemanları depolama (36),
- çıkış tarafında iki parçaya bölünmüş, 3B baskı malzemesinin her iki taraftan ekstrüde edilerek tabaka oluşturmasına olanak sağlayan ve nozulun ortasından dikey olarak konumlandırılmış takviye elemanlarının baskı malzemesine gömülmesine olanak tanıyan bölünmüş 3B baskı nozulu (37),
- 3B baskılı katmanın bir tarafından diğer tarafına dikey takviye elemanı (7) demetini emerek, elemanın katmanın kalınlığına eşit miktarda açılmasına izin veren ve ayarlanabilen pnömatik hareket mekanizması (38),
- takviye eleman demetini emmek için vakum oluşturmak amacıyla pnömatik hareket sistemine basınçlı hava üfleyen basınçlı hava girişi (39),
- takviye elemanının tabakanın diğer tarafına serbestçe hareket etmesini durduran ve takviye elemanını tabakanın kalınlığına eşit bir miktarda ambalajdan açılmaya zorladıktan sonra pozitif elektriksel, manyetik veya mekanik vb. bir mekanizma ile serbest bırakarak basılı tabakanın diğer tarafına düşmesini sağlayan durdurma mekanizması (40) kısımları ile karakterize edilmesidir.

2. İstem 1'e uygun katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; katman oluşumu sırasında takviyenin alt tabaka malzemesine iç içe geçtiği, örüldüğü, gömüldüğü, sürekli ve ayrı takviye elemanlarının yerleştirilmesiyle, 3B yazdırılmış yapıların katkılı inşa edilmiş nesnelere dikey (Z) yönde ve diğer yönlerde (X/Y) takviye oluşturma yöntemi içermesidir.

3. Buluş, katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; alt tabaka malzemesinin eş zamanlı olarak ekstrüzyonu ve takviye elemanlarının gömülmesi için bölünmüş bir nozul, takviye elemanlarının bir konuma yerleştirilmesi için bir robotik kol veya hareketli mekanizma, baskılı katmanlar arasında ve içinde takviye elemanlarının birbirine geçmesine olanak sağlayan bir örme veya dokuma mekanizması olan 3B baskı aparatı içermesidir.

4. Buluş, katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; birbirine geçen ilmekler oluşturmak için iğne ve kanca setleri, gömme sırasında döngünün hizalanmasını sağlayan taşıma sistemleri olan ve örgü işleminin katman birikimiyle senkronize edilmesini sağlayan örme mekanizması içermesidir.

5. Buluş, katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; dikey ve yatay donatı elemanlarının birbirine geçen düğümler ve ilmekler oluşturarak çok boyutlu donatı ızgarası oluşturacak şekilde katmanları birbirine birleştirilip çok boyutlu dokular üretilmesidir.

6. Buluş, katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; dokuma, örme veya örgülü tasarımları içerecek şekilde değiştirilebilen takviye desenlerinin geometrisi ve yönelimleri, yapıların özelliklerine ilişkin önceden ayarlanmış program tasarımlarına dayanan, takviye yerleştirme ile 3B baskı süreçleri arasındaki senkronizasyonu bilgisayarlı bir araçla sağlayan dijital güçlendirme senkronizasyonu içermesidir.

7. İstem 2' ye uygun katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; takviye elemanlarının sentetik malzemeler

(Polietilen (PE), Polipropilen (PP), Polyester (PES), Naylon, Karbon, Aramid), mineral bazlı malzemeler (cam, bazalt) ve metal malzemeler (çelik, bakır, alüminyum), doğal lifler, kablolar, zincirler, teller içermesidir.

8. İstem 3' e uygun katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; bölünmüş nozulun nozuldan geçen dikey takviye elemanları ve yerleştirilen takviyenin etrafında iki taraflı ekstrüzyona izin veren aparat içermesidir.

9. İstem 4' e uygun katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; başarılı bir ilmek oluşumu için ilmek oluşturan iğne tabanına gerekli hareket ve enerji kaynağını veren örgü iğnesi tahrik sistemi (30) içermesidir.

10. İstem 3' e uygun katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; yeni oluşturulan halkaları kendi yapısı içerisinde tutan ve halkaların nozulun yarığından geçirerek baskı malzemesinin içine gömülmesini sağlayarak baskı yönüne ters yönde kolayca geçişine izin veren pnömatik döngü taşıma rayı (23) içermesidir.

11. İstem 2' ye uygun katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; kollar veya diğer hareket mekanizmaları vasıtasıyla hareket ettirilen, birbirini izleyen katmanları birbirine bağlayan döngüler oluşturan ve 3B yazdırılmış katmanları dikey olarak tel, kablo, iplik, zincir, halat gibi düz bir eleman halinde birbirine bağlayan dikey güçlendirme elemanı (5) içermesidir.

12. İstem 2' ye uygun katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; 3B baskı nozulundan (3) önce veya sonra hareket ettirilen, yatay takviye elemanı (15) ile iç içe geçerek (örerek/keserek) veya geçmeden oluşturulan yapılara gömülmüş bir, iki veya üç boyutlu bir ızgara oluşturmak üzere tek veya birden fazla dikey güçlendirme elemanı (5) içermesidir.

13. Buluş, katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye çalışma yöntemi olup, özelliği;

• 3B baskı nozulu (3) aracılığıyla nozulun, 3B baskı yönü (10) doğrultusunda hareket ederek malzemeyi belirlenen geometriye uygun olarak baskı temeli (1) üzerine, 3B baskı malzemesinin (4) katmanlar halinde serilmesi,

• baskı temeli (1) üzerindeki baskı ilerledikçe, dikey güçlendirme elemanlarının (5) ve yatay takviye elemanlarının (15), baskı sürecine entegre edilmesi,

• normal bölünmemiş 3B baskı nozulları (3) ile işlem ilerledikçe, dikey takviye elemanları (7) dikey takviye elemanı muhafaza temizleyicisi (21) ile temiz tutulur ve hareket eden bir mekanizma veya robotik el yardımıyla bu dikey takviye elemanı (7) katmanın bir tarafından diğer bir tarafına hareket ederek dikey takviye elemanını (7) basılı katmanın ortasına veya etrafına gömmesi ve dikey takviyeyi oluşturması,

• güçlendirme işlemini desteklemek için 1,5 katlı takviye elemanın (17) ve solo takviye elemanlarının (35), solo takviye elemanı depolama (36) sisteminden alınarak sürece dâhil edilmesi, güçlendirme halkasını (22) da ekleyerek yapı bütünlüğünün sağlanması,

• pnömatik döngü taşıma rayının (23), güçlendirme elemanlarının düzenli yerleşimini sağlamak için çalıştırılması, hava emiş bağlantısının (24), baskı sırasında oluşabilecek toz ve fazla malzemeyi temizleyerek işlemin verimli ilerlemesine yardımcı olması,

• döner taşıma sistemi (25) ve taşıma sistemi yapısal bağlantısı (27) ile elemanların yerleşiminin hassasiyetle düzenlenmesi, döngü yakalama ve iğne tutma (26), örgü şişi tabanı (28) ve örgü şişi kancası (29) yardımıyla baskı sürecine paralel olarak ek sabitleme işlemlerinin uygulanması,

• örgü iğnesi tahrik sisteminin (30), güçlendirme elemanlarının uygun şekilde sabitlenmesine yardımcı olması, aynı zamanda konumlandırma çubuğunun (34), yapı bileşenlerinin doğru konumda yer almasını sağlaması,

• basınç yayının (8), yapı elemanlarına uygulanan kuvveti dengeleyerek baskının düzgün ilerlemesini sağlaması, aynı zamanda güçlendirici eleman kırıcının (9), fazla malzemelerin ve bağlantı noktalarının düzeltilmesini sağlayarak üretim kalitesini artırması,

• yapının son katmanının oluşması için üst katman malzemesinin (12) ve bölünmüş bozuldan oluşan üst katman malzemesinin (31), bölünmüş 3B baskı nozulu (37) aracılığıyla yüzeye eşit şekilde uygulanması, pnömatik hareket mekanizması (38), basınçlı hava girişi (39) yardımıyla da baskı sürecinin dengeli bir şekilde tamamlanmasının sağlanması işlem adımlarını içermesidir.

14. Buluş, katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; uygun kohezyona sahip çimentolu kompozitler, polimerler, metaller veya kalıplanabilir özelliklere sahip alt tabaka malzemesi içermesidir.

15. Buluş, katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; donatı yerleşiminin, öngörülen yük ve gerilim dağılımı için yapısal analiz yoluyla önceden programlanmış tasarım optimizasyonu içermesidir.

16. Buluş, katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; baskı esnasında ara kumaş elemanlarının yerleştirilmesiyle her yöne güçlendirme sağlayacak şekilde iç içe geçmiş veya iç içe geçmiş katmanlardan oluşan bir yapının 3B baskılı ara kumaş içermesidir.

17. Buluş, katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye çalışma yöntemi ile ilgili olup, özelliği; takviye yerleşiminin, öngörülen yük ve gerilim dağılımı için yapısal analiz yoluyla optimize edildiği, takviye yerleşiminin, yapısal simülasyonlardan önceden elde edilen tanımlanmış bir örme/dokuma planı tarafından bilgilendirildiği, takviye elemanlarının hizalanması ve katman birikimi sırasında doğru yerleşiminin otomatik sistemler tarafından gerçekleştirilmesidir.

18. İstem 1’ ye uygun katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, özelliği; yüksek yapılar için, temelden en üst katmanlara kadar dikey güçlendirme elemanı (5) olarak bağlanan dikey elemanları entegre ederek,

dikey güçlendirme elemanı (5) ve doku olarak daha önce oluşturulmuş döşeme veya katmana daha önce gömülmüş elemanlara bağlanabilen güçlendirme içermesidir.

TARİFNAME

KATMANLI ÜRETİM YAPILARI İÇİN SÜREKLİ VE YERİNDE GÖMÜLÜ DİKEY VE YATAY TAKVİYE

Teknik Alan

Buluş, havacılık, otomotiv, biyomedikal ve inşaat vb. sektörlede kullanılan eklemeli üretim süreçleriyle üretilen yapıların, özellikle 3B baskı yöntemiyle oluşturulan malzemelerin mekanik dayanımını artırmak amacıyla geliştirilen, 3B baskı sırasında sürekli ve yerinde gömülü takviye elemanlarının (lifler, kablolar, zincirler, teller, çubuklar vb.) yapı içine entegre edilmesini sağlayan bir yöntem ve aparat içeren, 3B baskılı bileşenlerin katmanlar arası bağlantı mukavemetini arttırarak dayanıklı ve güvenilir yapılar oluşturulabilmesini sağlayan katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgilidir.

Buluşun Altyapısı

Katkı üretim süreçleri kullanılarak üretilen 3B baskılı yapıların katmanlar arası bağlanma mukavemetini artırmaya yönelik yöntemler ve sistemlerle ilgilidir. Katman katman malzeme birikimiyle karakterize edilen katkı üretimi, minimum malzeme israfıyla geometrik olarak karmaşık yapılar oluşturma yeteneği nedeniyle yaygın bir şekilde benimsenmiştir. Ancak, çoğu 3B baskı tekniğinin, katmanlar arasındaki zayıf yapışma nedeniyle mekanik performansı sınırlıdır. Bu genellikle, gerilim, kesme ve sıkıştırma koşulları altında bu malzemelerin mekaniğinde anizotropik özellikler oluşturur. Bu tür zorluklara yönelik çabalar, her biri katmanlar arası bağlantı geliştirmelerini hedefleyen çeşitli güçlendirme teknolojilerinin geliştirilmesiyle sonuçlanmıştır. Bu yöntemler genel olarak şu şekilde kategorize edilebilir; Termal Bağlama Teknikleri, Kimyasal Yapışma Geliştirme, Ultrasonik ve Titreşimli Teknikler ve son olarak Mekanik Güçlendirme.

Mekanik takviye yöntemleri, yapısal performansta önemli bir iyileştirmeyle katmanlar arasında doğrudan fiziksel bağlantılar sağlayabildikleri için önemli ilgi görmüştür. 3

boyutlu (3B) yazdırılmış bir elemanı güçlendirmenin üç mekanik yolu vardır. Bunlar: yazdırmadan önce, yazdırma sırasında ve yazdırmadan sonradır.

3B yazdırılmış yapıların baskı sonrası takviyesi genellikle betonarme veya ön gerilimli beton, geleneksel malzemelerin dökümü için kalıp baskısı veya harici takviyeler uygulanması gibi geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır. Bunlar düzenlemelere uygunluk ve önemli miktarda malzeme tasarrufu sağlamaktadır.

Baskı öncesi güçlendirme, çekme davranışını iyileştirirken çatlamayı azaltmak için yüksek çekme dayanımlı takviye liflerinin (sentetik veya mineral lifler) doğrudan çimentolu malzemeye entegre edilmesidir. Ancak lif hacim fraksiyonlarının sınırlı olması ve ekstrüzyon yöntemlerindeki sorunlar dezavantaj olmaya devam etmektedir.

Baskı sırasında robotikle yapılan güçlendirme, genellikle güçlendirme yerleşimini doğrudan 3B baskı sürecine entegre eder. Burada robotik, özellikle katmanlar arasındaki zayıf arayüzleri güçlendirmek için çelik çubuklar yerleştirilir ve zayıf yapışma veya soğuk bağlantı gibi bir dizi sorunun önlenmesine yardımcı olunur.

3B baskı sırasında güçlendirme, genellikle güçlendirme yerleşimini doğrudan 3B baskı sürecine entegre eder; burada robotik, zayıf katmanlar arasındaki arayüzleri güçlendirmek için çelik çubuklar, örgü şeritler veya sürekli lifler yerleştirir ve zayıf yapışma veya soğuk bağlantılar gibi bir dizi sorunu önlemeye yardımcı olur. Önerilen tekniklerin hiçbiri henüz 3D yazdırılmış yapılara sürekli ve dikey bir güçlendirme yapısı oluşturamaz ve yerleştiremez.

Mevcutta kullanılan ve popüler olarak 3B baskı olarak bilinen, tüm katı üretim biçimlerinin temelinde yatan katman biriktirme sürecinde bulunan temel bir sınırlamanın üstesinden gelir. Özellikle, termoplastiklerden ve bunların kompozitlerinden betona veya metallere ve diğer yazdırılabilir malzemelere kadar her türlü basılı yapıdaki katmanlar arasındaki bağlantı genellikle katman içi bütünlükten daha zayıf mekanik özellikler sergiler. Bu zayıflık, termal gradyan ve yüzey kusuru nedeniyle ardışık biriktirilen katmanlar arasındaki zayıf bağlanma nedeniyle oluşur ve bu da düşük çekme mukavemeti, düşük kayma direnci ve azaltılmış dayanıklı bir yapı sağlar. Bu nedenle, bu kritik sorunlar, 3B yazdırılmış bileşenlerin havacılık, inşaat,

otomotiv ve biyomedikal endüstrileri dahil olmak üzere zorlu alanlarda yararlı uygulamalar bulma yeteneğini önemli ölçüde engeller.

Söz konusu buluş bilinen durumdan yola çıkılarak yukarıda anlatılan dezavantajları ortadan kaldırmaktadır. Buluş eklemeli olarak üretilen yapıların (3B baskılı) işlem içi, üç boyutlu takviyesiyle ilişkili zorlukları ele alan yeni ürünler ve yöntemlerle ilgilidir. Bu buluş özellikle, esnek metalik veya metalik olmayan teller, kablolar, çubuklar veya lifler (takviye elemanları) kullanılarak X, Y ve Z yönlerinde bunları birbirine bağlayarak basılı katmanları takviye etmek için yenilikçi teknikler sunar ve bu teknikler sürekli ve entegre bir şekilde gerçekleşmektedir. Katmanlar arası eksiklikleri azaltmak veya ortadan kaldırmak için yeni bir çözüm sunarak, tüm malzeme kategorileri ve uygulamaları genelinde katkı üretimi yapılan ürünlerde gelişmiş mekanik özellikler, iyileştirilmiş katman bağlantısı ve sağlam yapısal performans sağlamaktadır. 3B baskı süreciyle senkronize bir hızda sürekli iplikler veya dokunmuş/örülmüş kumaş yapıları biçiminde takviye elemanları iletebilen bir sistem önermektedir. Yöntem, X, Y ve kritik olarak Z yönlerinde eş zamanlı takviye elde eder. Genellikle iki boyutlu takviye veya işlem sonrası entegrasyona odaklanan daha önce bildirilen tekniklerin aksine, bu buluş, katkı üretim süreci sırasında doğrudan katmanların içine iç içe örülmüş veya iç içe dokunmuş takviye dokuları yerleştirir ve böylece üç boyutta da tutarlı mekanik bütünlük sağlamaktadır.

Takviye seviyesi, tek, iki veya üç boyutlu takviye seçenekleriyle belirli mekanik veya yapısal gereksinimleri karşılayacak şekilde uyarlanabilir. Herhangi bir yüzey yapısı ve uzunlamasına form, eğriliğe ve farklı yüzey kaplamalarına sahip, esnek ve bükülebilir malzemelerden oluşabilen takviye elemanları, sistemle bütünleşmek için bir bobinin etrafına sorunsuz bir şekilde sarılmak üzere tasarlanmıştır.

Takviye elemanlarını çoklu yönlerde verimli bir şekilde yerleştirmek, örmek veya örmek için minimum hareketli parçalara sahip aerodinamik bir robotik kol tasarımından yararlanır. Bazı düzenlemelerde, buluş, baskı malzemesini katmanın her iki tarafından dışarı atan ve takviye elemanlarının nozulun merkezinden geçmesini kolaylaştıran değiştirilmiş bir baskı nozulu içerir.

Takviye elemanlarını yerleştirmek için basitleştirilmiş bir yaklaşım kullanır ve örme/dokuma için minimum teknolojik karmaşıklık gerektirir. Bu akıcı tasarım, minimum hareketli parçaya sahip kompakt ve verimli robotik kollar kullanarak karmaşık dokuma/örgü/örgü mekanizmalarına olan ihtiyacı ortadan kaldırır. Sistem, önemli değişiklikler yapmadan mevcut 3B baskı kurulumlarına sorunsuz bir şekilde entegre olan basit bir mekanizma aracılığıyla takviye elemanlarının birbirine bağlanmasını sağlamaktadır.

Bu gelişmiş güçlendirme tekniklerinin bir araya getirilmesiyle, buluş, mevcut yöntem ve tasarımlarda bulunan sınırlamaların üstesinden gelerek, 3B yazdırılmış yapıların yapısal bütünlüğünü ve mekanik özelliklerini iyileştirmek için basit, sağlam ve ölçeklenebilir bir çözüm sunmaktadır.

