ÖZET

KATLANABİLİR DİREK YAPISI

Buluş konusu, anten, güneş paneli, sensör gibi bazı uydu bileşenlerinin ana uydu gövdesinden belirli bir mesafe uzağında konumlandırılması için ihtiyaç duyulan katlanabilir direkler **(10)** ile ilgilidir. Bu katlanabilir direk **(10)**, çubuk **(20)** adı verilen, yüksekliği yenilikçi yöntem ile arttırılmış dikey uzuvlardan, platformlardan **(30, 32, 33)** ve bunlar arasında bağıl hareket oluşmasını sağlayan dönme eksenleri dik ve arasında ofset olacak şekilde tasarlanmış bağlantı parçalarından **(40)** oluşur. Bu buluşta bahsedilen katlanabilir direğin **(10)** özelliği, en uçtaki platformunun, ilk platforma paralel olarak sadece öteleme hareketi yapması ve yüksek katlanma oranına sahip olmasıdır.

İSTEMLER

1. Buluş; tek serbestlik derecesine sahip, bir katlanabilir direk **(10)** yapısı **olup, özelliği;** en az 3 kenarlı 3 adet çokgen platformun **(30,32,33)**, bağlantı ekseni 3 **(41)** ve bağlantı ekseni 4 **(42)** birbirine dik ve bu eksenler arasında bağlantı ekseni 4 **(42)** boyunca ofset olacak şekilde tasarlanmış bağlantı parçalarının **(40)** ve bağlantı parçalarının bağlantı ekseni 5 **(43)** eksenlerine bağlantı ekseni 1 **(21)** eksenleriyle bağlanan çubukların **(20)** oluşturduğu birim modüllerin **(60)** birleşiminden oluşması ile karakterize edilmesidir.

2. İstem 1'e uygun bir katlanabilir direk **(10) olup, özelliği;** birim modüller **(60)** tam kapandığında birim modülleri **(60)** oluşturan çokgen platform **(30)**, çubuk **(20)** ve bağlantı parçalarının **(40)** birbirine engel olmaksızın bir araya gelmesidir.

3. İstem 1'e uygun bir katlanabilir direk **(10) olup, özelliği;** tam açıldığında çokgen platformların **(3)** aynı köşelerine bağlanan çubuklar **(20)** eş doğrusal olarak, dikdörtgen prizma bir yapı elde edilmesi ile karakterize edilmektedir.

4. İstem 1' e uygun bir katlanabilir direk **(10) olup, özelliği;** bir birim modül **(5)**, n kenarlı 3 adet çokgen platform **(3)**, 2n adet çubuk **(20)** ve 3n adet bağlantı parçasının **(4)** bir araya gelmesi ile karakterize edilmektedir.

TARİFNAME

KATLANABİLİR DİREK YAPISI

TEKNİK ALAN

Buluş özellikle uzay uygulamalarında güneş panelleri veya antenleri konumlandırmak için gerekli olan katlanabilir direk yapısı üzerinedir. Katlanabilir direkler için aranan en önemli ölçütlerden biri katlanma oranlarıdır. Buluşun mevcut yapılardan üstünlüğü yenilikçi bir yöntem kullanılarak katlanma oranında artış sağlanmasıdır.

TEKNİĞİN BİLİNEN DURUMU

Katlanabilir yapılar, uygulama gereksinimine bağlı olarak belirlenmiş açık ve kapalı konfigürasyonlar arasında hareket edebilecek şekilde tasarlanmış mekanizmalardır. Uzaya gönderilecek yapıların tasarımları uzay mekiğinin kargo bölmesinin hacmiyle kısıtlanmaktadır. Fakat, örneğin, güneş panellerini ve antenleri belirli bir uzaklığa konumlandırmak için katlanabilir direklerin belirli bir uzunluğa erişebilmeleri istenmektedir. Bu nedenle, uzunlamasına açılabilen ve katlandığında az hacim kaplayabilen katlanabilir direkler bu uygulamalar için ihtiyaç duyulan yapılardır.

Katlanabilir direkler genel olarak tüp şeklindeki borular ve kafes yapısında, uzuvları rijit olan mafsallı direkler olarak iki sınıfa ayrılabilir. Tüp şeklindeki borular mafsallı direklerle kıyaslandığında daha yüksek katlanma oranına sahiptirler. Fakat, mafsallı direkler daha yüksek taşıma kapasitesi, açılma güvenilirliği ve konumlandırma hassasiyeti gerektiren uzay uygulamaları için daha caziptirler. Bu buluşun ilgili olduğu alan katlanabilir mafsallı kafes direklerdir (KMKD). KMKDler genel olarak benzer parçaları içerir ve temel olarak şöyle adlandırılır: boyuna uzuvlar için “çubuk” ve çokgen uzuvlar için “platform”.

