ÖZET

ÇOK KANALLI DÖNER BAĞLANTI ELEMANI VE BUNUNLA ELDE EDİLEN ÇOK EKSENLİ BAĞLANTI

Buluş; endüstriyel robotlar ve robotik kol sistemlerinde, hidrolik presler, ileri teknoloji üretim makineleri ve taşıma sistemleri gibi yüksek basınçlı uygulamalarda, havacılık ve uzay alanında özellikle uçaklarda, helikopterlerde ve roket sistemlerinde, otomotiv endüstrisinde özellikle hidrolik direksiyonlar, fren sistemleri, süspansiyonlar ve test ekipmanlarında, gıda ve içecek alanında özellikle gıda işleme makineleri ve içecek üretim hatlarında, otomatik kontrol sistemlerinde, kısacası sıvı, gaz ve enerji iletimi gerektiren ve aynı zamanda segmentler arasındaki dönme hareketini engellemeden bu iletimin sürekli olarak gerçekleşmesini sağlayan çok kanallı döner bağlantı elemanı ve bununla elde edilen çok eksenli bağlantı ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Buluş, çok eksenli bağlantı olup özelliği;

- kolların (K1, K2) dönüş yaptığı merkeze doğru bakan mil delikleri barındıran ve kolların (K1, K2) eksenel hareketlerine rağmen dönüş merkezine bakmaya devam eden, birbirlerine bağlı bir biçimde konumlandırılan, birinci kola (K1) bağlı en az bir adet birinci biyel (S1) ve ikinci kola (K2) bağlı en az bir adet ikinci biyel (S2),
- akışkan iletimi amacıyla birbirlerine borularla (7) bağlı olan, birinci biyel (S1) ekseni üzerine, ikinci biyel (S2) ekseni üzerine ve biyellerin (S1, S2) birbirlerine bağlandığı noktaya olmak üzere üç ayrı noktaya konumlandırılan en az üç adet çok kanallı döner bağlantı elemanı (M),
- çok kanallı döner bağlantı elemanının (M) gövdesini oluşturmak ve çok kanallı döner bağlantı elemanına (M) ait tüm yapıyı barındırmak üzere en az bir adet yuva (1),
- yuva (1) tarafından sarılan ve dönerek yuva (1) içerisinde hareket eden en az bir adet çok kanallı mil (2),
- borular (7) vasıtasıyla gelen akışkanın yuvaya (1) girişini sağlamak üzere yuvanın (1) dış yüzeyine konumlandırılmış giriş kanalları (A1),
- giriş kanalları (A1) vasıtasıyla yuvaya (1) ulaşan akışkanın, çok kanallı milin (2) dönerek yuva (1) içerisinde hareket etmesi esnasında kesintisiz ve sürekli olarak çok kanallı mil (2) içerisine ulaşmasını sağlamak üzere yuva (1) çevresinin yarısını kapsayacak şekilde yuvanın (1) iç kısmına konumlandırılmış en az bir adet oyuk (A2),
- oyuk (A2) vasıtasıyla çok kanallı mil (2) içerisine sürekli olarak akan akışkanın çok kanallı milden (2) çıkarak tekrar borulara (7) iletilmesini sağlamak üzere çok kanallı milin (2) dış yüzeyine konumlandırılmış çıkış kanalları (A3),
- akışkanda oluşabilecek sızıntıları bertaraf etmek üzere çok kanallı mil (2) üzerine konumlandırılmış sızdırmazlık elemanları (5),

– çok kanallı milin (2) dönerek içerisinde hareket ettiği yuvadan (1) çıkmasını engellemek üzere yuva (1) üzerindeki bağlantı noktalarına cıvatalar (4) ve somunlar (6) vasıtasıyla takılan en az bir adet kapak (3) içermesiyle karakterize edilmesidir.