Buluş, dokulu takviye elemanlarını 3B baskı prosedürlerine entegre etmenin tüm potansiyelini açığa çıkarır ve eklemeli olarak üretilen katmanlara sorunsuz bir şekilde gömülebilen dokulu veya tek veya çok boyutlu takviye elemanları hazırlamak için şu anda bilinen tüm yöntemleri ve gelecekte geliştirilecek tüm teknikleri kapsamaktadır.
Bu yaklaşım, tek boyutlu teller, şeritler, ağlar, kablolar veya tellerin yanı sıra, ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere, örülmüş, örgülü, birbirine kenetlenmiş veya diğer dokulu elemanlar dahil olmak üzere çok çeşitli takviye yapılandırmalarını birleştirerek karmaşık, takviyeli yapıların oluşturulmasını sağlamakta, tasarımda esneklik ve çeşitli takviye ihtiyaçlarına uyum sağlamayı garanti ederek, 3B yazdırılmış nesnelerin mekanik özelliklerini ve yapısal bütünlüğünü artıran yeniliklerin önünü açmaktadır.
Buluşta ağ yerleştirme cihazının 3B baskı kafasına bir dikiş makinesi eklenir ve önceki katmana gömülmüş ağ şerit katmanının üst kısmı, üst katmana gömülmek üzere yeni yerleştirilen ağ şeridinin alt kısmına bağlanır. Mevcutta kullanılan buluşların hiçbiri 3B yazdırılmış yapıların aynı anda dikey takviyesi için teknolojik olarak uygulanabilir bir yöntem ve fırsat sunmamaktadır. Bu şekilde baskı sürecinde yapıya kabul edilebilir hız ve maliyetle sürekli takviye sağlanmaktadır. Söz konusu buluşun farklı düzenlemeleri, farklı geometrilere sahip yapı malzemesi nozullarıyla kullanılmaya uygun, 3B oluşturulan yapıların içine gömülmüş bir, iki veya hatta üç boyutlu dikey sürekli takviye elemanı oluşturma yöntemleri sunmaktadır.

Buluşun yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları aşağıda verilen şekiller ve bu şekillere atıflar yapılmak suretiyle yazılan ayrıntılı açıklama sayesinde daha net olarak anlaşılacaktır ve bu nedenle de değerlendirmenin bu şekiller ve ayrıntılı açıklama göz önünde bulundurularak yapılması gerekmektedir.

Buluşun Açıklanmasına Yardımcı Şekiller

Buluş, ilişikteki şekillere atıfta bulunularak anlatılacaktır, böylece buluşun özellikleri daha net anlaşılacaktır. Ancak, bunun amacı buluşu bu belli düzenlemeler ile sınırlamak değildir. Tam aksine, buluşun ilişikteki istemler tarafından tanımlandığı alanı içine dahil edilebilecek bütün alternatif, değişiklik ve denkliklerinin kapsanması da amaçlanmıştır. Gösterilen ayrıntılar, sadece mevcut buluşun tercih edilen düzenlemelerinin anlatımı amacıyla gösterildiği ve hem yöntemlerin şekillendirilmesinin hem de buluşun kuralları ve kavramsal özelliklerinin en kullanışlı ve kolay anlaşılır tanımını sağlamak amacıyla sunuldukları anlaşılmalıdır. Bu çizimlerde;

Şekil 1a, 1b: Temel baskı katmanına bağlanan/yerleştirilen dikey takviye elemanlarının hazırlanmasına ait üstten ve yandan (sırasıyla Z ve Y yönlerinden) görünüm

Şekil 2a, 2b, 2c, 2d: 3 boyutlu yazdırılmış yapının ilk katmanının ekstrüde edilmesi ve dikey takviye elemanının kısmen ilk yazdırılmış katmanın içine gömülerek takviye elemanlarının geri kalanının yazdırılmış alt tabaka katmanının üstüne yerleştirilmek üzere hareket ettirilmesine ait üstten ve yandan (sırasıyla Z, Y, Z ve X yönlerinden) görünüm

Şekil 3a, 3b, 3c, 3d: 3B yazdırılmış yapının ikinci katmanının ekstrüde edilmesi ve dikey takviye elemanının kısmen ikinci yazdırılmış katmanın içine gömülerek takviye elemanlarının geri kalanının yazdırılmış alt tabaka katmanının üstüne yerleştirilmek üzere hareket ettirilmesine ait üstten ve yandan (sırasıyla Z, X, Z ve X yönlerinden) görünüm

Şekil 4: Birinci ve ikinci alt tabaka katmanlarındaki dikey takviye elemanlarının sol üstten başlayarak saat yönünde yer değiştirmelerine ait yandan (X yönünden) görünüm

Şekil 5a, 5b, 5c: Baskı nozulunu takip eden robot el veya mekanik mekanizmanın baskı alt tabakasının baskı nozulu ekstrüzyonundan sonra takviye elemanlarını basılı katmanın içinden ve üzerinden hareket ettirmesine ait yandan (sırasıyla Y ve X, X yönlerinden) görünüm

Şekil 6a, 6b: Birden fazla dikey takviye teli kullanılarak çevresel ve katmanlar arası takviyede robotik el ve son takviye stiline ait yandan (sırasıyla Y ve X yönlerinden) görünüm

Şekil 7a, 7b: İki dikey takviye elemanı ve bir yatay takviye elemanı kullanılarak yatay ve dikey yönde takviye edici sürekli bir yapının iç içe geçirilmesine ait yandan (sırasıyla Y ve X yönlerinden) görünüm

Şekil 8a, 8b: Baskılı yapının içine katman katman gömülmüş şekilde oluşturulan iki boyutlu takviye elemanına ait yandan (sırasıyla Y ve X yönlerinden) görünüm

Şekil 9a, 9b, 9c: Bağlantı makinesinin örgü katmanlarını birbirine bağlayarak gerekli sürekli dikey takviyeyi sağlamasına ait yandan (sırasıyla Y ve X yönlerinden) görünüm

Şekil 10a, 10b, 10c: 3B baskı nozulunun önünde ve arkasında döngüsel olarak hareket eden robot el veya mekanik hareket mekanizmasının, önceki katmanların takviye ipliğini/kablosunu 3B baskı nozulunun altından geçirip ortada veya gereken dikey takviye konumunda tutmasına ait yandan (sırasıyla Y ve X yönlerinden) görünüm

Şekil 11: Ardışık katmanlar halinde 3B baskı sırasında takviye elemanlarının ve robotik elin yer değiştirmelerine ait yandan (X yönünden) görünüm

Şekil 12: Baskılı katmanların içine gömülmüş ve basılı yapı ile dikey olarak ilerleyerek her 3B baskılı katmanda oluşturulmuş ve iç içe geçmiş takviye yapısına ait yandan (Y yönünden) görünüm

Şekil 13a, 13b: Baskı işlemi katman katman devam ederken, işlem sırasında oluşturulabilen ve her katmana yerleştirilebilen farklı iç içe geçmiş takviye tasarımına ait yandan (Y yönünden) görünüm

Şekil 14a, 14b: Her katmandaki takviye elemanlarının yatay ve düşey yönlerde ilmek tutucu ve taşıyıcı iğneler veya emiş rayı ile birbirine örülmesi için gereken bölünmüş 3B nozul tasarımına ait yandan (X yönünden) görünüm

Şekil 15: Yatay iplik/kablo beslemek ve özel örgü iğnesi mekanizmasını kullanarak bunu örgülü bir yapı olarak iç içe örmek ve ardışık katmanlara gömülü iki boyutlu bir takviye örgülü yapı üreten komple bir baskı kafasının şemasına ait yandan (Y yönünden) görünüm

Şekil 16a, 16b: Daha önce basılmış katmandan bir ilmek dışarı çıktığında sadece yatay olarak beslenen takviye elemanını çeken özel örgü iğnesi ile iç içe geçen ilmek oluşumuna ait görünüm

Şekil 17a, 17b, 17c: Takviyeli örme yapının ilmek oluşumu, dikey oluşumu, ilmeğin bölünmüş nozuldan geçmesi ve yeni basılan katmana gömülmesi için daha sonra taşıma bandına/iğneye/rayına iletilmesine ait görünüm

Şekil 18: Dikey takviye için yatay olarak beslenen tek bir takviye elemanından oluşan ilmek, bunun bölünmüş nozuldan taşınması ve geçirilmesi ve basılı katmanlar alt tabakasına son gömülmesine ait görünüm

Şekil 19: Örgü iğnesinin daha önce basılmış katmandan çıkıntılı bir ilmek olduğunda dikey takviye için ilmekler oluşturmasına ait görünüm

Şekil 20: 3B yazdırılmış yapının 3B takviyesi için takviye yapısı olabilecek 3B örülmüş ara parça dokularına ait görünüm

Şekil 21: Bağlanabilir takviye elemanlarının bir araya getirilmesi ve bunların taşıyıcı mekanizmaya iletilmesi ve basılı katmana nihai gömülmesi için bir mekanizma, bu elemanın bir kısmının sonraki katmana getirilen elemanlara bağlanmasına ait görünüm

Buluşun Açıklanmasına Yardımcı Referanslar

1. Baskı temeli
2. 3B baskı geçişi
3. 3B baskı nozulu
4. 3B baskı malzemesi katmanı
5. Dikey güçlendirme elemanı
6. Dikey bağlantı elemanı
7. Dikey takviye elemanı
8. Basınç yayı
9. Güçlendirici eleman kırıcı
10. 3B baskı yönü
11. Kesme hattı
12. Üst katman malzemesi
13. Hareket mekanizması
14. Kavrama mekanizması
15. Yatay takviye elemanı

16. Yatay donatı elemanı

17. 1,5 katlı takviye elemanı

18. Bağlantı makinesi

19. Bağlantı malzemesi

20. Bağlantı hattı

21. Dikey takviye eleman muhafaza temizleyici

22. Güçlendirme halkası

23. Pnömatik döngü taşıma rayı

24. Hava emiş bağlantısı

25. Döner taşıma sistemi

26. Döngü yakalama ve iğne tutma

27. Taşıma sistemi yapısal bağlantısı

28. Örgü şişi tabanı

29. Örgü şişi kancası

30. Örgü iğnesi tahrik sistemi

31. Bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesi

32. Yatay bağlantı elemanı

33. Kanca eklemi

34. Konumlandırma çubuğu

35. Solo takviye elemanları

36. Solo takviye elemanı depolama

37. Bölünmüş 3B baskı nozulu

38. Pnömatik hareket mekanizması

39. Basınçlı hava girişi

40. Durdurma mekanizması

X: Koordinat sistemine göre yandan görünüm

Y: Koordinat sistemine göre yandan görünüm

Z: Koordinat sistemine göre üstten görünüm

Buluşun Detaylı Açıklanması

Bu detaylı açıklamada, buluş konusu katmanlı üretim yapıları için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye ile ilgili olup, sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak ve hiçbir sınırlayıcı etki oluşturmayacak şekilde açıklanmaktadır.

Söz konusu buluş;

- yeni eklemeli olarak oluşturulan yapının takviyesini daha önce oluşturulan yapıya uzatması için olan bağlantının isteğe bağlı olan ve 3B yazdırılmış ilk katmanın bağlanacağı veya üzerine inşa edileceği temel yapı baskı temeli (1),
- baskı nozulunun, baskı malzemesini dışarı atıp 3B yazdırılmış tasarımın tüm yapısının bir katmanını oluşturan o geçide bırakan 3B baskı geçişi (2),
- önceden programlanmış bir şekilde sürekli olarak katmanı oluşturmak için 3B baskı malzemesini dışarı çıkarmak 3B baskı nozulu (3),
- temel üzerine ilk katmana atılan 3B baskı malzemesi katmanı (4),
- 3B yazdırılmış katmanları dikey olarak tel, kablo, iplik, zincir, halat gibi düz bir eleman halinde birbirine bağlayan dikey güçlendirme elemanı (5),
- vidalar, çiviler, perçinler vb. malzeme ile dikey takviye elemanının (7) bir ucunu temel temeline veya daha önce basılmış yapıya bağlayan dikey bağlantı elemanı (6),
- her katmandaki dikey donatının boyutuna yetecek kadar donatı elemanının yalnızca bir kısmının açılmasına izin veren dikey takviye elemanı (7),
- takviye elemanına durdurma kuvveti uygulamak için, fren balatasını serbestçe açılmasına izin vermeyecek şekilde tutan basınç yayı (8),
- takviye elemanının kendi ağırlığı veya paket ağırlığı altında serbestçe açılmasını engelleyen güçlendirici eleman kırıcı (9),
- baskı nozullarının hangi yönde hareket ettiğini gösteren 3B baskı yönü (10),
- dikey güçlendirme elemanının (5) 3B baskı malzemesi katmanının (4) yarısına doğru yukarı doğru hareketiyle oluşan kesme çizgisi kesme hattı (11),
- yapının üstündeki en son 3B yazdırılmış katmanı oluşturan üst katman malzemesi (12),
- robotik elin dikey takviye elemanını (7) uygun pozisyonuna yerleştirmek için hareket etmesine izin veren hareket mekanizması (13),

- dikey takviye paketini alıp önceden planlanan programa göre yeniden konumlandıran kavrama mekanizması (14),
- basılı malzemeyle birlikte basılı katmana gömülen bir iplik, kablo, zincir, tel vb. den oluşan yatay takviye elemanı (15),
- baskı katmanına gömülecek örgü şerit, zikzak tel veya herhangi bir desen ve malzeme için 1,5 kat yüksekliğine yakın bir yükseklikte grup halinde beslenen 1,5 katlı takviye elemanı (17),
- yatay olarak döşenen takviye şerit şeklindeki takviye elemanlarını dikiş, kaynak, yapıştırma vb. şekilde dikey olarak birbirine bağlayan bağlantı makinesi (18),
- yatay olarak yerleştirilmiş şerit benzeri elemanların son dikey takviye için birbirine başarılı bir şekilde bağlayan bağlantı malzemesi (19),
- üst üste binen iki takviye şeridinin birbirine dikiş, kaynak, yapıştırma veya başka bir bağlantı yöntemi ile bağlandığı hat veya yön olan bağlantı hattı (20),
- kesim çizgisi oluşumları tarafından baskı malzemesinin kohezyonunu olumsuz şekilde etkilemeyecek bir tasarıma sahip olan dikey takviye elemanının (7) baskı katmanına dikey olarak gömülmesine izin veren ve geri kalan uzunluğunun takviye elemanının üzerindeki baskı nozulundan (3) dışarı atılan baskı malzemesiyle temas etmesini önleyen dikey takviye eleman muhafaza temizleyici (21),
- önceki katmanın halkasını mevcut katmana dikey ve yatay yönde bağlayan, yatay olarak beslenen takviye elemanından oluşan güçlendirme halkası (22),
- yeni oluşturulan halkaları kendi yapısı içerisinde tutan ve halkaların nozulun yarığından geçerek baskı malzemesinin içine gömülmesini sağlamak için baskı yönüne ters yönde kolayca geçişine izin veren pnömatik döngü taşıma rayı (23),
- vakumlanmış kuvveti pnömatik taşıma sistemine besleyen bir hava emiş borusu olan hava emiş bağlantısı (24),
- 3B baskı nozulunun (3) yarığından geçirilerek yeni oluşturulan halkaları son yerleştirme yerlerine taşıyan döner taşıma sistemi (25),
- yeni oluşturulan ilmeği ilmek iğnesinden alıp son gömme pozisyonuna taşıyan ve döner taşıma sistemine (25) bağlanan döngü yakalama ve iğne tutma (26),
- taşıma sistemini yerinde tutan ve başarılı bir şekilde taşıma halkalarını son yerleştirme pozisyonlarına getirmek için 3B yazdırılmış yapıya bağlanan taşıma sistemi yapısal bağlantısı (27),

- motordan kuvvet ve hareket alıp, ona bağlı olan örgü kancasını basılı katmanın diğer tarafına doğru hareket ettirerek ilmek oluşturan örgü şişi tabanı (28),
- yatay takviye elemanını (15) kavramak ve onu önceki katmana yerleştirilmiş önceden oluşturulmuş halkanın içine çekmek ve yeni oluşturulan halkayı taşıma sistemine ileten örgü şişi kancası (29),
- başarılı bir ilmek oluşumu için ilmek oluşturan iğne tabanına gerekli hareket ve enerji kaynağını veren örgü iğnesi tahrik sistemi (30),
- bölünmüş bir nozul tarafından oluşturulan katmanın her iki tarafından ekstrüde edilmiş bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesi (31),
- yatay takviye elemanlarını gerekli pozisyonda tutan ve 3B yazıcının yapısına tutturan yatay bağlantı elemanı (32),
- örgü şişi tabanı (28) ile kanca arasında, ilmek oluşumu için yatay takviye elemanını (15) kavrayan veya kavramamak için kancanın serbest veya önceden programlanmış stil hareketine izin veren kanca eklemi (33),
- akıllı bir şekilde serbest bırakacağı yere yakın bir yere yerleştirilmesine olanak tanıyan mekanik veya elektronik olarak yönetilen bir sistem olan konumlandırma çubuğu (34),
- takviye sisteminde sürekli olmayan bir öğe olarak beslenen ve daha önce basılmış katmanları yeni katmana bağlayabilen solo takviye elemanları (35),
- 3B yazdırılmış katmanlar arasında işlem sırasında dikey veya 3 boyutlu takviyeye izin vermek için konumlandırma sistemini besleyen solo takviye elemanları depolama (36),
- çıkış tarafında iki parçaya bölünmüş, 3B baskı malzemesinin her iki taraftan ekstrüde edilerek tabaka oluşturmasına olanak sağlayan ve nozulun ortasından dikey olarak konumlandırılmış takviye elemanlarının baskı malzemesine gömülmesine olanak tanıyan bölünmüş 3B baskı nozulu (37),
- 3B baskılı katmanın bir tarafından diğer tarafına dikey takviye elemanı (7) demetini emerek, elemanın katmanın kalınlığına eşit miktarda açılmasına izin veren ve ayarlanabilen pnömatik hareket mekanizması (38),
- takviye eleman demetini emmek için vakum oluşturmak amacıyla pnömatik hareket sistemine basınçlı hava üfleyen basınçlı hava girişi (39),
- takviye elemanının tabakanın diğer tarafına serbestçe hareket etmesini durduran ve takviye elemanını tabakanın kalınlığına eşit bir miktarda

ambalajdan açılmaya zorladıktan sonra pozitif elektriksel, manyetik veya mekanik vb. bir mekanizma ile serbest bırakarak basılı tabakanın diğer tarafına düşmesini sağlayan durdurma mekanizması (40) kısımlarını içermektedir.

Bu buluş, 3B baskı yöntemiyle üretilen yapıların mekanik dayanımını artırmak için sürekli ve yerinde gömülü dikey ve yatay takviye elemanlarının entegre edilmesini sağlayan bir yöntem sunmaktadır. Baskı süreci sırasında, takviye elemanları (lifler, çubuklar, kablolar veya örgü elemanları) robotik bir kol veya özel bir yönlendirme mekanizması ile X, Y ve özellikle Z yönlerinde konumlandırılarak katman içine gömülmektedir. 3B yazıcı, standart baskı işlemiyle ilk katmanı oluşturmaktadır. Takviye elemanları, robotik kol veya özel yönlendirme mekanizması tarafından basılı katman içine gömülür. Takviyeler sadece katman içine yerleştirilmekle kalmayıp, aynı zamanda iç içe geçme, örme, düğümleme veya ilmikleme gibi tekniklerle sabitlenerek katmanlar arası güçlü bir bağlantı oluşturulmaktadır. Bu işlem, 3B yazıcının baskı kafasıyla senkronize çalışarak takviye elemanlarının doğru konumlandırılmasını ve yapı içerisinde homojen şekilde dağılmasını sağlamaktadır. Baskı sırasında gömülen takviye elemanları, mekanik dayanımı artırırken, ek bir işleme veya harici bir destek sistemine ihtiyaç duymadan baskı süreciyle bütünleşmekte ve baskı kafası ile senkronize hareket etmektedir. Üst katmanlar oluşturuldukça, takviye elemanları ardışık katmanlara entegre edilerek yapı güçlendirilir. Yatay ve dikey takviye elemanları, baskı sırasında çapraz veya örgü benzeri bir yapı oluşturarak mekanik mukavemeti önemli ölçüde arttırılır.