Çubuk ve platformların kesişim noktalarında bağıl hareketi sağlayan bağlantı parçaları bulunmaktadır. Ayrıca, bu yapıların direngenliklerini arttırmak için diyagonal kablolar ve mandal mekanizmaları kullanılabilir. Mevcut teknikte incelenen yapılar KMKD tipindedir. Buna ek olarak, katlanabilir direk yapılarında iki çeşit katlanma prensibi vardır. Bunlar öteleme tipi katlanma ve vida tipi katlanma olarak adlandırılabilir.

Mevcut teknikte yer alan, "US10119266B1" numaralı patentte kinematik yapısı 6-(RR) olan bir mekanizmadan bahsedilmektedir. R döner mafsalı temsil eder. Bu mekanizma öteleme tipi katlanma yapmaktadır. Mekanizmanın uzuvları çift sarmal eğriler üzerine yerleştirilmiş ve bu uzuvların arasına konumlandırılmış birçok daire şeklindeki platformdan oluşmaktadır. Bu mekanizmanın sarmal yapısından ötürü çeşitli dezavantajları bulunmaktadır. Mekanizmanın üretimi zor, katlanabilme oranı düşük ve direngenliği azdır.

"US20080283670A1" numaralı patentte, bir kafes yapıdan bahsedilmektedir. Burada bahsedilen kafes yapısı döner mafsallardan ve bu mafsallara bağlanan dikey, yatay ve çapraz uzuvlardan oluşmaktadır. Bu mekanizma öteleme tipi katlanma yapmaktadır. Ancak bu mekanizmanın karmaşık yapıdaki uzuvlarından dolayı üretim maliyeti yüksek ve katlanma oranı düşüktür. Öte yandan direngenliğinin yüksek olması ise avantajıdır.

"EP0408826A2" numaralı patent, uzay uygulamaları için tasarlanmış ve öteleme tipi katlanma yapabilen bir katlanabilir direk yapısından çözüm ortaya koymuştur. Bu yapının yenilikçi yönü, platformlar arasına konumlandırılan uzuvların mekanizmanın kapalı halinde iç içe geçecek şekilde kapanmasıdır. Katlanma iç içe geçen bir yapıyla gerçekleştiği için, mekanizmanın kapalı halinin yüksekliği minimize etmiştir. Direngenliğin arttırılması için ise platformlar arasına elastik yapıda çapraz uzuvlar yerleştirilmiştir. Bu uzuvlar, yapı tamamen açıldığında mil yardımıyla sabitlenmektedir. Patentte belirtildiği üzere yapının

açılması için ayrı bir alete ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte yapı, tasarımı itibariyle birimlerin ardışık bir şekilde açılmasıyla son şeklini almaktadır. Bu da her birimin senkronize bir şekilde açıldığı tasarımlara kıyasla tamamen açılma süresini önemli ölçüde arttırmaktadır.

"US5267424A" numaralı patentte ise vida tipi katlanma yapabilen direk yapısının bir modülünün tasarımı gösterilmiştir. Bu modülün birbiri üzerine eklenmesiyle direğin boyu artırılabilmektedir. Bu yapının katlanabilirliği ise bir mandal mekanizmasıyla kontrol edilmektedir. Dönme eksenleri birbirine dik iki döner mafsalla birleştirilmiş yatay ve dikey çubukların oluşturduğu her yüzeyde bulunan bu mandal mekanizması, yapı tamamen açıldığında kilitlenecek şekilde tasarlanmıştır.

"CN104608117B" numaralı patent, 3 farklı konfigürasyona sahip olan katlanabilir bir direk mekanizmasının modül tasarımı gösterilmiştir. Tüm çubukların birbirine paralel olduğu konumda yani modülün tamamen açıldığı pozisyonda oluşan tekillikten dolayı, yapı tüm serbestlik derecesini kaybetmektedir ve aynı mafsalın tahrik edilmesiyle hareketi mümkün olmamaktadır. Bundan dolayı yapı kilitlenmiş olur. Bu durumda mekanizmanın tahrik edilen mafsal değiştirilerek iki serbestlik dereceli konfigürasyonuna yani küresel hareket yapabilen hale gelir. Yapı, tam katlanmış halden tam açılmış hale geçerken ise tek serbestlik dereceli vida hareketini yapıyor. Bu modül, platformları birbirine bağlayan uzuvlardan ve kesişim yerlerine konuşlandırılmış üniversal mafsallardan (U mafsal) oluşmaktadır. Modülün hareket edebilmesi için minimum üç adet bacağa ihtiyaç vardır. Kinematik olarak 4-(UU) olarak gösterilebilecek bu modül, platformların her zaman birbirine paralel hareket etmesini sağlar.