TARİFNAME

ÇOK KANALLI DÖNER BAĞLANTI ELEMANI VE BUNUNLA ELDE EDİLEN ÇOK EKSENLİ BAĞLANTI

TEKNİK ALAN

Buluş; endüstriyel robotlar ve robotik kol sistemlerinde, hidrolik presler, ileri teknoloji üretim makineleri ve taşıma sistemleri gibi yüksek basınçlı uygulamalarda, havacılık ve uzay alanında özellikle uçaklarda, helikopterlerde ve roket sistemlerinde, otomotiv endüstrisinde özellikle hidrolik direksiyonlar, fren sistemleri, süspansiyonlar ve test ekipmanlarında, gıda ve içecek alanında özellikle gıda işleme makineleri ve içecek üretim hatlarında, otomatik kontrol sistemlerinde, kısacası sıvı, gaz ve enerji iletimi gerektiren ve aynı zamanda segmentler arasındaki dönme hareketini engellemeden bu iletimin sürekli olarak gerçekleşmesini sağlayan çok kanallı döner bağlantı elemanı ve bununla elde edilen çok eksenli bağlantı ile ilgilidir.

ÖNCEKİ TEKNİK

Borular, genel olarak içlerinden geçen akışkanı taşımak ve yönlendirmek amacıyla kullanılan yapısal elemanlardır. Bazı uygulamalarda, boruların yalnızca sabit bir hat üzerinde akışkanı iletmesi yeterli olurken, belirli durumlarda esneklik ve hareket kabiliyeti de gerekebilmektedir. Örneğin, bir robotik kol sisteminde, farklı segmentler arasında sıvı transferi sağlamak amacıyla boruların hareket edebilmesi gerekebilmektedir. Eğer tek bir borunun belirli bir eksende sabit dönüş yapması söz konusuysa, genellikle metal borular tercih edilmekte, ancak birden fazla akışkan hattının aynı noktadan hareketli bir yapıya bağlanması gerekiyorsa, metal borular yerine yüksek basınca dayanıklı spiral veya örgülü çelik hortumlar gibi esnek boru sistemleri kullanılmaktadır.

Borular, sıvı ve gaz gibi akışkanların iletilmesi amacıyla pek çok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle hidrolik ve pnömatik sistemler, robotik teknolojiler

ve otomotiv endüstrisi gibi alanlarda, boruların sadece akışkanı iletmekle kalmayıp belirli hareketleri gerçekleştirebilmesi de büyük önem taşımaktadır. Geleneksel boru sistemlerinde, sabit bir eksende dönen tek bir boru için metal borular yeterli olmakta, ancak birden fazla akışkan hattının aynı anda hareket etmesi gerektiğinde, mevcut çözümler genellikle yüksek basınçlı spiral veya örgülü çelik hortumlar gibi esnek borulara dayanmaktadır. Bu durum, sistemin karmaşıklığını artırmakta ve belirli kısıtlamalar getirmektedir. Sektör, boruların hareketli yapılarda kullanılabilmesini sağlarken akışkan hacminde değişiklik olmamasını beklemektedir. Özellikle robotik sistemlerde, hidrolik pistonlara iletilen akışkanın sabit miktarda olması kritik bir gerekliliktir. Akışkan hacmindeki dalgalanmalar, sistemin hassasiyetini ve verimliliğini olumsuz etkilemektedir.

Akışkan iletimi sağlayan boruların eksenel hareket kabiliyeti kazanması için farklı teknikler geliştirilmiştir. Günümüzde bazı modern mutfak musluklarında, silindirik veya küresel bağlantı noktalarına sahip tek bir metal borunun hareket edebilmesi sağlanmaktadır. Bu sistemlerde, borunun bağlantı noktasında eksenel hareket gerçekleştirmesi sayesinde esnek bir kullanım sağlanmaktadır. Benzer şekilde, otomotiv ve havacılık sektörlerinde kullanılan döner bağlantı elemanları (rotary joints) akışkan iletiminin hareketli parçalara taşınmasını sağlar. Örneğin, vinçlerde ve hidrolik robot kollarında döner bağlantı noktaları aracılığıyla hidrolik sıvı aktarımı sağlanmaktadır. Ancak bu sistemler de genellikle tek bir boru veya akışkan hattı için uygundur. Birden fazla borunun aynı anda hareket edebilmesi için her bir borunun kendi ekseninde hareket edebilmesi gerekmekte, bu da birbirinden bağımsız eksenlerin oluşmasına sebep olmaktadır. Çoklu boru sistemlerinde ortak bir eksende senkronize hareket sağlamak için karmaşık çok kanallı döner bağlantılardan olan “Multi-Passage Rotary Joint” sistemleri de kullanılmaktadır. Bu sistemde akışkan, giriş hattına dik bir yönde dışarı aktarılmaktadır. Ancak çoklu kanalların merkezi bir bölgede toplanmış olması, cihazın kompakt tasarımını engelleyerek yerleşim açısından dezavantaj oluşturmaktadır. Mevcut Multi-Passage Rotary Joint sistemleri genellikle tek eksenli veya iki eksenli harekete sahip sistemler için tasarlanmıştır. Üç eksenli hareketi destekleyen bir boru aktarım mekanizması oldukça karmaşık olup, bu tür bir uygulama için özel mühendislik çözümleri geliştirilmesi gerekmektedir.