Buluşun çalışma yöntemi adımları:

- 3B baskı nozulu (3) aracılığıyla nozulun, 3B baskı yönü (10) doğrultusunda hareket ederek malzemeyi belirlenen geometriye uygun olarak baskı temeli (1) üzerine, 3B baskı malzemesinin (4) katmanlar halinde serilmesi,

- baskı temeli (1) üzerindeki baskı ilerledikçe, dikey güçlendirme elemanlarının (5) ve yatay takviye elemanlarının (15), baskı sürecine entegre edilmesi,

- normal bölünmemiş 3B baskı nozulları (3) ile işlem ilerledikçe, dikey takviye elemanları (7) dikey takviye elemanı muhafaza temizleyicisi (21) ile temiz tutulur ve

hareket eden bir mekanizma veya robotik el yardımıyla bu dikey takviye elemanı (7) katmanın bir tarafından diğer bir tarafına hareket ederek dikey takviye elemanını (7) basılı katmanın ortasına veya etrafına gömmesi ve dikey takviyeyi oluşturması,

- güçlendirme işlemini desteklemek için 1,5 katlı takviye elemanın (17) ve solo takviye elemanlarının (35), solo takviye elemanı depolama (36) sisteminden alınarak sürece dâhil edilmesi, güçlendirme halkasını (22) da ekleyerek yapı bütünlüğünün sağlanması,

- pnömatik döngü taşıma rayının (23), güçlendirme elemanlarının düzenli yerleşimini sağlamak için çalıştırılması, hava emiş bağlantısının (24), baskı sırasında oluşabilecek toz ve fazla malzemeyi temizleyerek işlemin verimli ilerlemesine yardımcı olması,

- döner taşıma sistemi (25) ve taşıma sistemi yapısal bağlantısı (27) ile elemanların yerleşiminin hassasiyetle düzenlenmesi, döngü yakalama ve iğne tutma (26), örgü şişi tabanı (28) ve örgü şişi kancası (29) yardımıyla baskı sürecine paralel olarak ek sabitleme işlemlerinin uygulanması,

- örgü iğnesi tahrik sisteminin (30), güçlendirme elemanlarının uygun şekilde sabitlenmesine yardımcı olması, aynı zamanda konumlandırma çubuğunun (34), yapı bileşenlerinin doğru konumda yer almasını sağlaması,

- basınç yayının (8), yapı elemanlarına uygulanan kuvveti dengeleyerek baskının düzgün ilerlemesini sağlaması, aynı zamanda güçlendirici eleman kırıcının (9), fazla malzemelerin ve bağlantı noktalarının düzeltilmesini sağlayarak üretim kalitesini artırması,

- yapının son katmanının oluşması için üst katman malzemesinin (12) ve bölünmüş bozuldan oluşan üst katman malzemesinin (31), bölünmüş 3B baskı nozulu (37) aracılığıyla yüzeye eşit şekilde uygulanması, pnömatik hareket mekanizması (38), basınçlı hava girişi (39) yardımıyla da baskı sürecinin dengeli bir şekilde tamamlanmasının sağlanmasıdır.

Buluşun diğer nesneleriyle birlikte, aşağıdaki açıklamadan açıkça anlaşılan birincil nesne, bir yönüyle 3B yazdırılmış bir yapıyı güçlendirme yöntemlerine ilişkin olan ve güçlendirme malzemesinin 3B yazdırılmış alt tabakanın katmanlarına ikincisi basılırken veya döşenirken iç içe geçtiği buluşla elde edilir. Bu, aşağıdakileri içeren bir yöntemle gerçekleştirilir:

1. Alt tabaka katmanlarının basımı.
2. Takviye malzemesi sağlanması.
3. Takviye elemanları katmanlar içine ve alt tabaka baskıları üzerine yerleştirilerek (örgü yapılarak) bir takviye dokusu (ızgarası) oluşturulması.

İşlem, sadece takviye malzemesinin basılı katmanların içine ve çevresine, gerekirse veya istenirse, yerleştirilmesini değil aynı zamanda takviyenin iç içe geçme, dolaştırma, dikme veya birleştirme kullanılarak bağlanmasını da kapsamaktadır. Dokuma (örme) takviye malzemesinin bir noktasının mekanik yollarla aynı malzemenin bir veya daha fazla noktasına birleştirilerek bir boyutlu takviye elemanlarından iki veya üç boyutlu bir takviye yapısı oluşturmak için birleştirilmiş bir takviye yapısı oluşturması işlemi olarak anlaşılmaktadır. Takviye elemanlarının ardışık katmanlarda dokunması (örülmesi), iç içe geçirilmesi veya dolanmasının ürünü 3B yazdırılmış yapının içine tam veya bazı kısımlarda gömülü bir "takviye ızgarası" üretecektir. Ancak bir "ızgara", mutlaka düz veya paralel elemanlardan oluşmayan ve yazdırılmış yapıya çok boyutlu takviye sağlayan fiziksel bir takviye malzemesi ağı anlamına gelmektedir. İşlem, tekstil endüstrisinde farklı kumaş veya örgülü yapılar üretmek için kullanılan tüm teknolojilere benzer şekilde "örme" veya "dokuma" terimleriyle daha iyi tanımlanabilir.

İç içe geçme/örgü kavramında, katman veya katmanlar, ardışık katmanların içinde ve arasında arayüz boyunca yer alan takviye tarafından tek tek veya gruplar halinde çevrelenir. Buradaki "arayüz", iki ardışık katmanın temas ettiği ve bağlandığı bölge anlamına gelir. Çoğu zaman, takviye bu arayüze dik düzlemde, baskı yönünün enine veya uzunlamasına ve baskı yönüne dikey yönde yerleştirilir. İsteğe bağlı olarak arasında veya içinde terimi, takviyenin zorunlu olarak tüm arayüz katmanları ve katmanları arasında veya içinde yer almadığı anlamına gelir. Ayrıca, tüm takviyenin esas olarak basılı katmanların içine ve isteğe bağlı olarak yapının dış yüzeyindeki bazı kısımlara gömülmesi de kapsam dahilindedir.

"Alt tabaka" terimi, baskıda üretilen ve daha sonra işlevsel değerini elde etmek için kürlenen veya katılaştırılan malzemeyi ifade eder. Teknolojinin bu yönü zaten oldukça gelişmiştir ve uygulayıcılar belirli bir malzeme ve geometri için hangi özel donanım ve işlem koşullarının gerekli olacağını bileceklerdir. Ancak bu, baskı sürecinde bazı değişiklikler gerektirebilir, örneğin takviye malzemesinin yerleşiminin optimizasyonuna izin vermek için yazıcı hızının ayarlanması veya baskı sırasında alt tabaka malzemesinin reolojisinde ve tutarlılığında değişiklikler veya 3B baskı nozulunun (3) geometrisinde ve tasarımında ki değişiklik gibi.

Takviyenin düzenlenmesi birkaç şekilde yapılabilir: takviyenin baskı sırasında, öncesinde veya sonrasında tamamen basılı katmanların içine, ancak baskı sürecinde veya bir seferde tek bir katmanın etrafına yerleştirilmesi durumu olabilir veya takviyenin katmanlar arasına veya etrafına yerleştirilmesine ek olarak tek veya birden fazla katmanın etrafında kısmen düzenlenebilmesi, üst üste iki veya üç katman gibi.

Takviye ızgaraları düğümlerden, halkalardan, iç içe geçmelerden, birbirine geçmelerden ve dolaşmalardan oluşabilir; bu, bir veya birden fazla katmandaki takviye elemanları ve teller arasındaki birbirine bağlılık noktaları veya bölgeleri anlamına gelir. Bu belgenin amaçları doğrultusunda, bir "düğüm, bağlantı veya geçit", takviyedeki çekme kuvvetlerinin mekanik yollarla, genellikle geçerek, üst üste bindirerek, halka oluşturarak ve birbirine geçerek iletilmesine izin veren bir kesişim olarak tanımlanır. Bir "düğüm", takviyenin birbirine bağlandığı, büküldüğü ve gerektiği gibi sıkıldığı herhangi bir noktadır. Bu düğümler, mekanik olarak, içlerinden geçen takviyede doğrudan kuvvet iletimine izin vererek, mekanik yüklerin etkili bir şekilde aktarılabileceği noktaları sabitlemeye yarar. Buluşta takviyeler, her bir ayrı katmanın içine yerleştirilmekte, oluşturulmakta ve gömülmekte olup, basılı katmanları dikey yönde birbirine bağlamaktadır.

Buluşun bazı düzenlemelerinde, yöntemin tercihen baskı işlemi sırasında adım adım bir işlem olarak gerçekleştirildiğini göstermek için adımlar tekrarlanır. Örneğin, bir katman, ilk katmanın üstünde sonraki bir katmanın oluşumundan önce basılabilir ve güçlendirilebilir. Bu şekilde, farklı katmanların geometrisinin mutlaka aynı olmadığı çeşitli tasarımlara sahip yapılar sağlanabilir. İstenirse, basılı alt tabaka katmanları

arasında takviye elemanlarının içeride ve etrafında düzenlenmesi ve bağlanması adımları, alt tabaka baskı işlemiyle senkronize edilebilir. Bu amaçla, yöntem, takviyenin, genel olarak, alt tabaka malzemesinin 3B yazıcının ekstrüzyon nozulundan çıkmasından hemen önce veya sonra bir katman oluşturmak üzere yerleştirildiği sürekli bir işlem olarak gerçekleştirilebilir.

Takviye yerinde oluşturulduğundan, baskı sırasında takviyenin dışarıdan herhangi bir desteğe ihtiyacı yoktur, çünkü basılı alt tabaka malzemesiyle temas halindedir ve bu malzeme tarafından desteklenmektedir. Bu, takviye halkalarının, daha sonraki süreçte daha sonra düzenlenen takviyeye bağlanana kadar her katmanın üstünde veya etrafında tutulması gereken önceki yapı oluşturma yöntemlerinin tersidir.

Baskılı alt tabaka katmanları mineral ve çimento esaslı kompozit malzemelerden, polimerlerden, metallerden veya herhangi bir kalıplanabilir maddeden üretilebilir. Mineral ve çimento esaslı kompozit bir alt tabaka örneğin, büyük agregalarla veya onlarsız, yaygın olarak beton olarak bilinen çimento harcına dayalı olabilir. Alt tabaka ayrıca kısa lifler içerebilir. "Herhangi bir kalıplanabilir malzeme" terimi, bir katmanı desteklemek için yeterli iç kohezyona sahip malzemeler anlamına gelir ve genel olarak kapsam, alt tabaka malzemesinin yeşil halinde veya 3B nozuldan ekstrüde edildikten çok kısa bir süre sonra sertleşip yerleşene kadar şeklini koruduğu yöntemleri kapsar.

Bu buluşta, takviyeyi düzenlemeden/oluşturmadan önce veya sonra harici bir desteğe veya kalıba ihtiyaç duyulmaz; bu, mevcut buluşun önceki yapı oluşumlarına kıyasla en büyük avantajıdır.

Takviye, gerekli fiziksel takviye özelliklerine sahip çeşitli malzemelerden inşa edilebilir, bunlar arasında şunlar yer alır:

- Sentetik malzemeler: Polietilen (PE), Polipropilen (PP), Polyester (PES), Naylon, Karbon, Aramid vb. gibi polimer bazlı seçenekler.
- Mineral bazlı malzemeler: Cam veya Bazalt vb.
- Metaller: Çelik, Bakır, Alüminyum vb.
- Doğal malzemeler: Kenaf, Kenevir, Bambu lifi vb. gibi uygun doğal seçenekler.

Bu takviye, örneğin, yapıya daha iyi çekme ve/veya eğilme mukavemeti kazandırmak için kullanılır. Diğer uygulamalarda, takviyesiz bir yapınınkinden daha üstün olan sertlik veya darbe tokluğu sağlamak için kullanılabilir.

Bazı düzenlemelerde, güçlendirmenin ve yönelimin düzenleme türü, operasyonel ve maksimum yükleme koşulları sırasında güçlendirilmiş yapıdaki iç kuvvetlere göre değiştirilebilir ve önceden belirlenebilir. Böyle bir işlem sırasında, bazı alanlardaki güçlendirme miktarını artırmak ve yönelimini değiştirmek için ayarlamalar yapılabilir. Bilgisayar simülasyonları, örneğin yinelemeli olarak gerçekleştirilebilen sonlu eleman analizi kullanılarak, belirli bir tasarım için beklenen kuvvetleri ve gerilmeleri değerlendirmek mümkündür. Örme ve dokuma tekstil kumaşları ve iplikleri ve filamentleri için şimdiye kadar sunulan veya gelecekte sunulacak tüm tasarım teknikleri, nihayetinde farklı boyutlarda ve parçalarda 3B yazdırılmış yapının gereksinimlerini karşılayan bir güçlendirmeye sahip olmak için mevcut buluşun tasarımında kullanılabilir.

Buluşta "yön" terimi "yönlendirme" terimiyle de değiştirilebilir. Diğer düzenlemelerde, örneğin, analitik veya sayısal hesaplama biçiminde yapısal analizin bir sonucu olan önceden ayarlanmış bir örme/dokuma planından elde edilen takviyenin türü ve yönü için özellikler, burada yapısal analiz olası iç kuvvetleri veya maksimum yüklemeyi belirlemeye yönelik değerlendirmenin bir parçasını oluşturur. Tahmin edilen kuvvet örüntüsüyle eşleşen en iyi takviye yaklaşımını bulmayı amaçlayan tasarım aşamasında ayrılmış bir analiz olabilir.

Bazı düzenlemelerde buluş, kendisini sabitleyen yardımcı ankraj bileşenleri olmadan kendisini korumak için mevcut olan tek takviye olan iç içe geçmiş/örülmüş bir takviyeyi içerir. Bu, sırayla, söz konusu bileşeni birbirine bağlayan ek elemanlara ihtiyaç duyulmadan yalnızca bir bileşenin tedarik edilmesi gerektiğinden, bir üretim sürecini daha az karmaşık hale getirebilir. Burada açıklanan herhangi bir düzenlemede, 3B yazdırılmış yapı düz ve kavisli bir forma sahip olabilir, burada söz konusu şekil tercihen bir kiriş, duvar, levha, kolon veya kavisli kabuktur. Mevcut yöntem, örneğin, 3B yazdırılmış teknolojiyle üretilen inşaat endüstrisindeki yapıların güçlendirilmesi için uygulanabilir.

Takviye, iplik, filament, kablo, ağ, örgü ve tel biçiminde sürekli olabilir. Uygulamanın başka bir yönünde, örneğin tellerin veya ipliklerin sürekli takviyesi, sürekli takviyeyi yapı için gerekli tüm yönlerde ve konumlarda takviye oluşturmak üzere birbirine bağlayan ağ veya bağlanabilir donatı çubukları gibi farklı uzunluktaki takviye segmentleriyle birleştirilecektir.

Yöntem, örneğin bir bilgisayar tarafından dijital olarak kontrol edilebilir.

Nesne ve diğer nesneler, başka bir açıdan, 3B yazdırılmış bir yapının takviyesinin üretimi için bir cihaz tarafından da elde edilen bir cihaz aparatı içerir:

- Katmanlar halinde alt tabaka basmak üzere uyarlanmış bir 3B yazıcıdan oluşan bir aparat,
- Üç boyutlu basılmış alt tabaka katmanlarını güçlendirmek için uyarlanmış bir güçlendirme aracı, bu güçlendirme aracı şunları içerir:
  - ✓ Takviyeyi iç içe geçirmek/örmek için en az bir iğneye sahip en az bir örme/dokuma/dikiş/birleştirme/dolaştırma aleti,
  - ✓ Takviye aletinin, takviyenin basılı katmanlarla iç içe geçirileceği yerde konumlandırılması için en az bir düzenleme mekanizması,
  - ✓ Örme/dokuma aletinin çalışması sırasında ona takviye sağlayan bir takviye tedarikçisi,
  - ✓ Takviye aletini kontrol etmeye yarayan bir kontrol cihazı.
  - ✓ Taze oluşturulmuş halkaları baskı alt tabakasına geçirmek ve daha sonra alt tabaka takviye elemanlarını yerinde tuttuğunda bunları serbest bırakmak için bir mekanizma.

Takviye aracı, katmanlar yazdırılırken veya alt tabakanın bölümleri yerleştirilirken, takviyeyi 3B yazdırılmış alt tabaka katmanlarının içine/arasına örmek ve yerleştirmek üzere tasarlanmıştır:

- Takviyeyi, daha önce basılmış katmanın daha önce oluşturulmuş halkalarına bağlanacak şekilde halka biçiminde düzenlemek,
- Yeni takviye elemanlarını daha önce basılmış katman takviyesinin çıkıntılı kısmına dikmek,
- Daha önce konumlandırılmış takviye elemanına kilitli bir biçimde monte etmek,
- Gömülü takviye elemanlarının daha önce basılmış katmandan bir üst katmana gömülü eleman olarak geçişini sürdürmek.

Buluşun şu anda tercih edilen düzenlemeleri, genellikle en az iki ve özellikle tercih edilen bir aralıkta, üç ila on iğne veya daha fazla olmak üzere birden fazla iğneyi, en az bir örgü/dokuma aletini içerir. İğnelerin her biri, belirli önceden seçilmiş desen veya ızgarada dolaşma ilmekleri oluşturarak iç içe geçmiş/birbirine geçmiş hale gelecek şekilde takviye ile birlikte işlev görecek şekilde tasarlanmıştır. Bu anlayışın bir sonucu olarak, bir iğnenin ayrıca forma ve işlevselliğe dayalı kanca, cımbız veya diğer tanımları içerdiği söylenebilmektedir.

Bazı düzenlemelerde, düzenleme aracı, en az bir örme/dokuma aracının alt tabakaların üzerinden geçmesi için basılı alt tabakaların üzerine uzanır. Alternatif olarak, dokuma aracı, örneğin daha sonra düzenleme aracı olarak hizmet edecek bir veya daha fazla robotik kol tarafından, güçlendirilecek alt tabakanın üzerinde desteklenebilir.

Birinci düzenleme, basılı katmanlar boyunca en az bir ray üzerinde hareket için monte edilebilir, bu rayın hızı 3B yazıcı tarafından baskının hareket hızıyla eşleşecek veya senkronize olacak şekilde değişebilir. Buradaki hareket, takviyenin düzenlendiği işleme dayanır ve diğer gereklilikler arasında, döngü oluşumu veya takviye elemanının yeniden konumlandırılması durumunda hem ileri geri hareketi hem de durgunluğu içerir.

Buluşun bazı parçalarının belirli uygulama biçimlerinin örgü/dokuma aleti, düğümleri oluşturmak için örgü/dikiş/dokuma aletinin merkezi kısmına göre karşılıklı hareket ettirilebildiği ölçüde ilmek/dokuma/düğüm oluşturma için kullanılan birden fazla iğne içerir.

Bazı düzenlemelere göre, örme/dokuma aleti, örme/dokuma aletinin merkezi bölgesine göre ileri geri hareket edebilen ve ilmekleri/örgüyü/düğümleri/dikişi oluşturmak için etrafında dönebilen, belirli bir yapılandırmada düzenlenmiş birden fazla iğneden oluşur. Bu tür aletlerden biri, tüm takviye sürecini hızlandırmak ve 3B baskı süreciyle daha iyi senkronize etmek için makine yapısında birden fazla iğne olması fikrini vermektedir.