BULUŞUN AMACI

Önceki teknikte yer alan en önemli teknik sorunlardan biri kullanılan mafsal türleridir. Örneğin, mafsal türünün küresel olması, tahrik edilmesi bakımından

pratik değildir ve ayrıca küresel mafsalların üretim zorluğu ve dolayısıyla maliyeti, döner mafsallarla kıyaslandığında daha yüksektir. Bir diğer önemli sorun ise, katlanma oranını doğrudan etkileyen, çubuk yüksekliği hesabıdır. "CN104608117B" numaralı patentte önerilen katlanabilir direkte, çubuk uzunluğu, katlandığında platformun ilgili kenarı ile paralel kalacak ve eşit boyda olacak şekilde hesaplanmıştır. Bu yükseklik, vida tipi katlanma gerçekleştirebilen maksimum çubuk yüksekliğinden daha düşüktür. Bu da direğin katlanma oranını düşürmektedir.

Bu buluşta elde edilen en önemli avantaj, katlanma oranının arttırılmasıdır. Bu artış temel olarak çubuk yüksekliğinin hesabındaki yöntemle alakalıdır. Önerilen yapıda çubuk yüksekliği direğin katlandığı pozisyonda platformun köşegenine eşit olacak şekilde hesaplanmıştır. Böylece, çubuk yüksekliği ve doğrusal olarak katlanma oranı çubukların katlanmış halde platformun bir kenarına paralel olduğu duruma göre yaklaşık $\sqrt{2}$ kat artmaktadır. Ayrıca, hesaplanan çubuk yüksekliğinin, direğin katlanmış haldeki yüksekliğini etkilememesi için kullanılan mafsaldaki dönme eksenleri arasında ofset olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu ofsetten faydalanılarak, bilinen vida tipi katlanma yapabilen mekanizmalara göre daha yüksek bir katlanma oranına sahip bir direk yapısı elde edilmiştir. Buluşun konusu olan katlanabilir direğin içerdiği platformlar, her biri aynı olmak kaydıyla en az 3 kenarlı ve bütün kenarları eş uzunlukta olan herhangi bir çokgen olabilir. Burada buluşun detaylı açıklaması yapılırken daha iyi anlaşılması amacıyla kare şeklinde bir çokgen örnek olarak çalışılmıştır.

Buluşta hedeflenen bir diğer özellik ise katlanabilir direğin en uçtaki modülünün sadece öteleme hareketi yapmasıdır. Bu özellik en uçtaki modüle monte edilecek sensör gibi bileşenler için aranan bir durumdur. Bu hususta, buluşta bahsedilen katlanabilir direğin her bir modülü bu hareketi sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

ŞEKİLLERİN AÇIKLAMASI

Şekil 1 : Katlanabilir direğin izometrik bir görünüşü.

Şekil 2 : Çubuk adı verilen dikey uzuvları gösterir izometrik bir resim.

Şekil 3 : Çokgen bir platforma örnek olarak izometrik bir resmi gösterilmiş kare platform.

Şekil 4 : Çubuklar ile çokgen platformu, aralarında bağıl hareket oluşturacak şekilde bağlayan bağlantı elemanını gösterir bir izometrik resim.

Şekil 5 : Dört adet çubuk, iki adet platform ve sekiz adet bağlantı parçasının oluşturduğu yarı modülü gösterir bir izometrik resim.

Şekil 6 : İki adet yarı modülün, açılma doğrultusunda montajlanarak oluşturduğu birim modülü gösterir bir izometrik resim.

Şekil 7 : İki adet birim modülün oluşan katlanabilir direğin tamamen açılmış (en uzun) halini gösterir bir izometrik resim.

Şekil 8 : İki adet birim modülün oluşan katlanabilir direğin tamamen katlanmış (en kısa) halini gösterir bir izometrik resim.