Günümüzde genellikle döner tablalar, makaralar ve hidrolik veya pnömatik robotik aktüatörlerde kullanılan tek eksenli çok kanallı döner bağlantılar mevcut olup bunlar yalnızca tek eksende dönebilmekte ve üç eksenli sistemler için uygun olmamaktadır. Eksenel ve açısal hareketi mümkün kılmak üzere kardanik mafsallar veya küresel mafsallar ile birleştirilerek oluşturulan iki eksenli döner birleşimler mevcut olup bunların üç eksende hareket etmek için genellikle esnek hortum veya teleskobik yapılar gerektirmektedir. Endüstriyel robotik kollarda ve havacılık uygulamalarında kullanılan esnek hortum ve döner birleşim hibrit sistemler her ne kadar belirli eksenlerde hareket edebilse de, üçüncü eksende kontrolsüz deformasyonlar meydana gelebilmektedir.

Üç eksende hareket edebilen çok kanallı döner bağlantılar elde etmek için bazı özel çözümler geliştirilmiştir. Üç eksende serbest hareket eden küresel bağlantı noktalarıyla akışkanın taşınmasını mümkün kılan gimbal tabanlı döner birleşimler kullanılmakta fakat bu sistemler akışkan geçişinde basınç kayıplarına ve akışkan sızıntısına neden olmaktadır. Temassız aktarma prensibiyle çalışarak üç eksenli hareketi destekleyen manyetik kaplinli döner bağlantılar ise yüksek tork gerektiren uygulamalarda sınırlıdır ve akışkan taşımada genellikle yetersiz kalmaktadır. İç içe geçen boruların uzamasıyla hareket sağlayan teleskobik boru ile çok eksenli döner aktarım sistemlerinin güvenilirliği ise yüksek basınçlı sıvılar için oldukça düşüktür. Tüm bunlara alternatif olarak, yüksek basınca dayanıklı spiral veya örgülü çelik hortumlar da sıvı iletiminde kullanılmaktadır. Bu borular esnek yapıları sayesinde hareket edebilmekte ancak içlerinden geçen akışkanın oluşturduğu basınç, sistemin verimliliğini sınırlandırabilmektedir. Ayrıca bu tip boruların mekanik dayanıklılığı arttıkça esneklikleri azalmakta, bu da hareketli sistemlerde kullanım açısından önemli kısıtlamalar doğurmaktadır. Diğer yandan, yüksek basınçlı hortumlar geniş bir alan kapladığından, kompakt sistem tasarımlarında tercih edilmesi zorlaşmaktadır.

Özetlemek gerekirse; tek borulu eksenel hareket mekanizmaları sadece tek bir borunun eksenel hareketine izin vermekte, çoklu boru sistemleri için uygun olmamakta, birden fazla boru kullanıldığında, her boru kendi ekseni etrafında

farklı yönlerde hareket edeceğinden ortak bir eksende senkronize hareket sağlanamamakta, çok borulu sistemlerde eksenel hareketi sağlamak için teleskobik mekanizmalara ihtiyaç duyulmakta ancak bu sistemler de genellikle karmaşık, maliyetli ve aşınmaya yatkın bir yapıya sahip olmaktadır. Yüksek basınçlı spiral ve örgülü çelik hortumlar ise yüksek basınç altında çalışabilmesine rağmen, belirli bir eksende hareket etmek yerine serbest olarak hareket etmekte, akışkanın oluşturduğu basınç değerleri belirli koşullarda yetersiz kalabilmekte, fazla yer kapladığından kompakt sistemlerde verimli bir şekilde kullanılamamakta, esnek yapı zamanla yorulmaya ve deformasyona uğrayabilmekte, bu da sistemin ömrünü kısaltabilmektedir.