Örgü/dokuma aleti ayrıca çeşitli şekillerde düzenlenmiş farklı sayıda iğne içerebilir. Bu düzenlemelerin herhangi birinde, iğneler sabitleme noktaları ve iğnelerin ve kolların etrafında ve boyunca hareket edebileceği kılavuzlar veya menteşeler içeren çerçeveler içinde konumlandırılabilir. Örgü/dokuma iğneleri durumunda, iğnelerin her biri ön ucunda, takviyeyi tutmak ve daha önce oluşturulmuş ilmeğin içinden geçirerek ilmiği oluşturmak için uyarlanmış bir tutma cihazı ile donatılabilir, tıpkı örgü kumaşlarında olduğu gibi. Böyle bir tutma cihazı örneğin bir kanca veya cımbız olabilir. Yeni katmanın takviyesini daha önce basılmış katmanların takviye elemanlarına bağlamak için sadece ilmek oluşumunun gerektiği yerde etkinleştirilecek bir mekanizmaya sahip olması gerekir.

Örgü/dokuma aleti her yöne hareket ettirilebilir ve döndürülebilir, bu da takviye ızgarasının tasarımında büyük esneklik sunar. Alternatif olarak, örgü/dokuma aleti hareketin yalnızca belirli bir yönelimde veya yönde gerekli olduğu belirli bir uygulamaya uyacak şekilde tasarlanabilir.

Takviye düzenlemesi ayarlanabilir bir tipte veya yönde olabilir ve hizmet ve nihai yükleme koşulları altında yapıdaki beklenen iç kuvvetlere bağlı olarak önceden ayarlanabilir. Bu şekilde, aparat çeşitli üretim süreçlerinin gereksinimlerini karşılayacak şekilde uyarlanabilir ve böylece farklı uygulamalar için esnek olabilir.

Alt tabakanın sıkıştırılmış katmanları oluşturulduktan sonra, takviye malzemesinin iç örünmesi veya dahil edilmesi işlemi için hazırlanır. Bu süreç, alt tabakanın basımı ile oluşturulacak şekilde kalıcı hale getirilir ve dijital olarak kontrol edilir. Takviyenin dayanıklı, dayanıklı analizden türetilen bir örme veya dokuma planına göre uygulanır. Bu sayede takviye malzemesi alt tabakanın içine gömülü olarak entegre edilir ve süreç tamamlanır.

Başka bir düzenlemede, buluş, aşağıdakileri içeren güçlendirilmiş bir 3B baskılı yapıya ilişkindir:

- 3B yazdırılmış alt tabaka katmanları ve basılı alt tabaka katmanlarıyla iç içe geçmiş/örülmüş bir takviye.

Burada takviye, katmanın içine ve bazı durumlarda 3B katmanın etrafına ve isteğe bağlı olarak basılı alt tabaka katmanları arasına gömülmüş bir ızgara/ağ/kumaş oluşturur, burada söz konusu takviye ızgarası, takviyenin ilmeklere veya düğümlere veya kesişen parçalara bağlanmasıyla üretilir.

Yukarıdaki düzenlemelerden herhangi birine göre herhangi bir yöntem veya aparat kullanılarak, böyle tek veya çok yönlü takviyeli 3B baskılı bir yapı üretilebilir.

Şekil 1'de, ilk yapısal katmanın 3B baskı sürecine başlamadan önceki hazırlık aşaması gösterilmektedir. İplikler/kablolar/teller ve kordonlar olarak dikey güçlendirme elemanları (5), 3B baskı süreci sırasında gerçek takviye sürecinde gömülmesi veya kullanılması gerektiğinde elemanın paketin yüzeyinden serbest bırakılabilmesi için sarılmış ve paketlenmiş bir biçimde dikey takviye elemanı (7) hazırlanmalıdır. Bu paketleme süreci, takviye elemanlarının küçük ve hafif bir silindirik çekirdek üzerine sarılmasıyla, çekirdeksiz yuvarlak veya silindirik bir paket olarak hazırlanmasıyla yapılabilir.

Şekil 1'de de görüldüğü gibi dikey güçlendirme elemanı (5) çekirdeksiz paket olarak sarılırsa top, çile, hank ve kek şeklinde, çekirdek üzerine sarılırsa bobin ve makara şeklinde hazırlanabilir. Takviye elemanı paketi, elemanın paketten serbestçe açılmaması, paketin ve kasanın ağırlığı altında açılmaması için uygun miktarda kopma kuvveti uygulayacak şekilde özel bir mekanizmaya sahip bir güçlendirici elaman kırıcı (9) muhafazaya yerleştirilmelidir. Basınç yayı (8) ve bir temas parçası takviye elemanına böyle bir durdurma kuvveti uygulayabilir. Takviye elemanı paketi, takviye elemanının serbestçe açılmasını önlemek için elemanın bitişik parçalarını birbirine yapıştıracak şekilde özel bir bağlayıcı malzeme ve tutkal türü madde uygulanarak, serbestçe açılmaması ancak baskı kafasına ve 3B baskı nozulu (3) takılı robot eli ve düzenleme mekanizması tarafından yeterli kuvvet uygulandığında kolayca açılmasını sağlayacak şekilde hazırlanabilir.

Şekil 1’ de, dikey takviye elemanı (7) ile ve paket halinde hazırlanan esnek takviye elemanları kullanılarak dikey takviyeye başlamak için gereken hazırlık çalışmalarını da göstermektedir. Her takviye elemanı telinin bir ucu, yapının kalıcı olarak yerleştirilmesi gereken baskı temeline (1) bağlanabilir. Bina yapılarının 3B baskısında, takviye

elemanlarının bir ucu isteğe bağlı olarak dikey donatı elemanı (vida, çivi, perçin vb.) (6) kullanılarak zemine veya baskı temeline (1) bağlanabilir. Bağlantı elemanları, her takviye elemanının ucunu, yapının tüm binaya veya ana yapıya olan dikey kararlılığını ve bağlantısını en üst düzeye çıkarmak için 3B baskı geçişi (2) altına bağlayacaktır. Bazı düzenlemelerde, takviye elemanı, daha önce basılmış katmanlarda ve yapılarda daha önce kullanılan takviye elemanlarına bağlanabilir, düğümlenebilir, kaynaklanabilir ve birleştirilebilir. Takviye elemanının her paketi, dikey takviye elemanının (7) her katmandaki baskı alt tabakası tarafından kirlenmemesi için bağlantı hattından 3B baskı geçişi (2) belirli bir mesafede, zemin ve temel üzerindeki baskı hattına yakın yerleştirilebilmektedir. Dikey güçlendirme elemanının (5) yalnızca basılı katman genişliğinin yarısına eşit belirli bir uzunluğu, baskı temeli (1) üzerinde ilk katmanı oluşturan 3B baskı nozulu malzemesi katmanı (4) tarafından kaplanacaktır. 3B baskı nozulu (3), 3B baskı geçişine (2) göre baskı temeli (1) üzerinde yatan takviye elemanlarının üzerinde ilk katmanı oluşturan nozul yapısında herhangi bir değişiklik yapılmasına gerek kalmadan, 3B yazdırılmış gibi 3B baskı malzemesi katmanını (4) dışarı doğru ekstrüde eder. Yeni basılmış 3B oluşturulmuş katmanın kenarındaki düşey takviye elemanının (7) başlangıç düzenlemesinden son konumuna hareketi, ekstrüde edilmiş 3B baskı malzemesi katmanı (4) hala akışkan halinde olduğundan katmanda herhangi bir kusura neden olmayacak bir kesme hattı (11) oluşturacak ve kesme hattı (çizgisi) (11) akışkanın kendisi tarafından iyileştirilecektir.

Şekil 2, birinci basılı katmandaki 3B baskı malzemesi katmanının (4) dikey takviyesini düzenlemek için dikey güçlendirme elemanlarının (5) ve dikey takviye elemanlarının (7) belirli bir şekilde hareketini ve yer değiştirmesini göstermektedir. Şekil 2a'da gösterildiği gibi, 3B baskı kafası, 3B baskı malzemesi katmanı (4) için baskı malzemesini 3B baskı nozulundan (3) ekstrüde ederek, pr tanımlanmış 3B baskı yönüne (10) doğru hareket etmeye başlar. Şekil 2b, dikey güçlendirme elemanlarının (5) ve dikey takviye elemanlarının (7), dikey güçlendirme elemanının (5) belirli bir parçası üzerine örtülmeye hazır şekilde zemine veya daha önce basılmış baskı temeline (1) yerleştirilmiş durumunu göstermektedir. Şekil 2c, bir robot el veya mekanik/manyetik/pnömatik vb. mekanizmalar tarafından katmanın bir tarafından diğer tarafına hareket ettirilen dikey güçlendirme elemanlarının (5) ve dikey takviye elemanlarının (7) pozitif hareketini ve yeniden düzenlemelerini göstermektedir. Bu mekanizma, dikey güçlendirme elemanının (5) örtülü kısmını baskı katmanının

altından dikey bir şekilde katmanın ortasına doğru geçirir. Şekil 2d'de gösterildiği gibi, dikey güçlendirme elemanı (5), dikey takviye elemanları (7) kaldırılarak yeni yerleştirilen 3B baskı malzemesi katmanını (4) kesmek suretiyle dikey olarak kaldırılır ve düzenlemesi Şekil 2b'de gösterilen yatay formattan şekil 2d'de gösterilen dikey formata değiştirilir. Baskı katmanının içindeki takviye elemanının gömülü kısmı, 3B baskı malzemesi katmanındaki (4) dikey takviyedir.

Şekil 3a, 3B baskı malzemesi katmanını (4) oluşturmak için 3B baskı nozulunun (3) 3B baskı malzemesi katmanının (4) sonuna doğru daha fazla hareket ve 3B baskı nozulunun (3) ilk baskı malzemesi katmanı üzerinde ters ve eş zamanlı hareketini artık üst katman malzemesi (12) olan ikinci katmanı üretmesini göstermektedir. 3B baskı nozulunun (3) bu hareketleri, daha önce basılmış katmanın 3B baskı yönüne (10) ve 3B baskı nozuluna (3) aynı veya ters yönde olabilir. Takviye elemanının yatay düzenlemeden dikey düzenlemeye hareketiyle oluşturulan kesme hattı (11), - bu kesme işleminin 3B baskı malzemesi katmanının (4) hızıyla aynı hızda gerçekleştiğinden, katılaşmamış ve yeni basılmış malzemeyle doldurulacaktır. Şekil 3d, dikey takviye elemanlarının (7) basılı katmanın yanında dinlendirildiği son konumunu gösterir ve takviye elemanının açıkta kalan dikey güçlendirme elemanını (5) basılı katmanın üstünde bırakır ve bir sonraki döngüde yataydan dikey yöne doğru bir sonraki baskı katmanıyla birlikte hareket ettirilmesini bekler. Dikey takviye elemanları (7) robotik kol, mekanik, manyetik, pnömatik veya başka bir hareketli mekanizma tarafından tutularak daha önce basılmış olan üst katman malzemesinin (12) üzerine yeni basılmış katmandaki dikey takviyenin uzatılmasını bekleyerek basılı katmanın üst tarafında dinlendirilmektedir.

Şekil 4, dikey takviye elemanının (7) ok yönünde iki ardışık katmandaki hareketini göstermektedir. İlk basılı katmanın alt kısmının yan tarafına yaslanmış dikey takviye elemanı (7), dikey güçlendirme elemanı (5) ve 3B baskı malzemesi katmanındaki (4) basılı malzemeyi kesmesine ve şekilde 2. aşamada gösterilen dikey konuma gelmesine izin vermek için bir robotik el veya uygun bir mekanizma tarafından yukarı doğru hareket ettirilir. İkinci hareket olarak, robotik el, takviye elemanını, 3. aşamada gösterildiği gibi dikey güçlendirme elemanından (5) basılı katman kalınlığına eşit miktarda dikey takviye elemanını (7) serbest bırakacak şekilde yukarı doğru çekecektir. Üçüncü hareket, takviye elemanını şekil aşama 4'te gösterildiği gibi yarı katılaştırılmış

basılı katmanın üstüne koyacak ve aşama 5'te gösterildiği gibi bir sonraki katmanın takviye elemanının üzerine önceki katmanın üzerine basılmasını bekleyecektir. Daha sonra 6. aşama ile dikey hareket ve 7. aşama ile yukarı çekme ve aşama 8'de gösterildiği gibi üst katmanın diğer tarafında son dinlenme, gerçek 3B baskı sürecinde ardışık olarak basılan 3B baskı malzemesi katmanı (4) ve üst katman malzemesi (12) iki katmanın dikey takviyesinde dikey güçlendirme elemanı (5) ve dikey takviye elemanın (7) hareketini tamamlayacaktır.

Şekil 5a, hareketli parçalara sahip bir hareket mekanizması (robotik kol) (13) ve 3B baskı nozulunun (3) arkasına takılı olan ve dikey takviye elemanı (7) tutucularını veya paketlerini kavrayacak ve şekil 4'te gösterilen gerekli hareketleri yapmak için önceden programlanmış plana göre hareket ettirecek bir kavrama mekanizması (14) örneğini göstermektedir. Şekil 4'te gösterilen hareketlere göre takviye elemanını kavrayabilen, açabilen ve yerleştirebilen böyle bir hareket mekanizması (13) veya herhangi bir mekanik, pnömatik, manyetik, vb. mekanizmanın eklenmesi, yuvarlak veya dikdörtgen kesitli farklı nozul tiplerine sahip pazardaki tüm yazıcı tipleri veya hatta basılı katmanların kenarlarını oluşturan ve düzleştiren yan kanatçığa sahip olanlar için mümkün olacaktır. Hareket mekanizması (13) ve kavrama mekanizması (14), 3B baskı nozulunun (3) arkasında hareket eder ve baskı kafasının tasarımını ve performansını etkilemez. Dikey takviyenin son biçimi, dikey güçlendirme elemanının (5) tüm katmanları birbirine dikey olarak birleştiren basılı yapıların içine tamamen gömülmesi şekil 5b'nin yan görünüm bölümünde gösterilmiştir. Bu takviye yöntemi bir yapının duvarlarında kullanılabilir ve sonunda duvarın tepesinde bırakılacak olan takviye elemanının ucu, çok yüksek binaların sürekli dikey takviyesi için bir sonraki katın duvarının altına takılabilir. Şekil 5c, bir hareket mekanizması (robotik kol) (13) ve kavrama mekanizması (14) yerine, dikey takviye elemanı (7) demetini yeni basılmış katmanın bir tarafından diğer tarafına götürürken, yalnızca basılı katmanın kalınlığına eşit olarak açmak için hareket eden mekanizmanın başka bir örneğini göstermektedir. Boru şekilli pnömatik hareket mekanizması (38), takviye ipliğinin içinden geçebildiği ve takviye elemanı demetinin borunun içinde hareket ettiği alt yay tarafında bir yarığa sahiptir. Hareket aracı olarak, basınçlı hava girişinin (39) sadece bir girişi, basınçlı havayı pnömatik hareketli mekanizmaya (38) iter ve hareketli borunun bir ucunda vakum oluşturarak alttaki takviye elemanı demetini emer ve onu ortadaki durdurma mekanizmasına (40) doğru hareket ettirir. Durdurma mekanizması (40) önce dikey

takviye elemanının (7) tüm genişliğini keserek katmanın diğer tarafına gitmesini durdurur ve onu katmanın ortasında durdurur. Daha sonra durdurma mekanizması, dikey takviye elemanını (7), takviye elemanı demetiyle birlikte hareket etmeye ve mümkün olan en düşük hızla yeni basılmış katmanın üstüne düşmeye pozitif olarak serbest bırakır. İki basınçlı hava girişi nozuluna (39) bağlı pnömatik sistem, takviye elemanının katmanın bir tarafından diğer tarafına hızlı bir şekilde emilmesini, kolayca yatırılmasını ve katmanın üstüne inmesini sağlamak için önceden programlanmış bir şekilde çalıştırılabilmektedir. Bir sonraki katmanın 3B baskısında, pnömatik hareket mekanizması (38), dikey takviye elemanı (7) demetinin üstünde bulunan pnömatik hareketli mekanizmanın (38) diğer tarafından basınçlı havayı besleyecek, onu içeri emecek ve 3B baskı hızıyla senkronize bir şekilde hızlı bir şekilde katmanın diğer tarafına geçirecektir. Pnömatik hareketli mekanizma (38), 3B baskı nozulunun (3) arkasında hareket edecek ve yazıcı yapısına bağlanacaktır. Manyetik veya diğer mekanizmalar gibi diğer olası mekanizmalar, takviye elemanını basılmış katmana başarılı bir şekilde yerleştirmek için alternatif olarak bir taraftan diğerine hareket ettirmek için kullanılmaktadır.

Şekil 6a, takviye elemanının her basılı katmanın içine tam olarak gömülmediği başka bir dikey takviye biçimini göstermektedir. Bu tür dikey takviyelerde, dikey güçlendirme elamanı (5) katman basılır basılmaz her basılı katmanın etrafına sarılır. Her dikey güçlendirme elemanı (5) için sarma işlemi her katmanın tek bir tarafı için olur ve kendisini iki ardışık katman arasındaki temas katmanına gömer. Baskılı katmanların her bir tarafı için bir tane olmak üzere en az iki dikey güçlendirme elemanı (5) kullanılarak, basılı dikey yapının her iki tarafında tam bir sarma gerçekleştirilebilir. Şekil 6b' de gösterildiği gibi takviye elemanlarından biri takviyesine baskı temeli (1) üzerindeki 3B baskı malzemesi katmanının (4) sağ tarafına bağlı (veya bağlı değil) olduğu 3B baskı malzemesi katmanının (4) sağ kısmından başlamış ve diğer takviye elemanı takviyesinin 3B baskı malzemesi katmanının (4) sol tarafından başlamış ve her katmanda (veya herhangi bir başka desende) katman veya katmanların etrafından geçmek ve iki ardışık katman arasındaki temas katmanının ortasına gömülmek için pozisyon değiştirmiştir. Bu örnek, sarma takviyesinin örneklerinden sadece biridir ve farklı aralıklara ve bağlantılara sahip farklı sayıda takviye elemanı kullanılarak gerçekleştirilebilir.

Şekil 7a, basılı katmanların içine tamamen gömülmüş tam bir dikey ve yatay takviyeyi göstermektedir. Şekil 7'ye göre bu işlem, 3B baskı işlemi alanında bilinen önceki teknikler kullanılarak, mevcut buluşun konusu olan en az bir dikey güçlendirme elemanına (5) ek olarak, baskı işlemi sırasında yatay bir takviye elemanının (15) da basılı katmanın içine gömüldüğü X ve Z yönlerinde takviye sağlar. Şekil 7b' de gösterildiği gibi 3B baskı malzemesi katmanının (4) her bir tarafı için bir tane olmak üzere iki dikey güçlendirme elemanı (5) kullanılarak, atkı ipliği olarak yatay takviye elemanı (15) ve çözgü ipliği olarak dikey güçlendirme elemanları (5) ile basılı yapının içinde kumaş veya ağ gibi düz bir örgü yapısı üretilebilir. Bu tür dikey takviyede farklı dokular ve tasarımlar sunma olanakları, Tekstil endüstrisinde farklı kumaş tasarımları üretmekle aynı şekilde sonsuzdur. Şekil 7'ye göre, bir paket üzerindeki yatay takviye elemanı (15) 3B baskı nozulu (3) ile birlikte ve onun önünde hareket ederken, hareket mekanizması (13) veya herhangi bir diğer alternatif mekanizma, dikey güçlendirme elemanlarını (5) alternatif olarak yeniden konumlandırmaktan sorumlu olan 3B baskı nozulunun (3) arkasında hareket etmektedir.