REFERANS NUMARALARININ AÇIKLAMASI

10. Katlanabilir Direk

20. Çubuk

- **21.** Bağlantı Ekseni 1

30. Platform 1

- **31.** Bağlantı Ekseni 2
- **32.** Platform 2
- **33.** Platform 3

40. Bağlantı Parçası

- **41.** Bağlantı Ekseni 3

42. Bağlantı Ekseni 4

43. Bağlantı Ekseni 5

50. Yarı Modül

60. Birim Modül

70. Tamamen açılmış katlanabilir direk

80. Tamamen katlanmış katlanabilir direk

BULUŞUN DETAYLI AÇIKLAMASI

Buluş, katlanma oranının arttırılmasına yönelik tasarlanan bir katlanabilir direk **(10)** yapısını içerir. Buluşta bahsi geçen katlanabilir direk **(10)**, çubuk **(20)** adı verilen, yüksekliği yenilikçi yöntem ile arttırılmış dikey uzuvlardan, platformlardan **(30, 32, 33)** ve bunlar arasında bağıl hareket oluşmasını sağlayan dönme eksenleri dik ve arasında ofset olacak şekilde tasarlanmış bağlantı parçalarından **(40)** oluşur.

Şekil 2'de gösterilen çubuk **(20)** her iki ucunda bulunan bağlantı ekseni 1 **(21)**, Şekil 3'te gösterilen platform 1 **(30)** bağlantı ekseni 2 **(31)** ve benzer bir şekilde Şekil 4'te gösterilen bağlantı parçası **(40)** da bağlantı ekseni 3 **(41)**, bağlantı ekseni 4 **(42)** ve bağlantı ekseni 5 **(43)** içerir. Genel durumda çokgen şeklindeki bir platform 1 **(30)**, köşe sayısı kadar bağlantı ekseni 2 **(31)** içerir.

Şekil 5'te görüldüğü üzere, platform 1 **(30)** herhangi bir bağlantı parçasına **(40)**, bağlantı ekseni 2 **(31)** ve bağlantı ekseni 3 **(41)** çakıştıtılarak bir mafsal ile bağlanır. Aynı bağlantı parçasına **(40)** ise bir çubuk **(20)**, bağlantı ekseni 1 **(21)** ve bağlantı ekseni 5 **(43)** çakıştırılarak bir mafsal ile bağlanır. Aynı çubuğun **(20)** boşta kalan bağlantı ekseni 1 **(21)** ekseni ile ikinci bir bağlantı parçasının bağlantı ekseni 4 **(42)** ekseni yine bir mafsal ile birbirine bağlanır. Platform 2 **(31)** de ikinci bağlantı parçasına **(40)**, bağlantı ekseni 2 **(31)** ve bağlantı ekseni 3 **(41)** eksenleri boyunca bir mafsal ile bağlanır. Burada anlatılan prosedür ile

platform 1 **(30)** ve platform 2 **(32)**, iki adet bağlantı parçası **(40)** ve bir adet çubuk **(20)** ile birbirine bağlanarak yarı modülün **(50)** dikey yöndeki bir kenarı oluşturulur. Yarı modülün **(50)** dikey yöndeki diğer üç kenarı için de aynı prosedür uygulanarak toplamda iki tane platform **(30, 32)**, dört tane çubuk **(20)** ve sekiz tane bağlantı parçası **(40)** içeren bir yarı modül **(50)** elde edilir. İki adet yarı modül **(50)**, açılma doğrultusu boyunca ilgili bağlantı parçalarının **(40)** bağlantı eksenlerinden 4 **(42)** mafsallar ile bağlanır ve böylece birim modül **(60)** elde edilmiş olur. Birim modülü **(60)** oluşturan platform 2 **(32)** ve platform 2'ye **(32)** bağlanan dört adet bağlantı parçası **(40)**, iki yarı modül **(50)** için ortak uzuvlardır. Dolayısıyla bir birim modül toplamda üç adet platform **(30,32,33)**, sekiz adet çubuk **(20)** ve on iki adet bağlantı parçası **(40)** içerir. Genel durumda, n-kenarlı 3 adet çokgen platforma **(30)** sahip başka bir birim modül toplamda 3n adet bağlantı parçası **(40)** ve 2n adet çubuk **(20)** içerir.

Ek olarak, Şekil 6'da gösterilen bir birim modül **(60)** açılırken, platform 1'in **(30)** sabit olduğu düşünülürse, platform 2 **(32)** platform 1'e **(30)** göre paralel olarak hem dönme hem de öteleme hareketi yaparken, platform 3 **(33)** platform 1'e **(30)** göre paralel olarak sadece öteleme hareketi yapar. Hem dönme hem öteleme hareketine vida hareketi de denmektedir. Platform 3'ün **(33)** açılma esnasında sadece öteleme hareketi yapması, birçok uzay uygulamalarında istenilen bir özelliktir. Buluşun konusu olan katlanabilir direğin **(10)** içerdiği birim modüller **(60)** bu özelliği sergileyecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca, burada bahsedilen birim modül **(60)** tek serbestlik derecesine sahiptir.