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı üzere; mevcut yöntemlerin aksine, birden fazla borunun ortak bir eksende hareket etmesine olanak tanıyacak, böylece, boruların hareket ettikleri eksenler arasında farklılık oluşturmadan akışkan transferini sağlayacak, metal boruların kullanımı sayesinde akışkan hacminde değişiklik yaşanmasının önüne geçecek, bu sayede, hidrolik sistemlerde akışkanın sabit kalmasını gerektiren uygulamalar için büyük bir avantaj oluşturacak, basit yapılı, az yer kaplayan, bu özellikleriyle çok eksenli hareket kabiliyetine sahip olan yapılandırmaları basitleştiren, kısacası hidrolik robot kolları veya ekskavatör kolları gibi uygulama alanlarında yüksek basınçlı sıvıyı tamamen metal borularla aktarmayı mümkün kılan, bir, iki veya üç eksenli hareketlerin gerçekleştirilmesi esnasında akışkanı iletmede kolaylık sağlayan yeni bir yapılanmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak, mevcut teknikte var olan ve günümüzde kullanılmakta olan yapılanmalara ve uygulamalara ait eksikliklerin ve dezavantajların ortadan kaldırılmasına olan gereksinim, ilgili teknik alanda bir geliştirme yapmayı zorunlu kılmaktadır.

BULUŞUN AMACI

Mevcut buluş yukarıda bahsedilen dezavantajları ortadan kaldırmak ve ilgili teknik alana yeni avantajlar sağlamak üzere geliştirilmiş çok kanallı döner bağlantı elemanı ve bununla elde edilen çok eksenli bağlantı ile ilgilidir.

Buluşun amacı; birden fazla borunun ortak bir eksende hareket etmesine olanak tanıyan bir yapılanmanın ortaya koyulmasının sağlanmasıdır.

Buluşun başka bir amacı; birden fazla borunun ortak bir eksende hareket etmesine olanak tanıyan bir yapılanmanın ortaya koyulması sayesinde, boruların hareket ettikleri eksenler arasında farklılık oluşturmadan akışkan transferini gerçekleştiren bir yapılanmanın oluşturulmasının sağlanmasıdır.

Buluşun diğer bir amacı; her şartta metal boru kullanımına imkân veren bir yapılanmanın elde edilmesinin sağlanmasıdır.

Buluşun bir başka amacı; her şartta metal boru kullanımına imkân veren bir yapılanmanın elde edilmesi sayesinde, akışkan hacminde değişiklik yaşanmasının önüne geçen, böylece, hidrolik sistemlerde akışkanın sabit kalmasını gerektiren uygulamalar için büyük bir avantaj oluşturan bir yapılanmanın ortaya koyulmasının sağlanmasıdır.

Buluşun bir diğer amacı; basit yapılı ve az yer kaplayan bir yapılanmanın oluşturulması, bu sayede, çok eksenli hareket kabiliyetine sahip olan yapılandırmaların da basitleştirilmesinin sağlanmasıdır.

Buluşun başka bir amacı; bir, iki veya üç eksenli hareketlerin gerçekleştirilmesi esnasında akışkanı iletmede kolaylık oluşturan, bu sayede, özellikle hidrolik robot kolları veya ekskavatör kolları gibi uygulama alanlarında yüksek basınçlı sıvıyı tamamen metal borularla aktarmayı mümkün kılan bir yapılanmanın elde edilmesinin sağlanmasıdır.

Buluşun yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları aşağıda verilen şekiller ve bu şekillere atıflar yapılmak suretiyle yazılan detaylı açıklama

sayesinde daha net olarak anlaşılacaktır ve bu nedenle değerlendirmenin de bu şekiller ve detaylı açıklamanın göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir.