Şekil 8a ve şekil 8b'de, basılı yapının içine tamamen gömülmüş son iç içe geçmiş takviye deseni ve dokusu, hem X hem de Z boyutlarında 3B yazdırılmış yapıyı takviye ederken gösterilmiştir. Yatay takviye elemanı (15) sonunda 3B yazdırılmış katmanların içine gömülmüş 3 boyutlu bir takviye yapısı oluşturmak için bazı çıkıntılı lifler/iplikler/kablolar ve ağlar ile Y yönünde takviye de mümkündür.

Şekil 9a, 3B baskı nozulunun (3) önünde hareket eden bir 1,5 katlı takviye elemanı (17) takviye ağını besleyerek 1,5 katmana gömülen şerit benzeri ağ yapıları kullanan 3B baskılı yapıların dikey takviyesi için önceki tekniğe ait bir uzantıyı göstermektedir; 1,5 katlı takviye elemanının (17) geçişine izin vermek için 3B baskı nozulunun (3) çıkış kısmında bir geçit bulunan bölünmüş bir nozul olmalıdır. Mevcut buluşun konsepti içinde olan önceki tekniğe yapılan ekleme, 3B baskı nozulunun (3) önüne eklenen, yeni yerleştirilen 1,5 katlı takviye elemanı (17) daha önce basılmış katmandan çıkıntı yapan yarım yükseklikteki ağı dikmek/kaynaklamak/bağlamaktan sorumlu olan ve basılı yapının içine tamamen gömülmüş sürekli bir dikey takviye sağlayan bağlantı hattı (dikiş hattı) (20) yapısı ve bağlantı malzemesi (19), takviyeli yapının dikey kohezyonundan ve mukavemetinden sorumlu olacaktır. Yeni 1,5 katlı takviye elemanını (17) daha önce döşenmiş 1,5 katlı takviye elemanlarına (17) bağlamak için her türlü bağlantı

mekanizması (önceden hazırlanmış veya işlem sırasında hazırlanmış) dikiş, kaynak, yapıştırma vb. yöntemler ve her türlü dikey şerit benzeri takviye elemanları (örgüler, levhalar, kumaşlar, dokusuz katmanlar vb.) takviye elemanı olarak kullanılabilir. Bunların her biri uygun bir bağlantı ve dikiş/kaynak yöntemine ihtiyaç duyar. Şekil 9b, alternatif bir dikey takviyenin bir örneğini göstermektedir; 3B baskı nozulunun (3) önünde uygun bir mekanizma tarafından bir takviye ipliği/kablosu/telinin dikey zikzak/ilmek/vb. hareketi, dikey zikzak veya ilmeğin üst kısmının basılı katmanın üzerinde olması, bağlantı makinesinin (18) yeni katman takviye elemanını daha önce konumlandırılmış takviye elemanının üst kısmına bağlama şansı verir. Şekil 9b ile gösterilen bu tür dikey ve yatay takviye (2 boyutlu, X, Z) olanakları sonsuzdur ve Şekil 9'da örnek olarak gösterilenlerle sınırlı değildir. Farklı katmanlardaki ardışık takviye elemanlarını bağlayan bağlantı hattı (20) Şekil 9c'de gösterilmiştir. Takviye elemanının yüksekliği, dokusu ve deseni, 3B baskı nozulu (3) tasarımına ve takviye elemanlarını hareket ettirmek ve oluşturmak için baskı kafasına takılı 1,5 katlı takviye elemanına (17) dayanarak 3B yazdırılmış yapının içine gömülmeye uygun herhangi bir şey olabilir.

Şekil 10a daha önce Şekil 1a-8b'de sunulan yatay ve dikey takviyeye farklı bir yaklaşımı göstermektedir. Şekil 10'daki fark, 3B baskı nozulunun (3) önündeki robot kolu veya hareket mekanizması (13) yerleşimidir. Hareket mekanizması (Robotik kol) (13), Şekil 1a-8b'de açıklanan benzer takviye yapısını sağlamak için takviye elemanı kavrama mekanizmasını (14) hareket ettirmek ve yeniden konumlandırmaktan sorumludur. Takviye elemanı 3B baskı nozulunun (3) önünde olduğundan (bu bölünmüş bir nozul değildir ve tek bir ekstrüzyon açıklığına sahip normal bir 3B baskı nozuludur), takviye elemanının baskı malzemesinin işlem içi ekstrüzyonu sırasında ipliğin 3B baskı nozulunun (3) altından kolayca geçmesine izin veren özel olarak tasarlanmış bir tutucunun içine yerleştirilmesi gerekir. Şekil 10b' ye göre , dikey güçlendirme elemanı (5), dikey takviye elemanına (7) takılı dikey takviye elemanı muhafaza temizleyiciden (21) geçerek, dikey güçlendirme elemanının (5) katmanın içine gömülmemiş olan açık kısmının kirlenmesini veya üst katman malzemesiyle (12) temas etmesini önler. Bu düzenlemeyle, dikey takviye elemanı muhafaza temizleyici (21) dikey güçlendirme elemanını (5) her zaman basılı katmanın üstünde tutarak, yeni basılmış katmanın diğer tarafına kaldırılıp yeniden konumlandırılmasını bekleyecek ve Şekil 10c'nin yan görünümü X' te gösterilen dikey takviyeyi oluşturacaktır. Bu

senaryoda düşey donatı elemanının hareketinden dolayı yeni oluşturulan katmanda kesme hattı (11) oluşmayacaktır.

Şekil 11 dikey takviye elemanının (7) 9 aşamada üst üste iki ardışık katmandaki hareketini göstermektedir. İlk basılı katmanın alt kısmının yan tarafında duran dikey takviye elemanı (7) ve dikey takviye elemanı muhafaza temizleyici (21), dikey güçlendirme elemanının (5) 3B baskı nozulunun (3) altından geçmesine ve 3B baskı malzemesi katmanının (4) üst yüzeyinin üzerine, dikey güçlendirme elemanının (5) bir kısmının 1. aşamada gösterildiği gibi katmanın içine dikey olarak gömülebileceği katmanda uzanmasına izin vermek için hareket mekanizması (13) ve kavrama mekanizması (14) tarafından yukarı hareket ettirilir. İkinci hareket olarak, robot el, dikey takviye elemanını (7) dikey takviye elemanı muhafaza temizleyici (21) ve 3B baskı malzemesi katmanından (4) ayıracak şekilde basılı katmanın diğer tarafına hareket ettirerek onu basılı katmanın yüzeyine ancak 4 ve 5. aşamada gösterildiği gibi diğer tarafa dayayacak, 6 ve 7. aşamada gösterildiği gibi bir önceki katmanın üzerine takviye elemanının üstüne bir sonraki katmanın basılmasını bekleyecek, dikey hareketle yukarı çekecek (7. Aşama), 8 ve 9. aşamada gösterildiği gibi üst katmanın diğer tarafına son dayanak yaparak, gerçek 3B baskı sürecinde art arda basılmış 3B baskı malzemesi katmanı (4) ve üst katman malzemesi (12) katmanının dikey takviyesinde dikey güçlendirme elemanının (5) ve dikey takviye elemanının (7) hareketini tamamlayacaktır.

Şekil 12, hem yatay hem de dikey yönlerde minimum iki boyutlu bir takviye yapısı oluşturmak için 3B baskı işlemi sırasında iç içe örülmüş gömülü bir takviye yapısını göstermektedir. Şekil yalnızca X ve Z yönlerinde takviye göstermektedir ancak atkı veya çözgü örme olarak tüm farklı teknolojilerle örme kumaşlar üretmeye benzer olan mevcut buluş metodolojisiyle, takviye dokusu 3B baskı işlemi sırasında tüm X, Y ve Z yönlerinde aynı anda kolayca üretilebilir. Şekil 12'de gösterilen desen, daha önce basılmış katmanlardaki güçlendirme halkalarının (gömülmüş ilmeklerin) (22) üst kısımlarını, üst kısımları bir sonraki katmana sonraki bağlantı için açığa çıkarılmış şekilde yeni baskı katmanında oluşturulan yeni ilmeklere bağlayan atkı örme yapısının bir örneğidir. Buluşun bu yeni yaklaşımı kullanılarak, basılı yapıların dikey yönde ve yatay yönlerde işlem sırasında takviyesi, minimum bir yatay takviye elemanı (15) kullanılarak mümkün hale getirilebilir. Bu iç içe örme teknolojisi, Şekil 1a -11'de

açıklanan iç içe örme teknolojileriyle karıştırılarak, konut ve inşaat endüstrisinden otomotiv veya diğer uygulamalarda kullanılan polimer baskılı yapılara kadar her türlü uygulama için uygun, çok boyutlu karmaşık takviye dokuları elde edilebilir.

Şekil 13a, 3B baskı sürecinde oluşturulacak ve basılı katmanların içine gömülecek takviye yapısının oluşturulmasında kullanılabilecek farklı ilmek desenlerinden ve tasarımlarından bazılarını göstermektedir. Tekstil endüstrisinde atkı veya çözgü örme olarak iyi belgelenmiş örme sanatında kullanılan ve açıklanan tüm güçlendirme halkası (22) formatları, buluşta çok boyutlu 3B basılı yapıları takviye etmek için kullanılabilir. Şekil 13b, baskı katmanına yatay olarak beslenen ancak nihayetinde ilmek oluşumu ve ardışık katmanlardaki ilmekleri birbirine geçirerek yatay ve dikey takviye oluşturan tek yatay takviye elemanı (15) kullanan iç içe örülmüş bir takviye dokusunu göstermektedir. Şekil 13b, tuck ilmek yapısı ile süreçte oluşturulmuş gömülü örülmüş takviye yapılarını içermektedir.

Şekil 14a ve 14b, 3B baskı her iki taraftan basılı bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesini (31) oluşturmak üzere ekstrüde eden bölünmüş yapıya sahip bölünmüş 3B baskı nozulunun (37) iki örneğini göstermektedir. Baskı nozulunun bölünmüş yapısı, takviye elemanının (22) bölünmüş baskı nozulunun (37) iki parçası arasından bir halka şeklinde geçmesine izin vermek için çok önemlidir. Ayrıca, güçlendirme halkalarının (22) alt kısımları bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesinin (31) içine gömülü hale gelene kadar, güçlendirme halkası (22) katmandan dışarı çıkıntılı ve ardışık 3B basılı katmanda birbirine örülecek halkalarla birbirine kenetlenmeye hazır dikey konumda tutulana kadar, birbirine örülmüş güçlendirilmiş halkanın (22) dikey yapısında tutulması için bir taşıma sistemi de gereklidir. Pnömatik döngü taşıma rayı (23) ve döner taşıma sistemi (25), yeni oluşturulan döngüyü güçlendirme halkasının (22) üst kısımdan yakalamak ve 3B baskı nozulunun (3) döngünün üstünden geçişi sırasında dikey düzenlemesinde tutmaktan sorumludur ve döngünün bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesinin (31) içine gömülmesini tamamlar. Şekil 14a döngü mekanizmasından güçlendirme halkalarını (22) yakalayan ve bölünmüş 3B baskı nozulunun (37) bölünmüş kısmının içinden geçiren ve döngüyü döngü yakalama ve iğne tutma (26) aracılığıyla baskı nozulunun ortasına ileterek bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesini (31) oluşturan baskı malzemesine gömülmesini sağlayan mekanik bir taşıma sistemini göstermektedir. Taşıma mekanizması, ana

yazıcı yapısına taşıma sistemi yapısal bağlantısı (27) ile bağlanmıştır. Şekil 14b hava emiş bağlantısı (24) tarafından havanın emilmesiyle yeni oluşturulan güçlendirme halkalarının (22) içine girmesi için bir ray görevi gören bir hava emme kanalından oluşan pnömatik döngü taşıma rayının (23) başka bir örneğini göstermektedir. Döngüler, bölünmüş 3B baskı nozulunun (37) üstlerindeki hareketi sırasında, bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesini (31) oluşturan baskı malzemesine başarılı bir şekilde gömülene kadar rayın içinde kalacaktır. Döngüleri tabakanın içine gömülene kadar dikey konumlarında tutabilen tüm taşıma mekanizmaları bu amaç için kullanılabilir ve Şekil 14'te verilen örnekler yalnızca iki örnektir. Mekanik, manyetik, pnömatik ve diğer tüm sistemler, buluşun mevcut düzenlemesi için bir taşıma sistemi tasarlamak için kullanılabilir. Pnömatik döngü taşıma rayının (23) veya döner taşıma sisteminin (25) konumu, baskı nozulunun önündedir ve bölünmüş 3B baskı nozulunun (37) sonuna kadar uzanacak ve bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesinin (31) katılaşma süresine göre ayarlanabilir. Uygun sertliğe sahip 5 metal teller, halka oluşturulduktan sonra kendi gövdeleri üzerinde dik durabildikleri ve eklemeli imalat katmanına kısmen gömülene kadar dikey kalabildikleri için herhangi bir taşıma mekanizmasına ihtiyaç duymayabilirler.

Şekil 15, yatay takviye elemanının (tel, iplik, kablo, zincir) (15) yatay donatı elemanının (16) çözülüp açıldığı, özel bir mekanizma olan örgü şişi tabanı (28) ve örgü şişi kancasına (29) sahip bir örgü iğnesinin iki boyutlu takviye güçlendirme halkasını (22) oluşturduğu ve bunu sürekli olarak ve birbiri ardına bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesine (31) gömülecek halkaları iletmek için döner taşıma sistemine (25) ilettiği tam bir iç içe örme takviye sistemini göstermektedir. Tam sistem, yatay takviye elemanından (15) çok boyutlu olan takviye yapısını iç içe örecektir. Örgü şişi tabanı (28) ve örgü şişi kancası (29) hareketlerine uygun bir mekanizma ve örgü iğnesi tahrik sistemi (30) tarafından kontrol edilecek ve tüm halka oluşturma mekanizması bölünmüş 3B baskı nozulunun (37) önündeki yazıcı yapısına yatay bağlantı elemanı (32) takılacaktır.

Şekil 16, örgü şişi tabanı (28), örgü şişi kancası (29) ve örgü iğnesi tahrik sisteminden (30) oluşan, ilmek oluşturma (örgü iğnesi) mekanizmasının, yatay takviye elemanını (15) önceki katmanın güçlendirme halkasının (22) içine çekerek takviye güçlendirme halkaları (22) oluşturması ve ardışık katmanlar arasında dikey takviye oluşturmasının

bir örneğini göstermektedir. Şekil 16a'da gösterildiği gibi, bir örgü iğnesi en az üç parçadan oluşur; örgü iğnesi tahrik sistemi (30), örgü şişi (iğnesi) tabanı (28) ve kanca eklemi (33) etrafında serbestçe ve pozitif olarak hareket edebilen bir örgü şişi (iğnesi) kancası (29). Örgü şişi tabanı (28), 3B yazdırılmış yapıya dik olarak soldan sağa ve tam tersi şekilde hareket eder. Örgü şişi kancası (29), başı kuyruğundan daha ağır olduğu ve 3B yazdırılmış önceki katmana doğru baktığı için normalde dikey düzenlemesindedir. Bu buluşun uygulama örneklerinden biri olan ve Şekil 16a'da gösterilen tam örgü şişi (iğnesi), kancanın, altındaki önceki 3B yazdırılmış katmandan çıkıntı yapan bir ilmek olmadığı her yerde takviye elemanını kavrayamayacağı şekilde konumlandırılmıştır. Bu gibi durumlarda, örgü iğnesinin hareketi herhangi bir ilmek oluşturamaz ve 3B yazdırma malzemesine gömüldükten sonra basılı katmana yatay takviye yapan takviye elemanını yatay düzenlemesinde bıraktığı için herhangi bir dikey takviye yapmaz. Şekil 16b'de gösterildiği gibi, önceki katmandan çıkıntı yapan bir güçlendirme halkası (22) olduğu her yerde, örgü şişi kancasının (29) kuyruğu, güçlendirme halkasının (22) üst kısmı tarafından itilerek kancayı yatay takviye elemanını (15) kavrayabilecek şekilde yatay bir düzenlemeye getirecektir. Daha sonra örgü şişi tabanı (28), yatay takviye elemanını (15) önceki katmanların güçlendirme halkalarının (22) çıkıntılı kısmına geri çekerek başlangıç pozisyonuna geri hareket edecek ve şekil 17a'da gösterildiği gibi önceki katman ile şu anda basılan katman arasında dikey bir takviye örgü yapısı oluşturacaktır.

Şekil 17a, iki ardışık 3B yazdırılmış katmanı birbirine dikey olarak bağlamak için yatay takviye elemanından (15) örülmüş iki güçlendirme halkasını (22) gösterir. Şekil 17b, örgü şişi (iğnesi) mekanizması tarafından yeni basılan katman için son ilmek oluşturulmasını gösterir. Bir sonraki adım, yeni oluşturulan güçlendirme halkasının (ilmeğin) (22), şekil 17c' de gösterilen bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesine (31) iletilmesidir. Şekil 17c'de gösterildiği gibi, örgü şişi tabanı (28) basılı katmanın yan kısmına hareketinin sonu, yeni oluşturulan güçlendirme halkasının (22) üst kısmını içinde tutabilen dönen bir taşıma bandının veya başka bir mekanizmanın bir ucuyla çakışacak ve güçlendirme halkasının (22) örgü şişi kancasından (29) serbest bırakılmasına izin verecektir. Örgü şişi baskı yönüne dik yönde basılı katmanın ortasına doğru yeni hareketine başladığında, yeni oluşan güçlendirme halkasının (22), ön kısmında kanca kısmı daha ağır olduğundan örgü şişi kancasından (29) serbest kalacak ve dikey konuma gelecek ve baskı katmanının ortasına doğru hareket ederek

yatay takviye elemanını (15) önceki katmandan çıkıntılı bir güçlendirme halkası (22) önünde ise kavrayacak şekilde takviye güçlendirme halkasını (22) serbest bırakacaktır.

Şekil 18, yatay takviye elemanının (15) (tek boyutlu veya iki boyutlu olabilir) yatay donatı elemanı (16) paketinden çözüldüğü ve önceki 3B baskı malzemesi katmanından (4) çıkıntılı bir güçlendirme halkasının (22) önünde olduğu her yerde, örme kancasının onu kavrayıp güçlendirme halkasını (22) içine çekerek dikey takviye bağlantısı oluşturabileceği iki yönde (X ve Z) tam takviye işlemini göstermektedir. Konumlandırma çubuğunun (34) yardımıyla yeni oluşturulan güçlendirme halkası (22) daha sonra buluşun uygulama örneklerinin bir örneği olarak, birbirleriyle temas halinde olan iki set döner kayış olabilen bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesine (31) iletilecektir. Bölünmüş bir nozul olan bölünmüş 3B baskı nozulu (37) 3B baskı yönüne (10) doğru hareket ederken, bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesi (31), baskı işleminin ters yönünde 3B baskı yönüne (10) hareket ederek yeni oluşturulan güçlendirme halkasını (22) mümkün olduğunca dikey konumunda gergin tutacaktır. Nozul, yeni oluşturulan ilmeğin ve önceki katmanların güçlendirme halkalarının (22) bulunduğu konumdan geçtiğinde, yeni üst katman malzemesi (12) oluşturan baskı malzemesi, yeni oluşturulan güçlendirme halkasının (22) tabanını kendi içine gömmüş ve yapısını dikey konumunda sabit hale getirmiştir. Bu konumda, taşıyıcı bant güçlendirme halkasını (22) terk eder ve serbest bırakır ve dikey bağlantı elemenının (6) baskı üst katman malzemesine (12) tam olarak uygulanması tamamlanır. Yeni oluşturulan güçlendirme halkasının (22) üst kısmı, basılı üst katman malzemesinin (12) üzerinde bırakılır ve bu yeni basılmış katmanı bir sonraki katmana dikey olarak bağlamak için yeni bir halkanın iç içe örülmesi için taban noktası olarak kullanılmaya hazırdır.