Şekil 6'daki birim modüle **(60)** yine açılma doğrultusu boyunca istenildiği kadar birim modül **(60)** eklenerek arzu edilen boya ulaşabilen bir katlanabilir direk **(10)** elde edilebilir. Ne kadar birim modül **(60)** eklendiğinden bağımsız olarak, elde edilecek katlanabilir direk **(10)** yine tek serbestlik dereceli olacaktır.

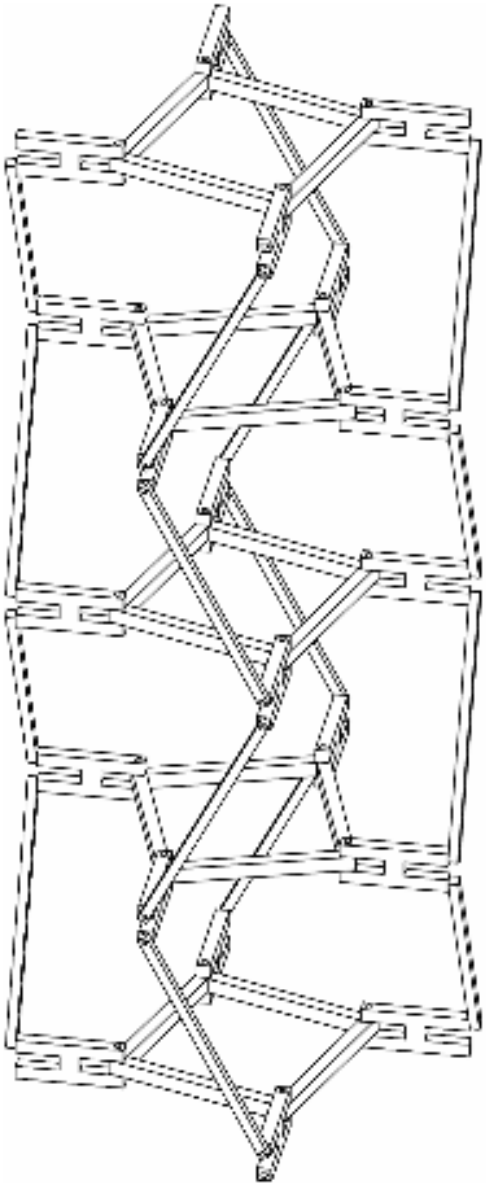
Şekil 7 ve Şekil 8'de sırasıyla, iki adet birim modülden **(60)** oluşan tamamen açılmış katlanabilir direk **(70)** ve tamamen katlanmış katlanabilir direk **(80)** gösterilmektedir. Tamamen açılmış katlanabilir direk **(70)** yüksekliği, büyük oranda çubuk **(20)** yüksekliğine bağlıdır. Ek olarak, tamamen katlanmış katlanabilir direk **(80)** yüksekliği, birim modül **(60)** sayısına bağlı olarak artmaktadır ve üst üste gelen bağlantı parçası **(40)** yüksekliklerinin toplamına eşittir. Böylece, n adet birim modül **(60)** içeren tamamen katlanmış katlanabilir direğin **(80)** yüksekliği, 2n+1 adet bağlantı parçasının **(40)** yükseklikleri toplamına eşit olacaktır.

Katlanabilir direğin **(10)** hareketi, platform 1'e **(30)** bağlanmış herhangi bir bağlantı parçasının **(40)** bağlantı ekseni 3 **(41)** eksenindeki döner mafsalının tahrik edilmesiyle sağlanır. Tamamen açılmış katlanabilir direk **(70)** tekil konuma gelmektedir ve aynı mafsalın tahriki ile hareketi mümkün değildir.

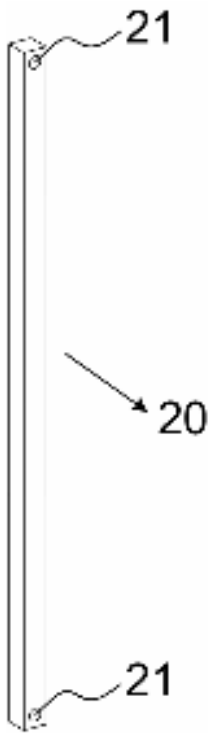
Buluşta toplamda bir serbestlik derecesine sahip, vida tipi katlanma özelliği gösteren, en uçtaki platformu sadece öteleme hareketi yapan ve birim modülleri **(60)** senkronize hareket edebilen bir katlanabilir direk **(10)** yapısı elde edilmiştir.