ŞEKİLLERİN KISA AÇIKLAMASI

Yukarıda kısaca özetlenen ve aşağıda daha detaylı ele alınan buluşun uygulamaları, buluşun ekteki çizimlerde betimlenen örnek uygulamalarına başvurarak anlaşılabilir. Ancak ekteki çizimlerin yalnızca bu buluşun tipik uygulamalarını betimlediğini ve kapsamını sınırladığının varsayılmayacağını belirtmek gerekmektedir.

Şekil-1: Buluş konusu çok kanallı döner bağlantı elemanına ait temsili izometrik görünümdür.

Şekil-2: Buluş konusu çok kanallı döner bağlantı elemanına ait temsili kesit görünümdür.

Şekil-3: Buluş konusu çok kanallı döner bağlantı elemanına ait patlatılmış görünümdür.

Şekil-4: Buluş konusu çok kanallı döner bağlantı elemanlarıyla elde edilen çok eksenli bağlantıya, bu bağlantıyı içeren ve eksenel hareket eden kollara ait temsili izometrik görünümdür.

Şelik-5: Buluş konusu çok kanallı döner bağlantı elemanlarıyla elde edilen çok eksenli bağlantıya ait temsili izometrik görünümdür.

REFERANS AÇIKLAMALARI

M. Çok kanallı döner bağlantı elemanı

A1. Giriş kanalı

A2. Oyuk

A3. Çıkış kanalı

K1. Birinci kol

K2. İkinci kol

S1. Birinci biyel

S2. İkinci biyel

1. Yuva
2. Çok kanallı mil
3. Kapak
4. Cıvatalar
5. Sızdırmazlık elemanları
6. Somunlar
7. Borular

BULUŞUN DETAYLI AÇIKLAMASI

Buluşa konu olan ürünün bu detaylı açıklamadaki tercih edilen alternatifleri, sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak ve hiçbir sınırlayıcı etki oluşturmayacak şekilde açıklanmaktadır.

Buluş; endüstriyel robotlar ve robotik kol sistemlerinde, hidrolik presler, ileri teknoloji üretim makineleri ve taşıma sistemleri gibi yüksek basınçlı uygulamalarda, havacılık ve uzay alanında özellikle uçaklarda, helikopterlerde ve roket sistemlerinde, otomotiv endüstrisinde özellikle hidrolik direksiyonlar, fren sistemleri, süspansiyonlar ve test ekipmanlarında, gıda ve içecek alanında özellikle gıda işleme makineleri ve içecek üretim hatlarında, otomatik kontrol sistemlerinde, kısacası sıvı, gaz ve enerji iletimi gerektiren ve aynı zamanda segmentler arasındaki dönme hareketini engellemeden bu iletimin sürekli olarak gerçekleşmesini sağlayan çok kanallı döner bağlantı elemanı (M) ve bununla elde edilen çok eksenli bağlantı ile ilgilidir.

Buluş kapsamında yer alan çok kanallı döner bağlantı elemanı (M) genel olarak; gövdeyi oluşturmak ve tüm yapıyı barındırmak üzere en az bir adet yuva (1), yuva (1) tarafından sarılan ve dönerek yuva (1) içerisinde hareket eden en az bir adet çok kanallı mil (2), borular (7) vasıtasıyla gelen akışkanın yuvaya (1) girişini sağlamak üzere yuvanın (1) dış yüzeyine konumlandırılmış giriş kanalları (A1), giriş kanalları (A1) vasıtasıyla yuvaya (1) ulaşan akışkanın, çok kanallı milin (2) dönerek yuva (1) içerisinde hareket etmesi esnasında kesintisiz ve sürekli olarak çok kanallı mil (2) içerisine ulaşmasını sağlamak üzere yuva (1) çevresinin

yarısını kapsayacak şekilde yuvanın (1) iç kısmına konumlandırılmış en az bir adet oyuk (A2), oyuk (A2) vasıtasıyla çok kanallı mil (2) içerisine sürekli olarak akan akışkanın çok kanallı milden (2) çıkarak tekrar borulara (7) iletilmesini sağlamak üzere çok kanallı milin (2) dış yüzeyine konumlandırılmış çıkış kanalları (A3), akışkanda oluşabilecek sızıntıları bertaraf etmek üzere çok kanallı mil (2) üzerine konumlandırılmış sızdırmazlık elemanları (5), çok kanallı milin (2) dönerek içerisinde hareket ettiği yuvadan (1) çıkmasını engellemek üzere yuva (1) üzerindeki bağlantı noktalarına cıvatalar (4) ve somunlar (6) vasıtasıyla takılan en az bir adet kapak (3) içermektedir.