Şekil 19, güçlendirme halkası (22) oluşumundan, dikey olarak bağlanmış güçlendirme halkalarının (22) basılı katmanın içine taşınmasından ve son gömülmesinden oluşan tam iç içe geçmiş dikey takviyenin başka bir görünümü olan üst katman malzemesini (12) göstermektedir.

Şekil 20 şunu göstermektedir tekstil sektöründe ara kumaş üretme sanatına benzer şekilde, sadece güçlendirme halkalarını (22) birbirine bağlayarak ve bunları 3B baskı sürecinde baskı katmanının içine gömerek 3B örme yapıların iç içe örülme olasılığı.

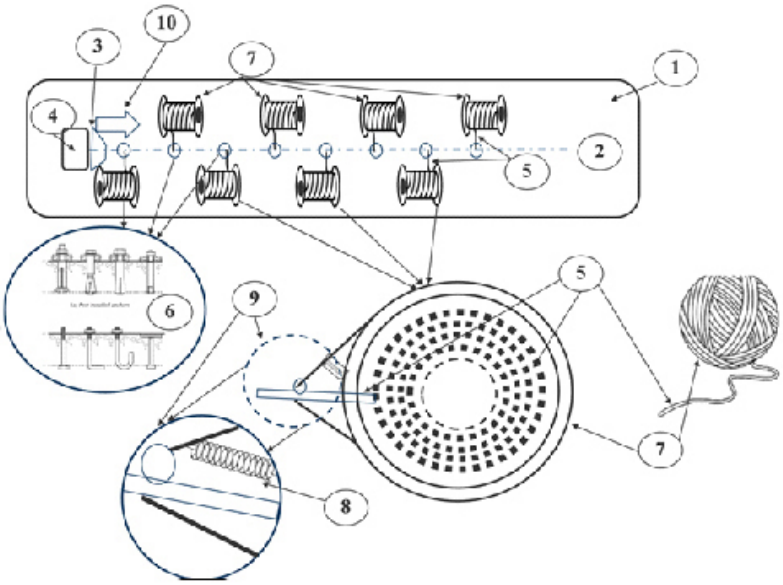
Şekil 20, iki iç içe örülmüş katmandan ve bir bağlayıcı katman arası dokudan oluşan ara parçalı örülmüş bir yapıyı göstermektedir. Doğru teknoloji ve 3B baskı sistemine eklenen örgü şişleri kullanılarak bu üç katmanın birbirine kilitlenmesi, önceden tasarlanmış bir desene göre 3B yazdırılmış katmanları her yönde tam olarak güçlendirmek için farklı 3B takviye yapılarını başarılı bir şekilde örebilir. Mevcut buluşun şekil 15-19'unda verilen örnekler, yapının 3B baskı işlemi sırasında nasıl iç içe örülebileceğini açıkça açıklamaktadır. Dikey takviye dokusunun iki paralel katmanını üretmek için 3B yazıcı yapısına iki set örgü şişi tabanı (28) ve örgü şişi kancası (29) eklenebilirken, dikey takviye dokusunun güçlendirme halkaları (22) arasında ve bunlarla bağlantılı olarak yatay takviye dokusunu içten örmek için başka bir iğne seti gereklidir. Böyle bir yapılanma ile tekstil sektöründe bilinen güncel teknolojilerle üretilen ara kumaşlar kadar, takviye edici tasarım ve doku olanakları da sonsuz olacaktır.

Şekil 21, solo takviye elemanlarının (35) bağlanabilir olduğu bir hareket mekanizması (13) ve kavrama mekanizması (14) solo takviye elemanını (35) solo takviye elemanı depolama (36) kartuşunun alabildiği buluşun başka bir örneğini göstermektedir. Buradaki solo takviye elemanı (35) sürekli formatta değildir ve bir, iki veya üç yönde takviye için herhangi bir şekle sahip olabilir. Yeni solo takviye elemanı (35), önceki katman solo takviye elemanının (35) üst kısmına, hareket mekanizması (13) ve kavrama mekanizması (14) tarafından önceki 3B baskı malzemesi katmanının (4) üst kısmının içine gömülmüş ve dışarı doğru çıkıntı yapmış şekilde takıldığında, bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesine (31) iletilecektir. Bölünmüş nozuldan oluşan üst katman malzemesi (31), bölünmüş 3B baskı nozulu (37) solo takviye elemanının (35) üzerinden geçene kadar solo takviye elemanını (35) dikey konumunda tutacak ve solo takviye elemanının (35) alt kısmını önceki katmanların solo takviye elemanlarının (35) üst kısmıyla birlikte yeni basılan üst katman malzemesinin (12) içine gömülü konumda tutacaktır. Bu örnekte sunulan takviye malzemesi, herhangi bir malzemeden ve daha önce gömülmüş parçalara bağlanma potansiyeline sahip herhangi bir yapıda olabilir.

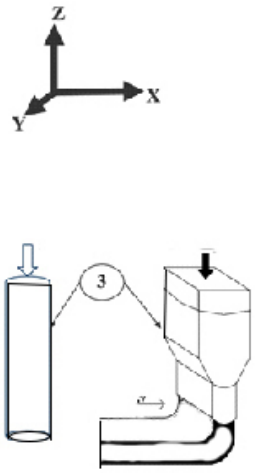
Her istemde bahsi geçen teknik özellikleri bir referans numarası takip etmekte olup, bu referans numaraları sadece istemleri anlamayı kolaylaştırmak adına kullanılmıştır,

dolayısıyla bunların örneklendirme amaçlı olarak bu referans numaraları ile belirtilen elemanlardan hiçbirinin kapsamını sınırladığı düşünülmemelidir.

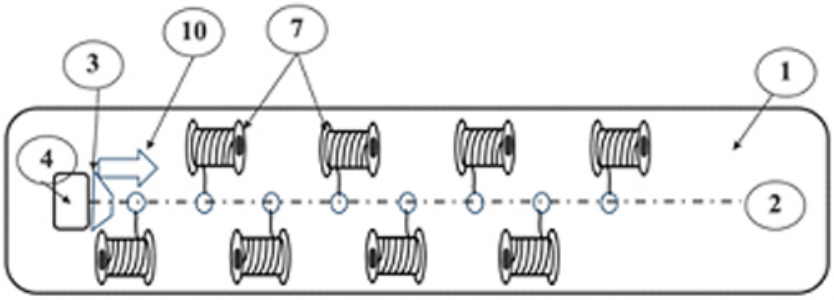
Teknikte uzman bir kişinin buluşta ortaya konan yeniliği, benzer yapılanmaları kullanarak da ortaya koyabileceği ve/veya bu yapılanmayı ilgili teknikte kullanılan benzer amaçlı diğer alanlara da uygulayabileceği açıktır. Dolayısıyla böyle yapılanmaların yenilik ve özellikle tekniğin bilinen durumunun aşılması kriterinden yoksun olacağı da aşikardır.