BULUŞUN SANAYİYE UYGUNLAMA BİÇİMİ

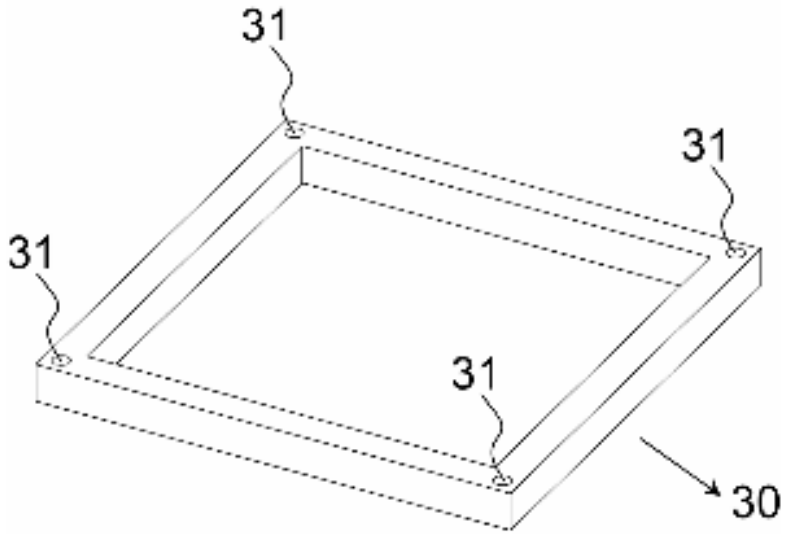
Bu buluş özellikle uydularda kullanılmak üzere uzay uygulamalarına yöneliktir, fakat yeryüzü uygulamalarında da kullanılabilir. Uydularda kullanılan bu tip katlanabilir direkler **(10)** anten, güneş paneli, sensör gibi bazı uydu bileşenlerinin ana uydu gövdesinden belirli bir mesafe uzağında konumlandırılması için kullanılmaktadır. Buna göre sektörde uzay uygulamalarına yönelik çalışmalar yapan şirketler, devlet uzay ajansları, savunma sanayisi ile ilgili kuruluşlar ticari faaliyetlerinde bu buluştan faydalanabilir.