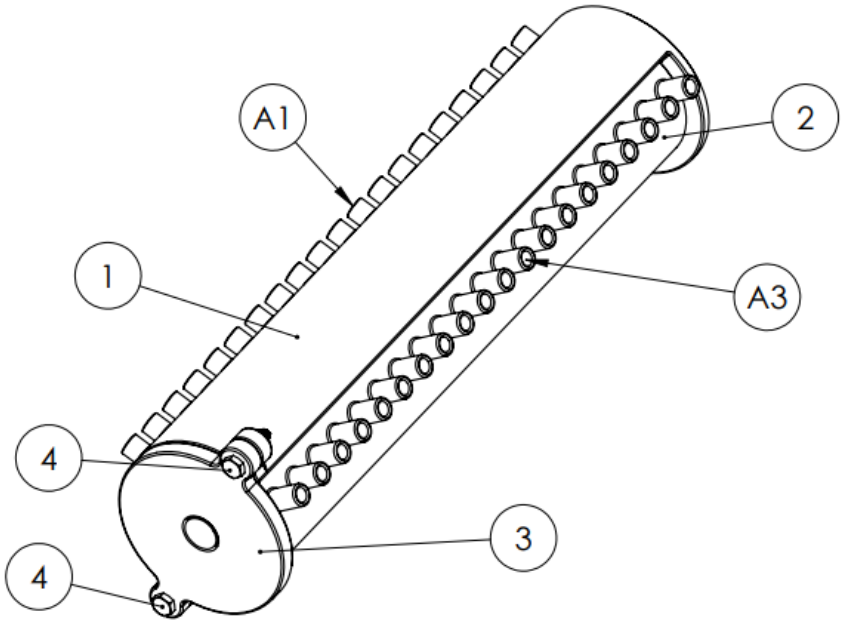
Şekil-1'de tek eksenli çok kanallı döner bağlantı elemanı (M) görülmektedir. Burada yuvaya (1) bağlanan boruların (7) çok kanallı milden (2) çıkan borulara (7) akış yapması sağlanmaktadır. Ayrıca bu çok kanallı mil (2) dönme hareketi yapmasına rağmen akış sürekli ve kesintisiz olarak devam etmektedir. Bu özellik Şekil-2'deki kesit görünüm incelendiğinde daha iyi anlaşılmaktadır. Şekil-2'de akışkan giriş kanallarından (A1) yuvaya (1) giriş yaparak yuva (1) içerisindeki oyuğa (A2) akmaktadır. Oyuk (A2), çok kanallı milin (2) yuva (1) içerisinde dönerek hareket etmesine rağmen akışkanın çıkış kanallarına (A3) ulaşmasına ve çok kanallı mili (2) terk ederek borulara (7) iletilmesine izin vermektedir.

Şekil-1, şekil-2 ve şekil-3'te görüleceği üzere, buluş konusu tek eksenli, çok kanallı döner bağlantı elemanı (M) az sayıda parçaya ve basit bir yapıya sahiptir. Bu özellik, tek eksenli, çok kanallı döner bağlantı elemanları (M) kullanılarak oluşturulacak olan çok eksenli bağlantının da basit ve az yer kaplayan bir yapıya sahip olmasını sağlamaktadır.