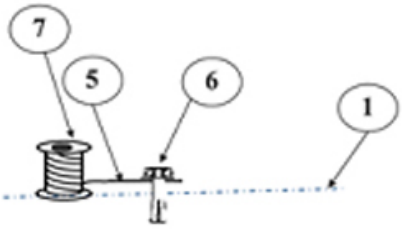
Şekil 1a



Şekil 1b

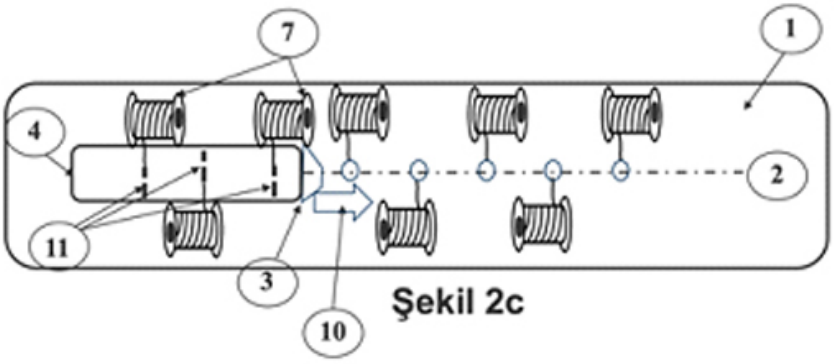


Şekil 2a

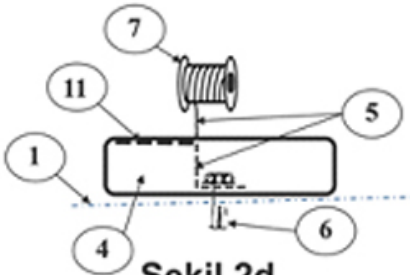


Şekil 2b

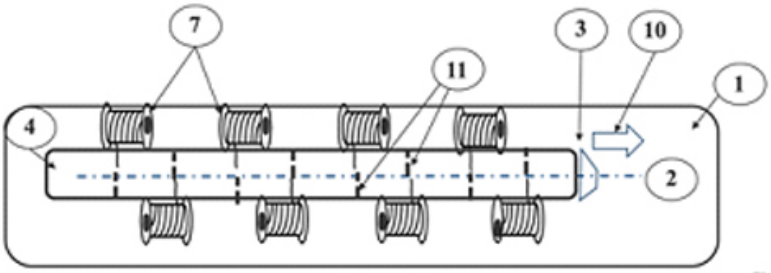




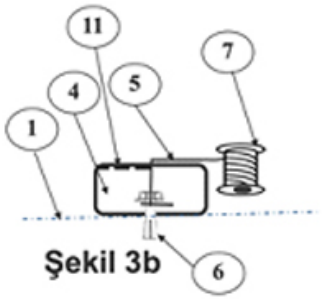
Şekil 2c



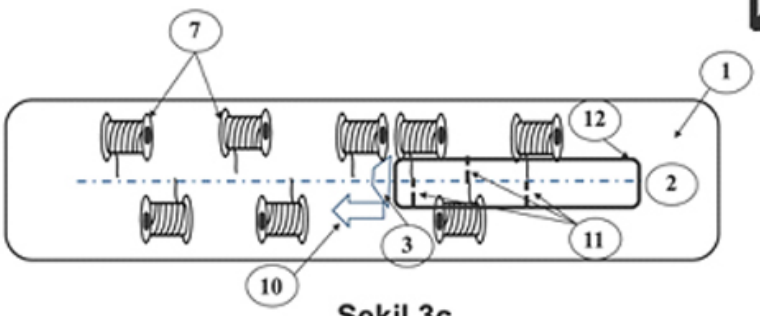
Şekil 2d



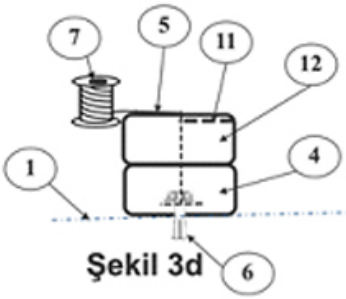
Şekil 3a



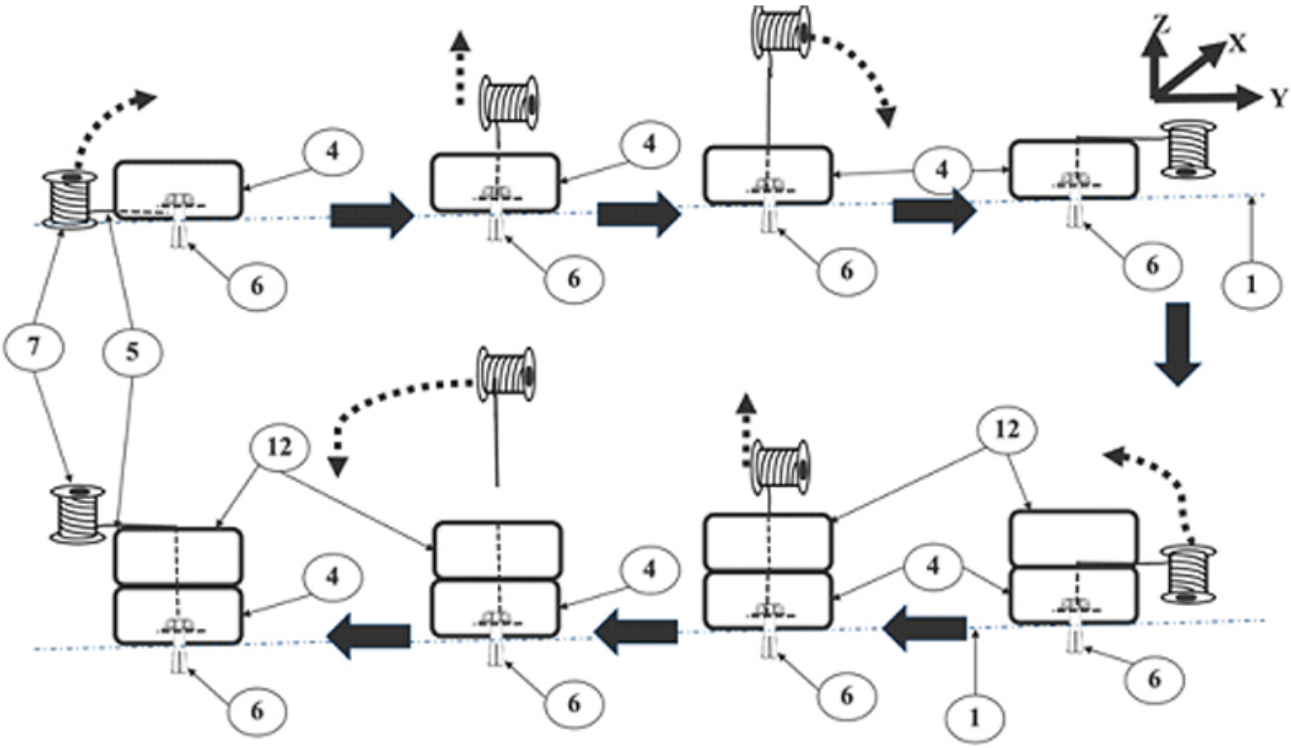
Şekil 3b



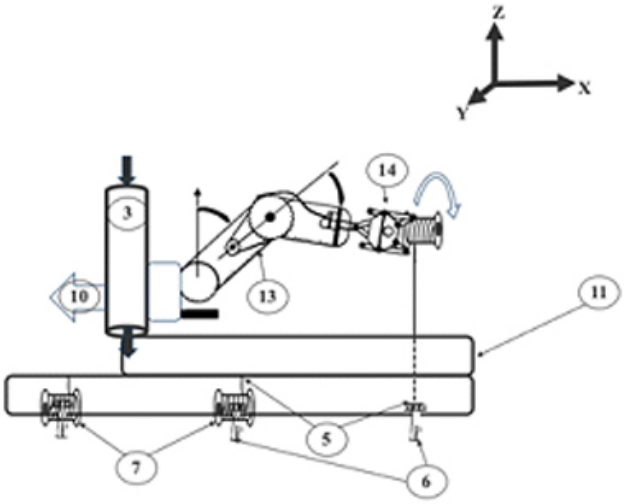
Şekil 3c



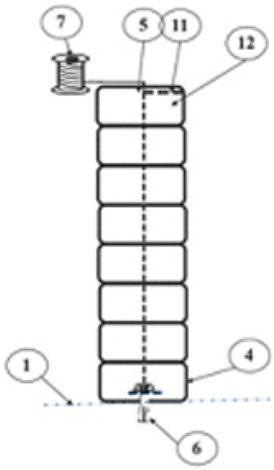
Şekil 3d



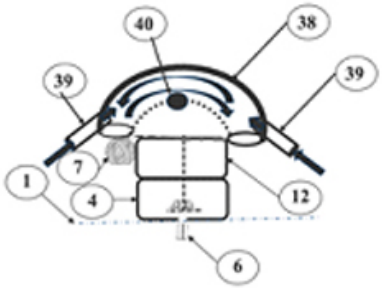
Şekil 4



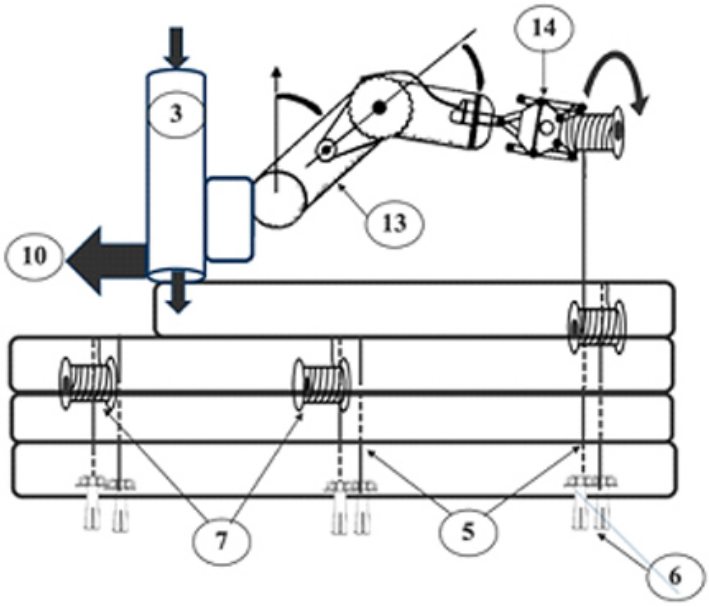
Şekil 5a



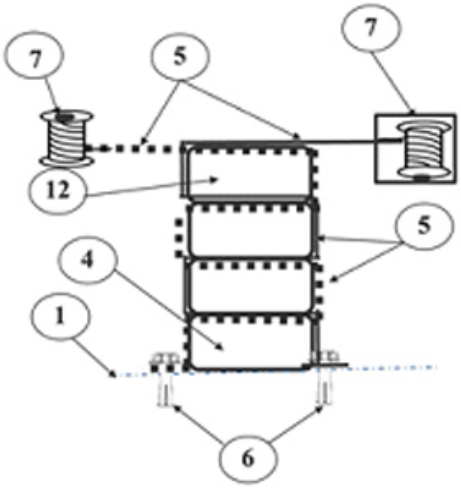
Şekil 5b



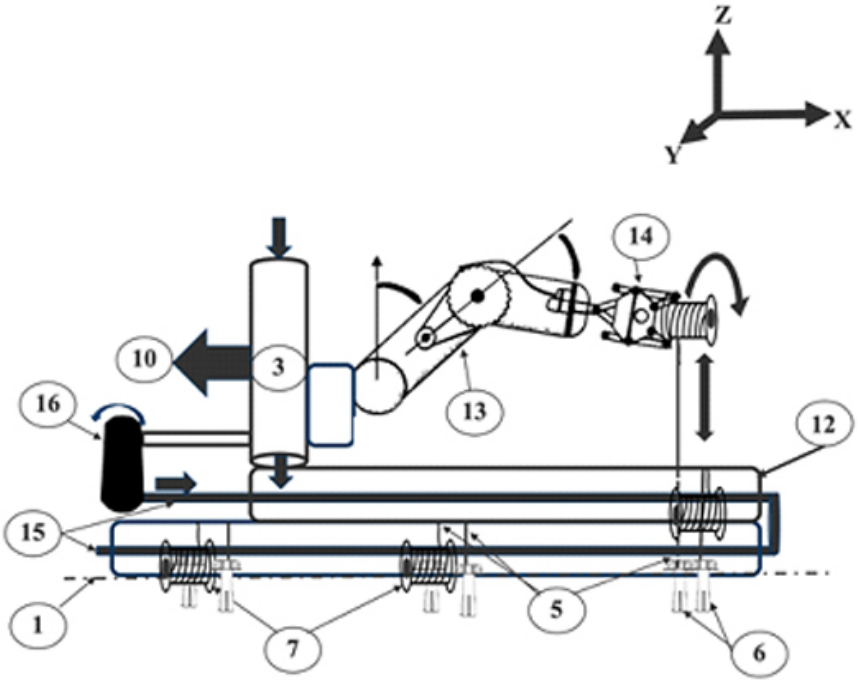
Şekil 5c



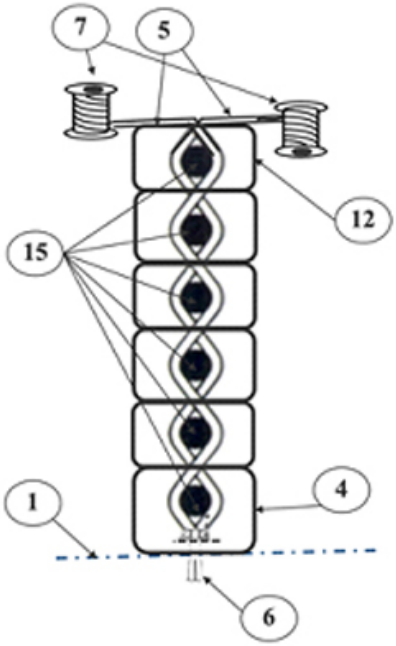
Şekil 6a



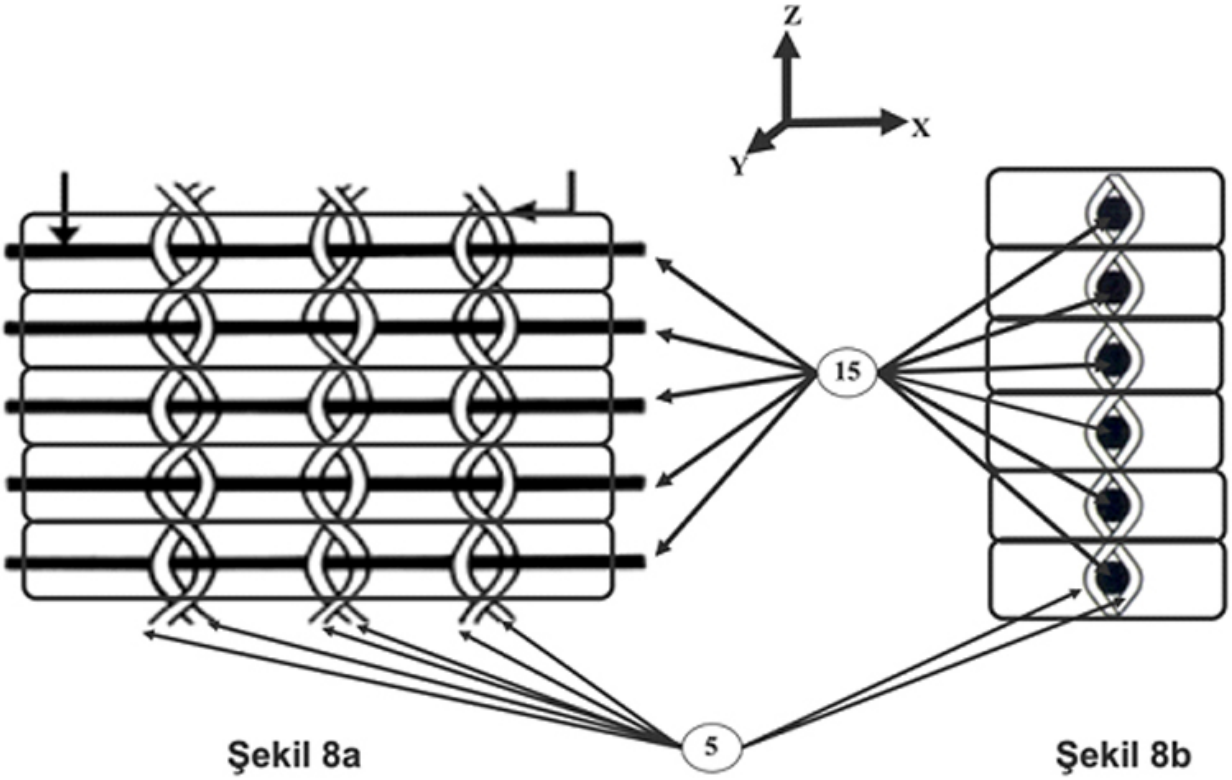
Şekil 6b



Şekil 7a

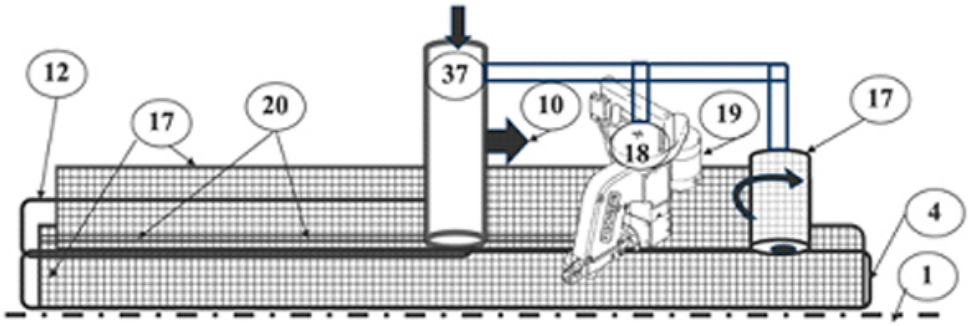


Şekil 7b

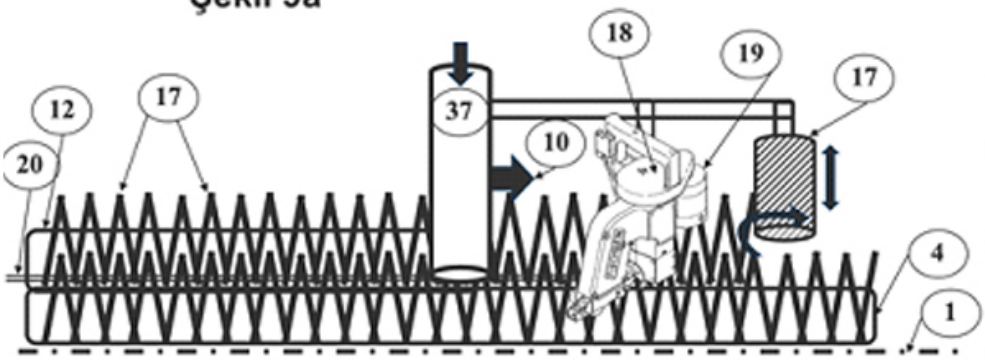