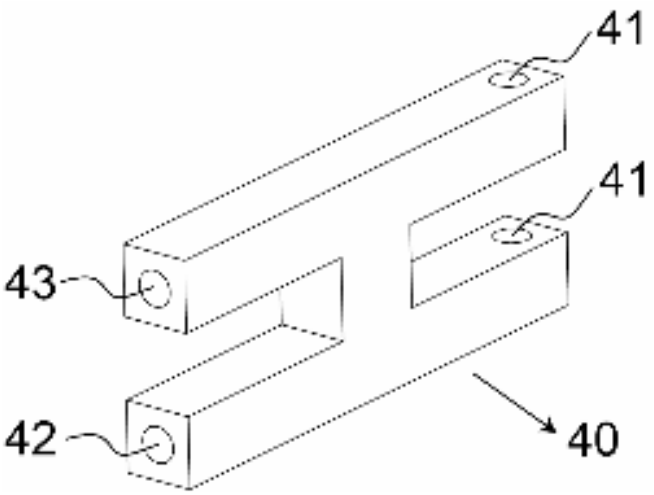
ŞEKİL *1*



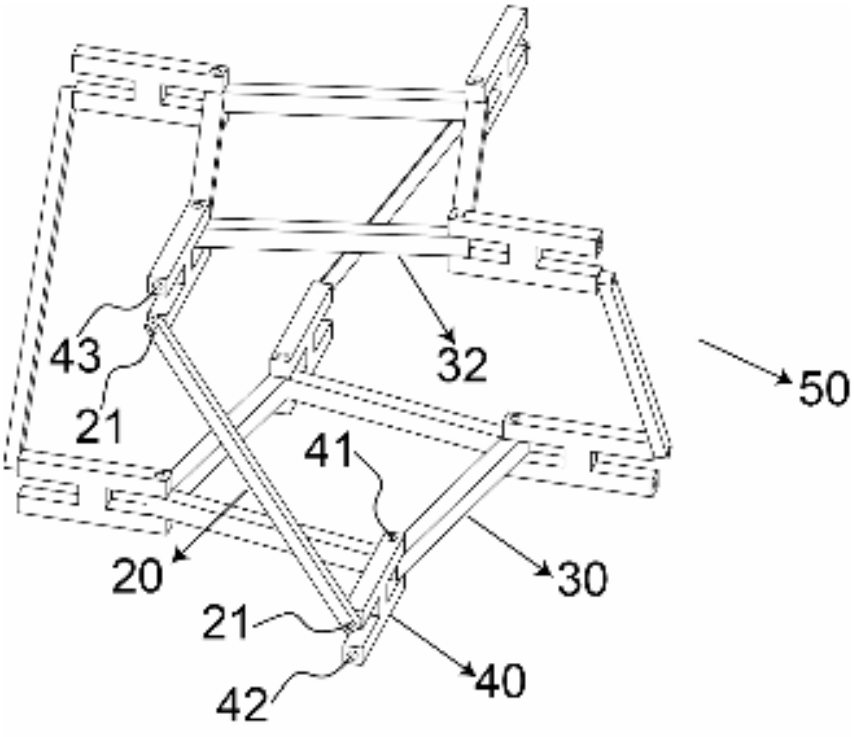
ŞEKİL 2



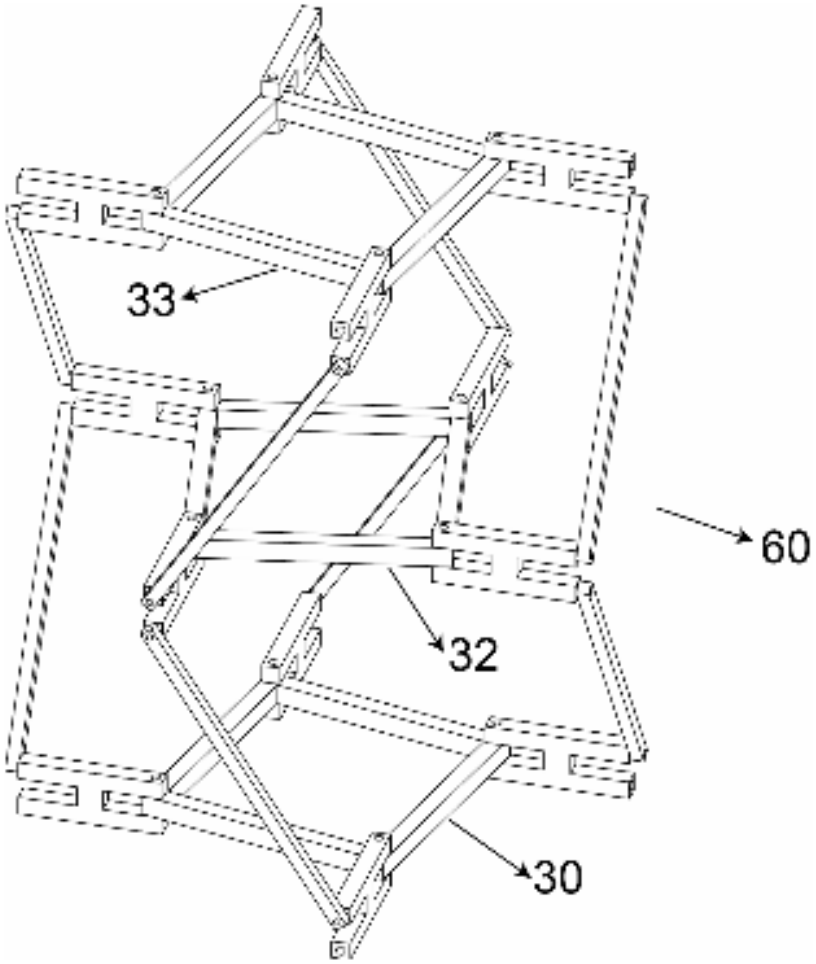