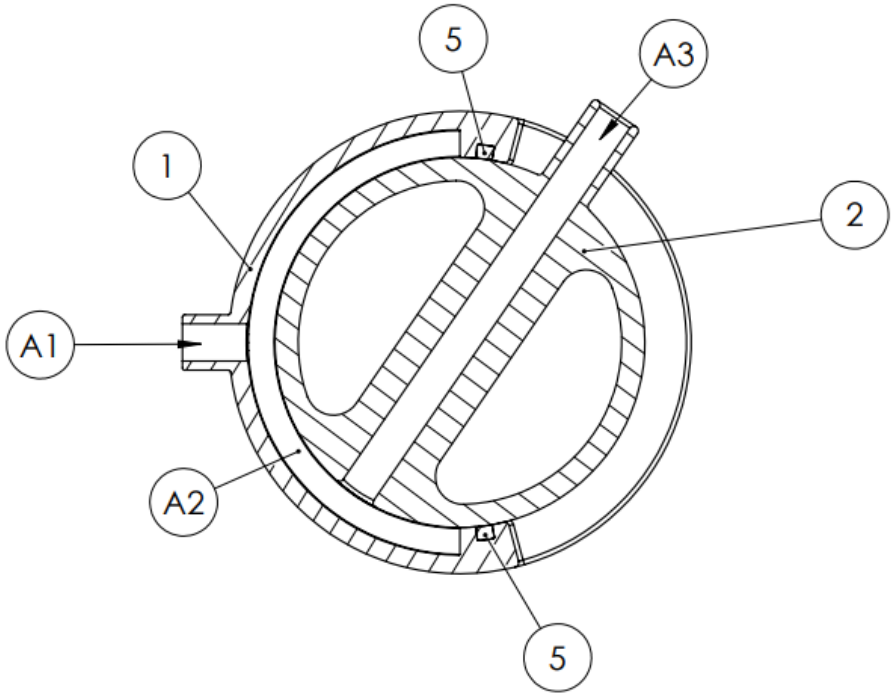
Şekil-4'te çok eksenli ve çok kanallı bir bağlantı yapısı görülmektedir. Bu oluşum, çok eksenli hareket edebilen birinci kolun (K1) ve ikinci kolun (K2) iki veya üç eksenli hareketlerin tamamını yapabildiği bir tasarımdır. Çok eksenli ve çok kanallı bağlantı yapısı birinci ve ikinci kolun (K1, K2) hareket etmesi durumunda akışkanın güvenli bir şekilde akmasına izin vermektedir. Burada biyellerin (S1, S2) yapılarından söz etmek gerekmektedir. Bu biyeller (S1, S2) kolların (K1, K2) dönüş yaptığı merkeze doğru bakan mil delikleri barındırmaktadır. Bu biyeller (S1,

S2) kolların (K1, K2) eksenel hareketlerine rağmen dönüş merkezine bakmaya devam etmektedir. Böylelikle belli bir yörüngede dönüş yaparken merkeze bakan mil deliğinin olduğu yerde tek eksenli hareketlerini sürdürebilen biyeller (S1, S2) oluşmaktadır. Biyellerin (S1, S2) sahip olduğu bu hareket sayesinde, tek eksenli çok kanallı döner bağlantı elemanları (M) Şekil-5'te gösterildiği üzere biyellere (S1, S2) bağlanmakta, borular (7) ile bu tek eksenli çok kanallı döner bağlantı elemanları (M) birleştirilmektedir. Böylelikle çok eksenli harekete geçiş yapılmaktadır.