Şekil 8a

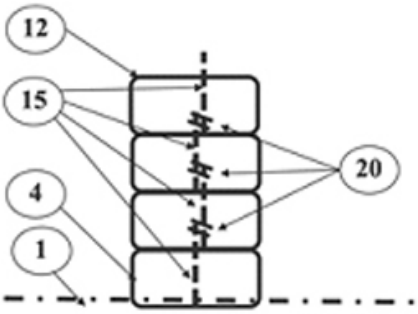
Şekil 8b



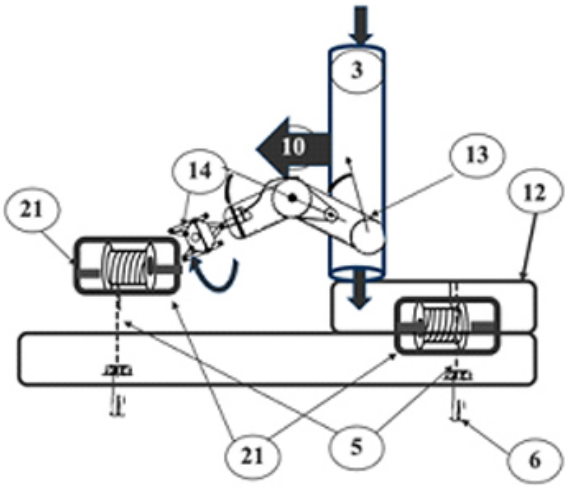
Şekil 9a



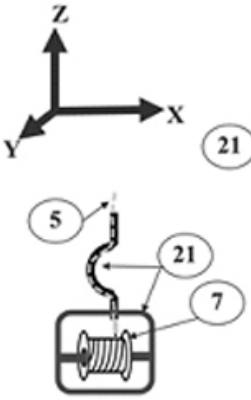
Şekil 9b



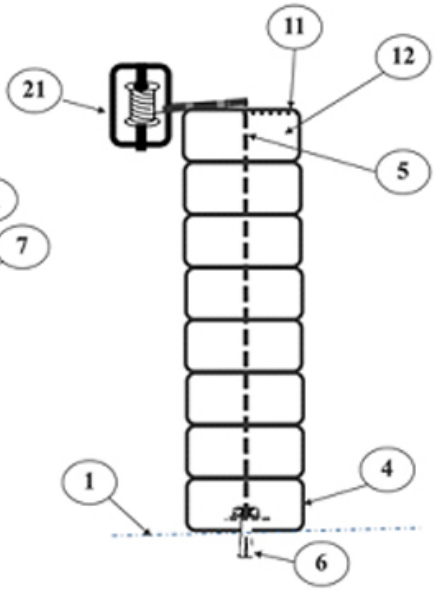
Şekil 9c



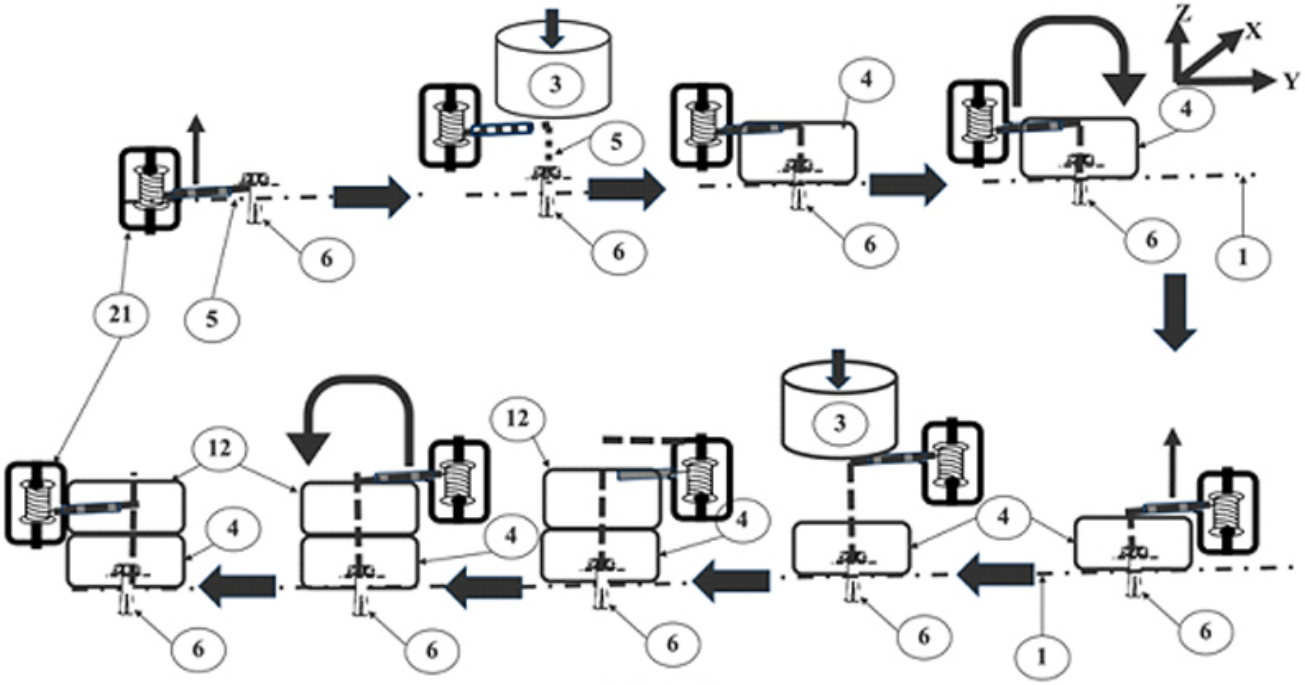
Şekil 10a



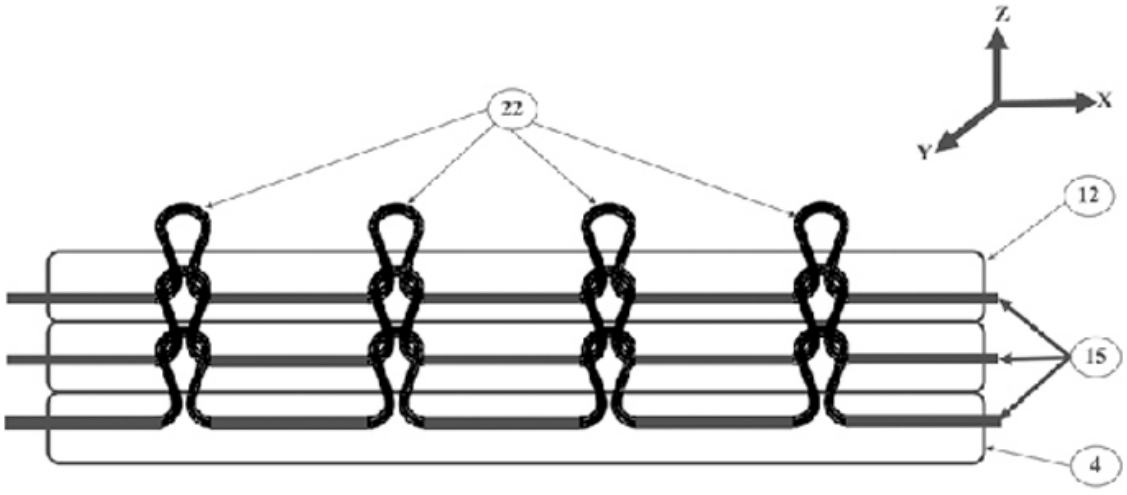
Şekil 10b



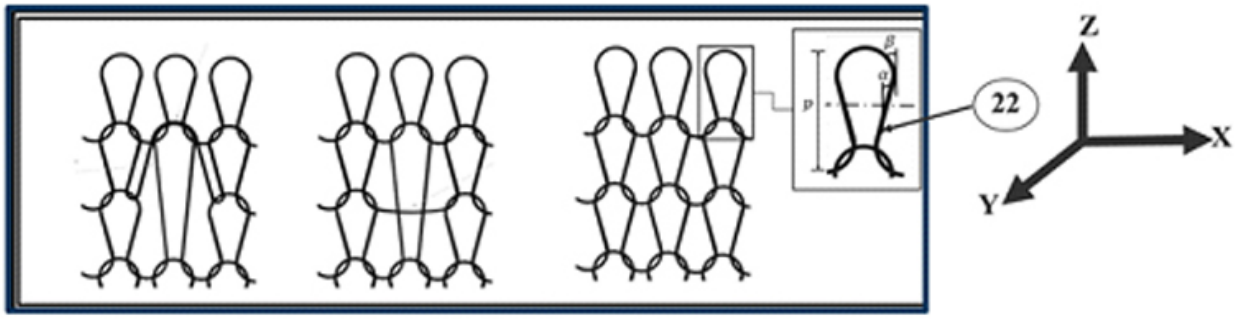
Şekil 10c



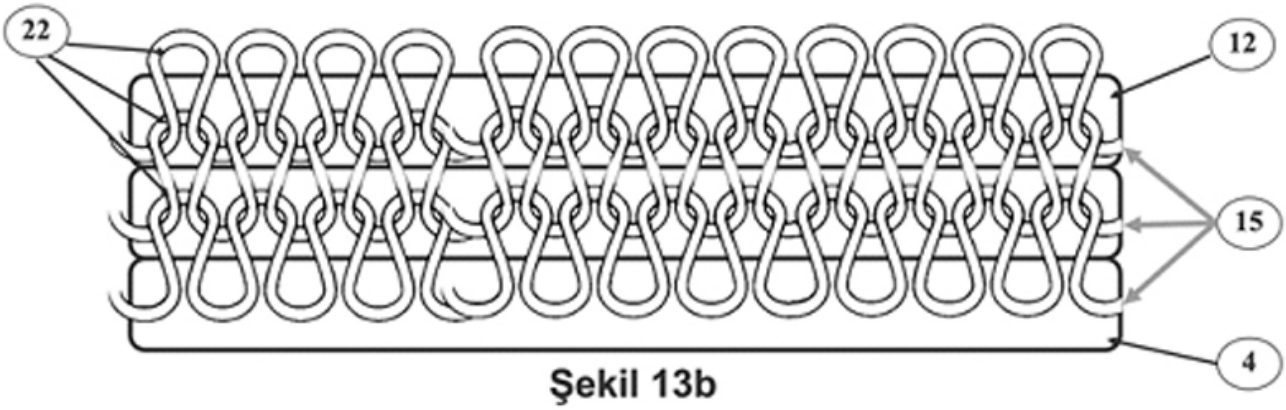
Şekil 11



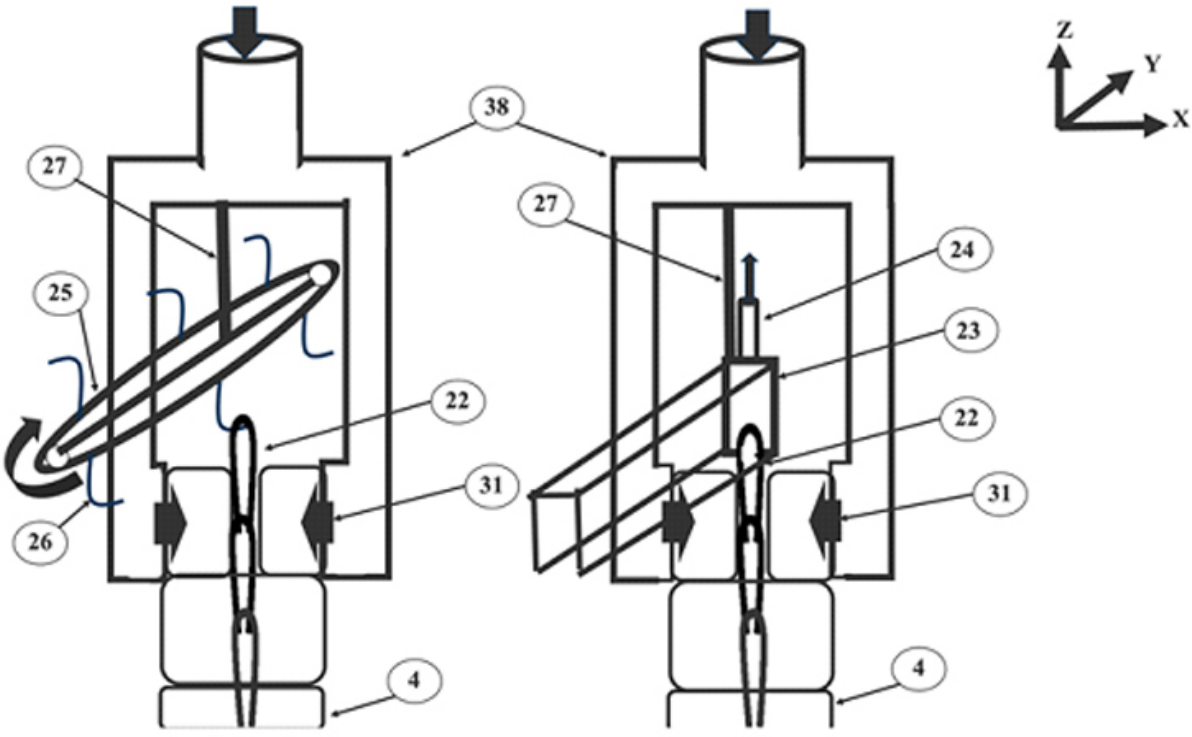
Şekil 12



Şekil 13a

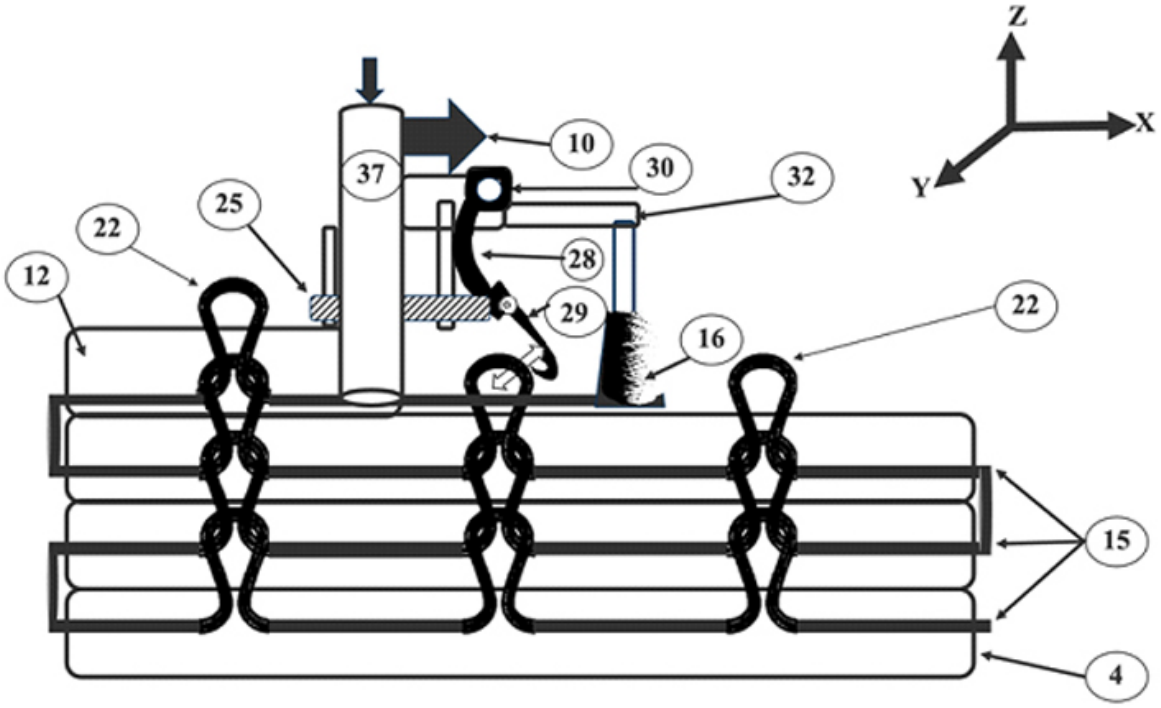


Şekil 13b

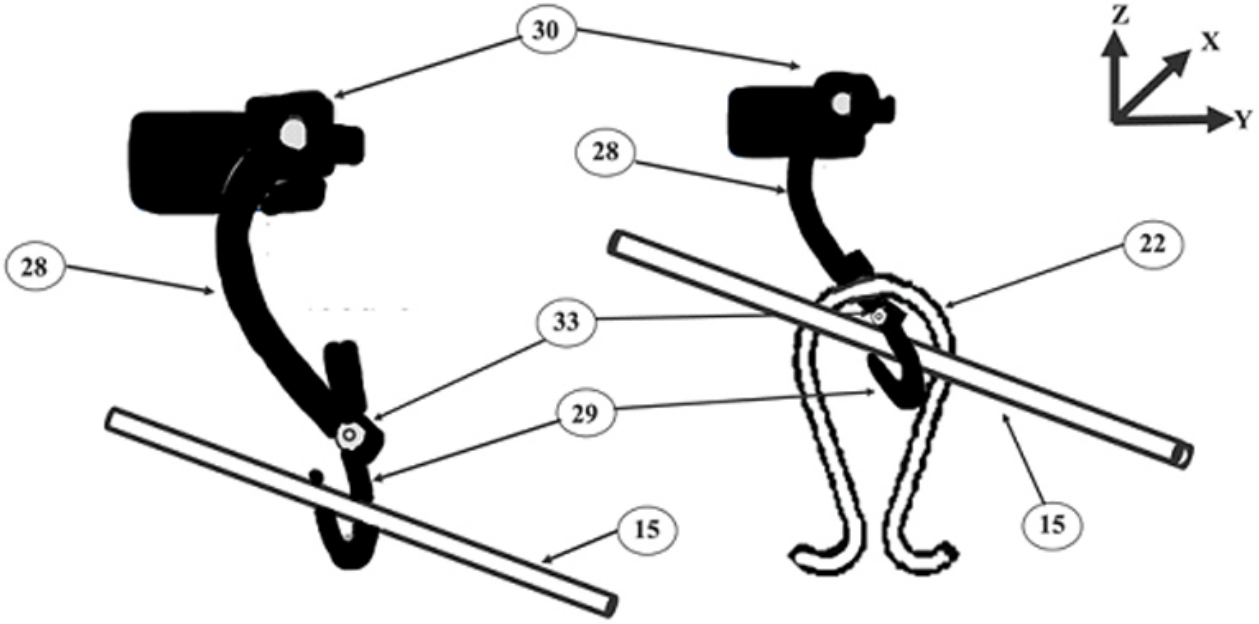


Şekil 14a

Şekil 14b

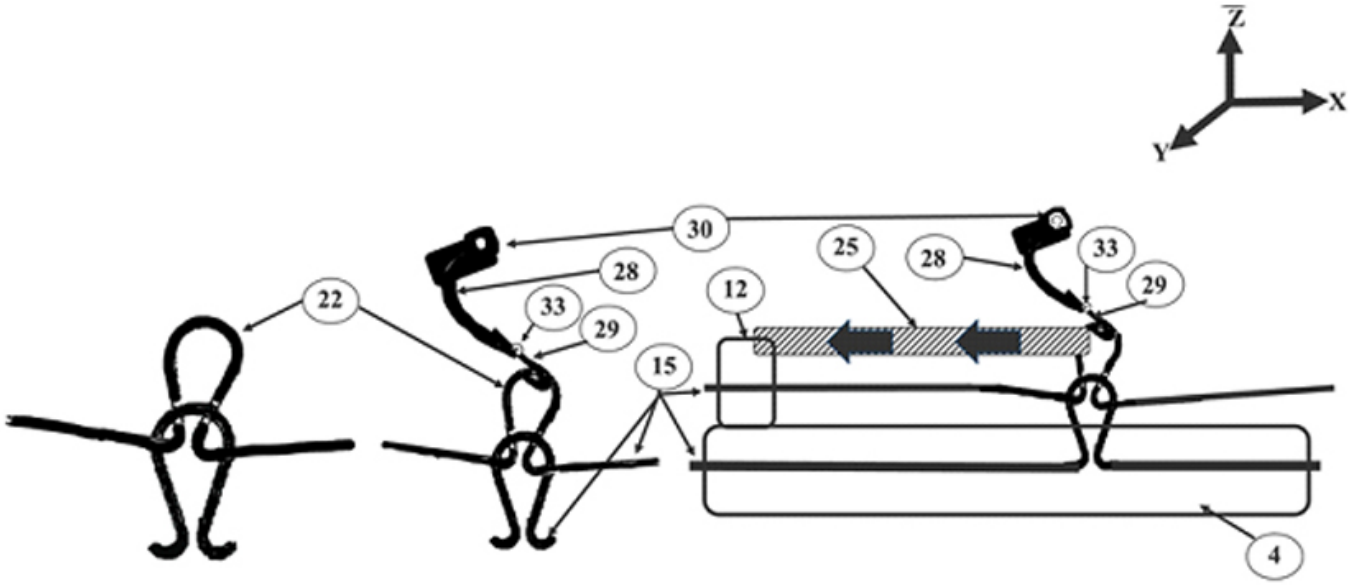


Şekil 15

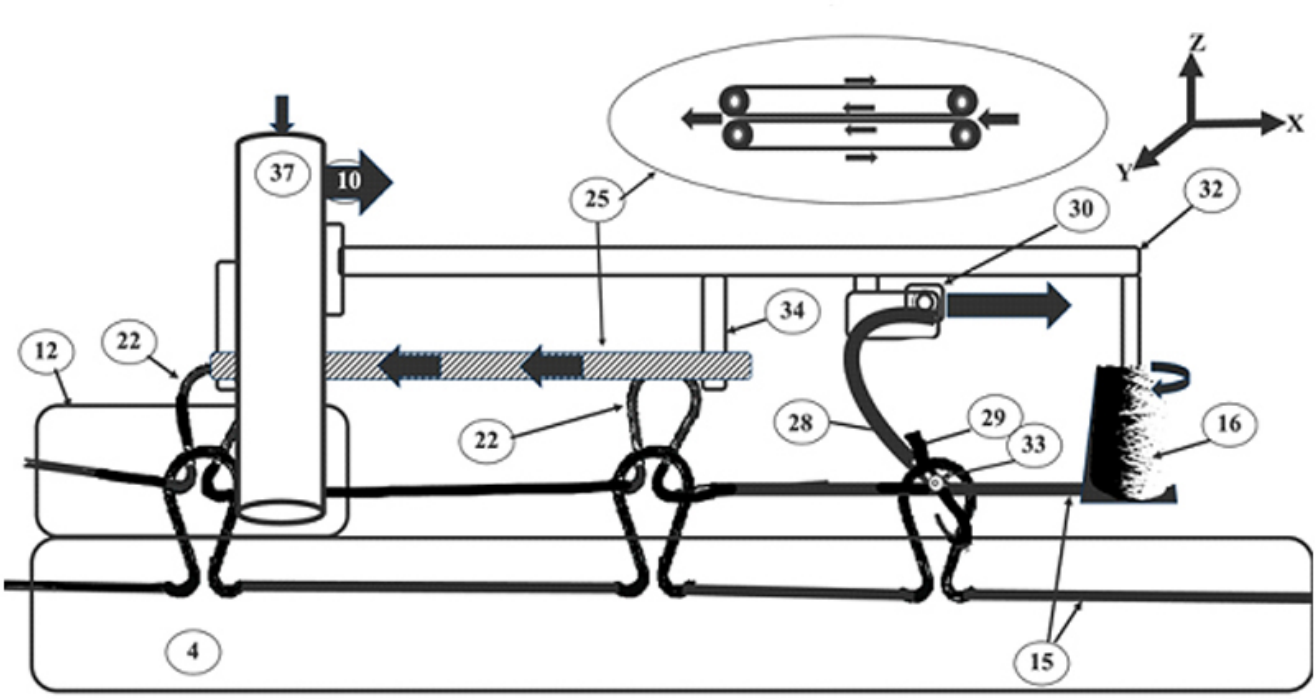


Şekil 16a

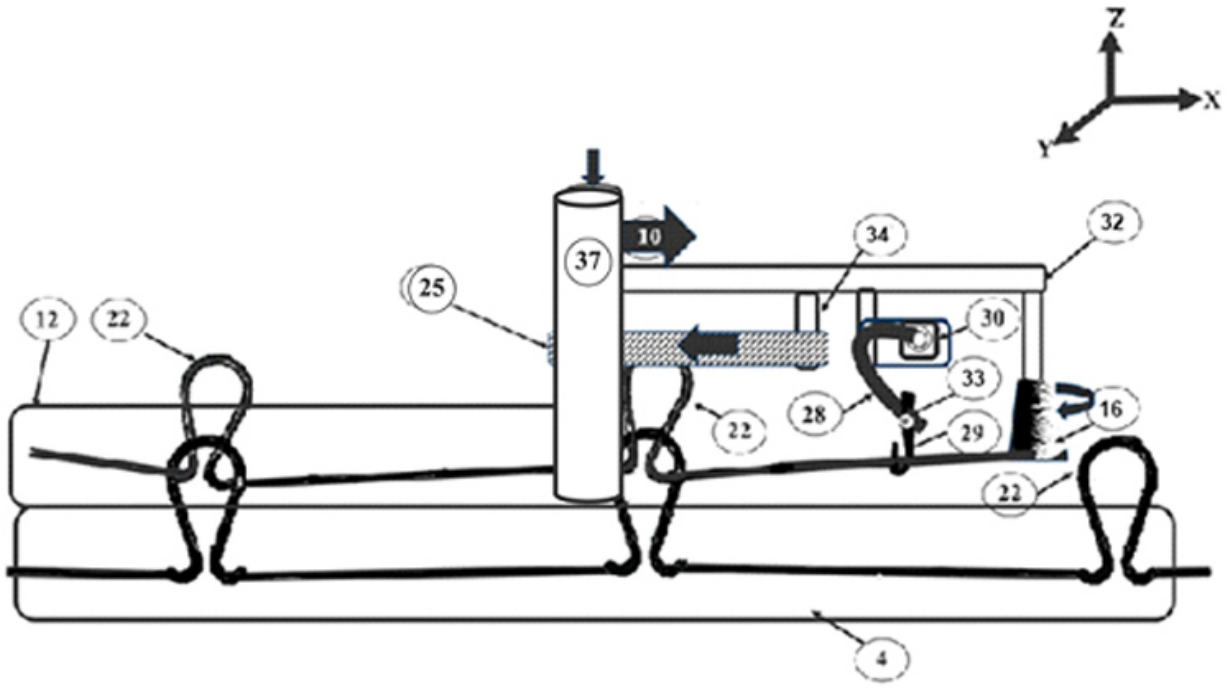
Şekil 16b



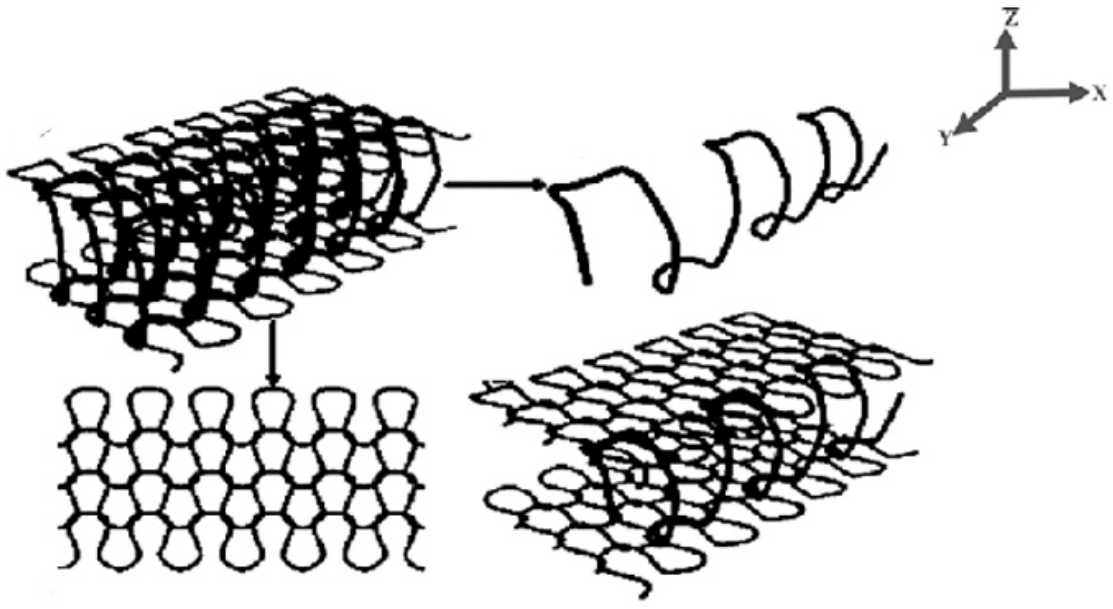
Şekil 17a Şekil 17b Şekil 17c



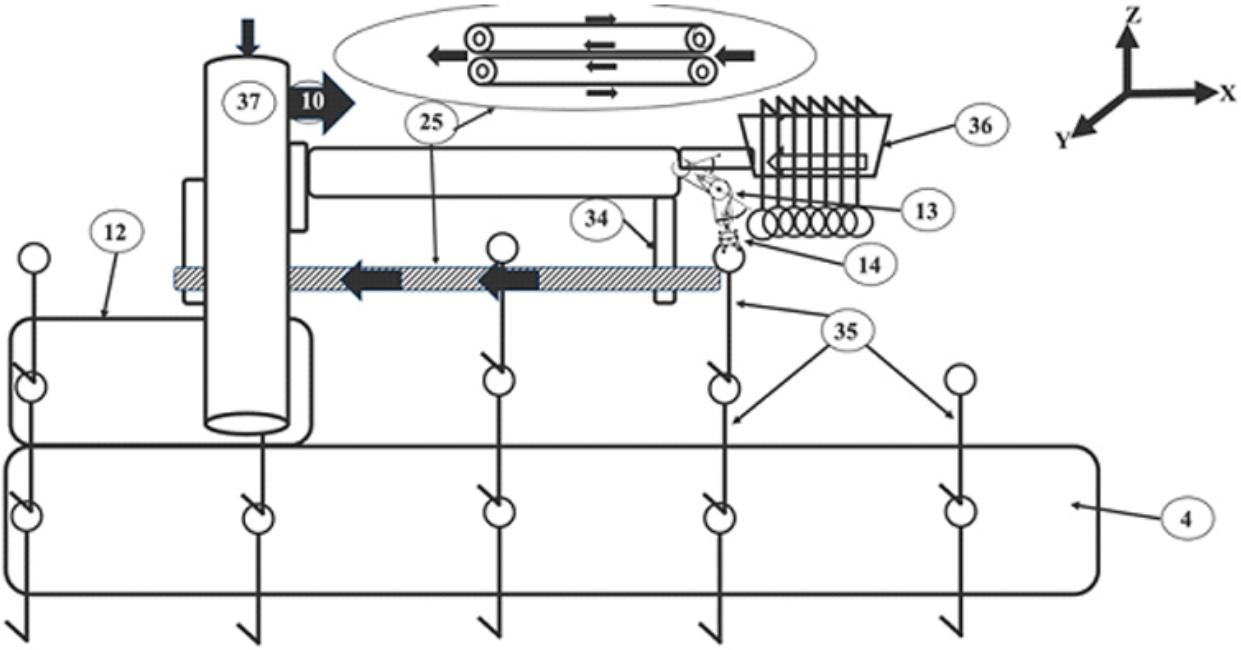
Şekil 18



Şekil 19



Şekil 20



Şekil 21