ŞEKİL *3*



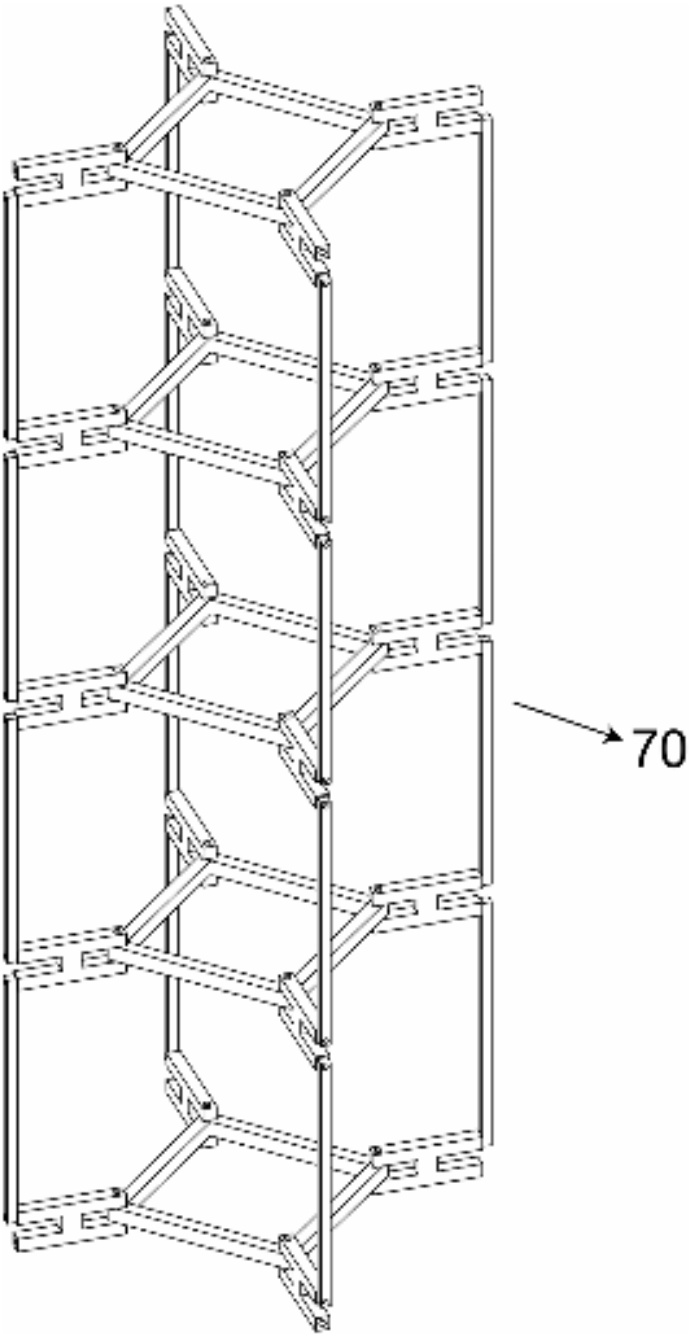
ŞEKİL *4*



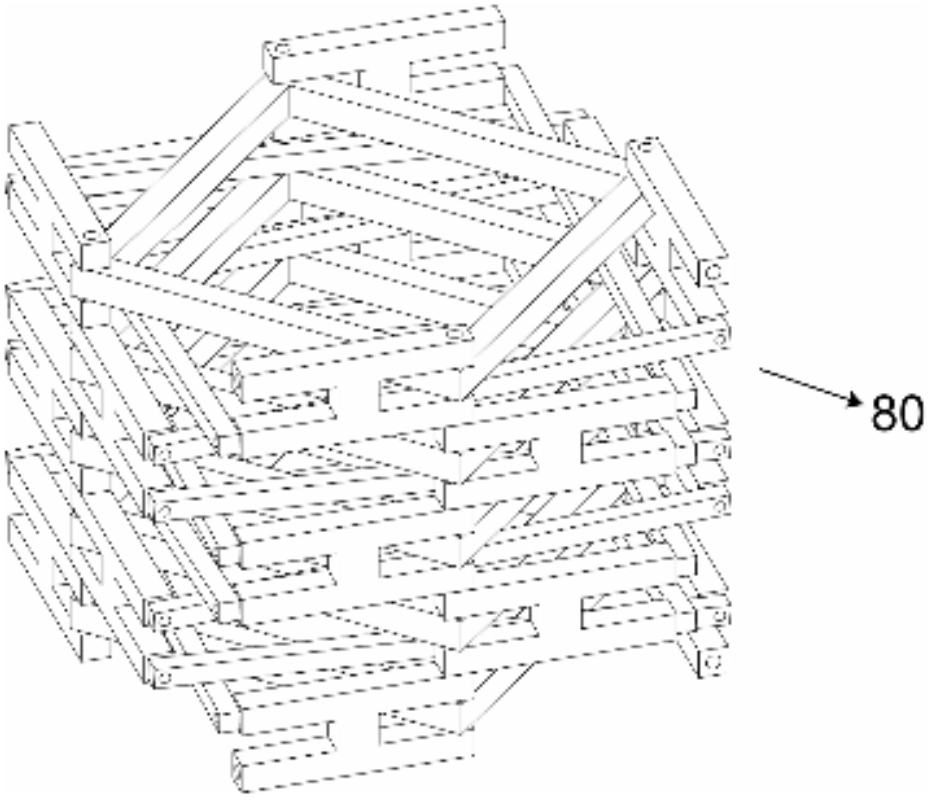
ŞEKİL *5*



ŞEKİL *6*



ŞEKİL 7



ŞEKİL *8*