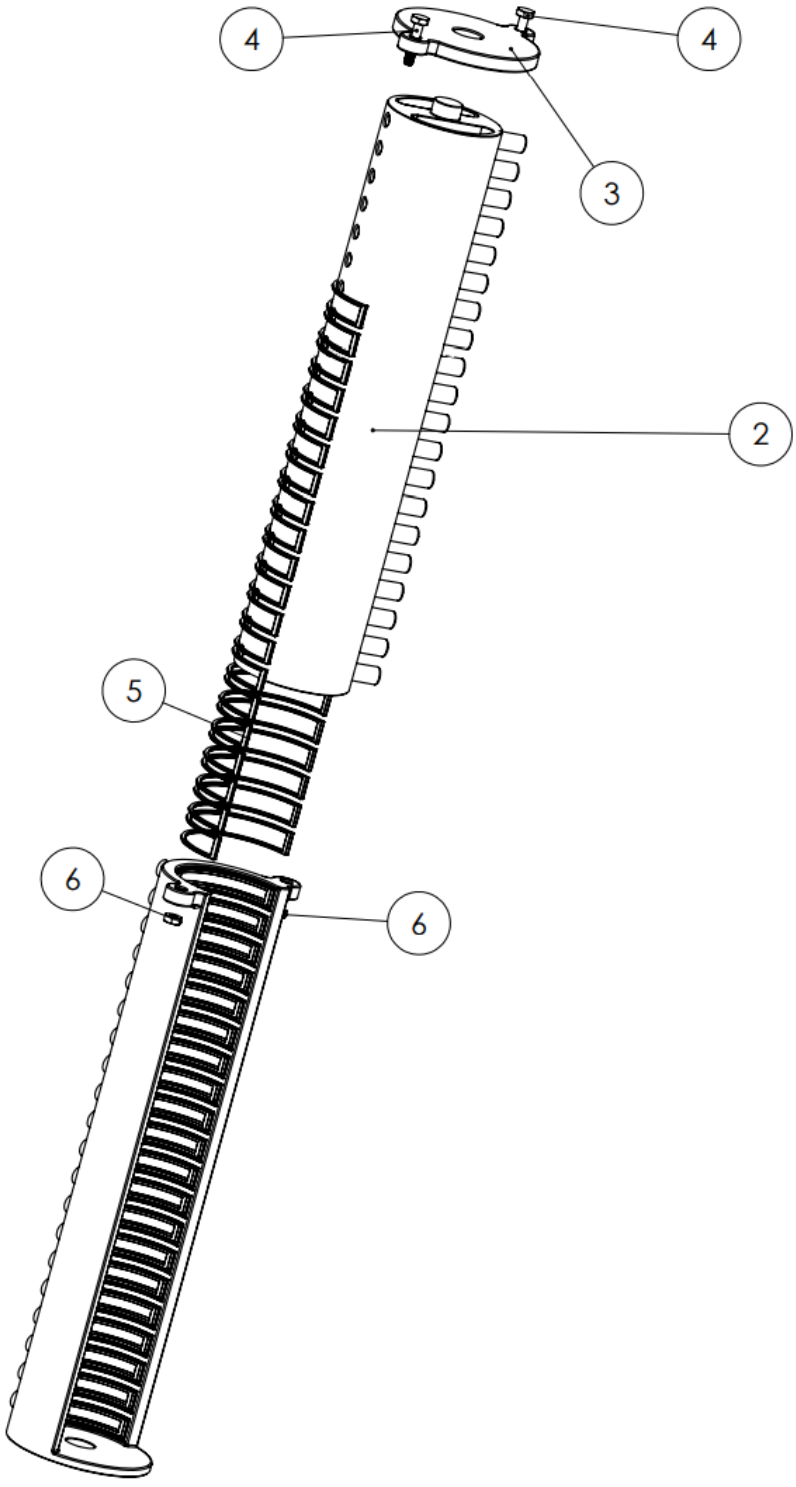
Şekil-5'e bakarak örnek bir akış hareketin nasıl gerçekleştiğini açıklamak gerekirse; akışkanlar birinci koldan (K1) borular (7) vasıtasıyla gelerek birinci kola (K1) bağlanmış biyelin (S1) üzerinde bulunan tek eksenli çok kanallı döner bağlantı elemanına (M) giriş yapmakta, ardından buradan çıkış yapan akışkanlar tekrar borular (7) yardımıyla ilerlemeye devam etmekte ve biyellerin (S1, S2) birbirleriyle bağlandığı yüzey üzerindeki ikinci tek eksenli çok kanallı döner bağlantı elemanına (M) giriş yapmakta, buradan çıkan akışkanlar tekrar borular (7) vasıtasıyla ikinci kola (K2) bağlanmış biyelin (S2) üzerindeki tek eksenli çok kanallı döner bağlantı elemanına (M) doğru ilerlemekte ve bu tek eksenli çok kanallı döner bağlantı elemanı (M) yardımıyla ikinci kolun (K2) yörüngesinde hareket edebilecek duruma gelen akışkan yolculuğunu tamamlamış olmaktadır. Kısacası tek eksenli çok kanallı döner bağlantı elemanları (M), biyellerin (S1, S2) hareketlerine uyum sağlayarak çok eksenli bir bağlantı yapısı oluşturabilmektedir.



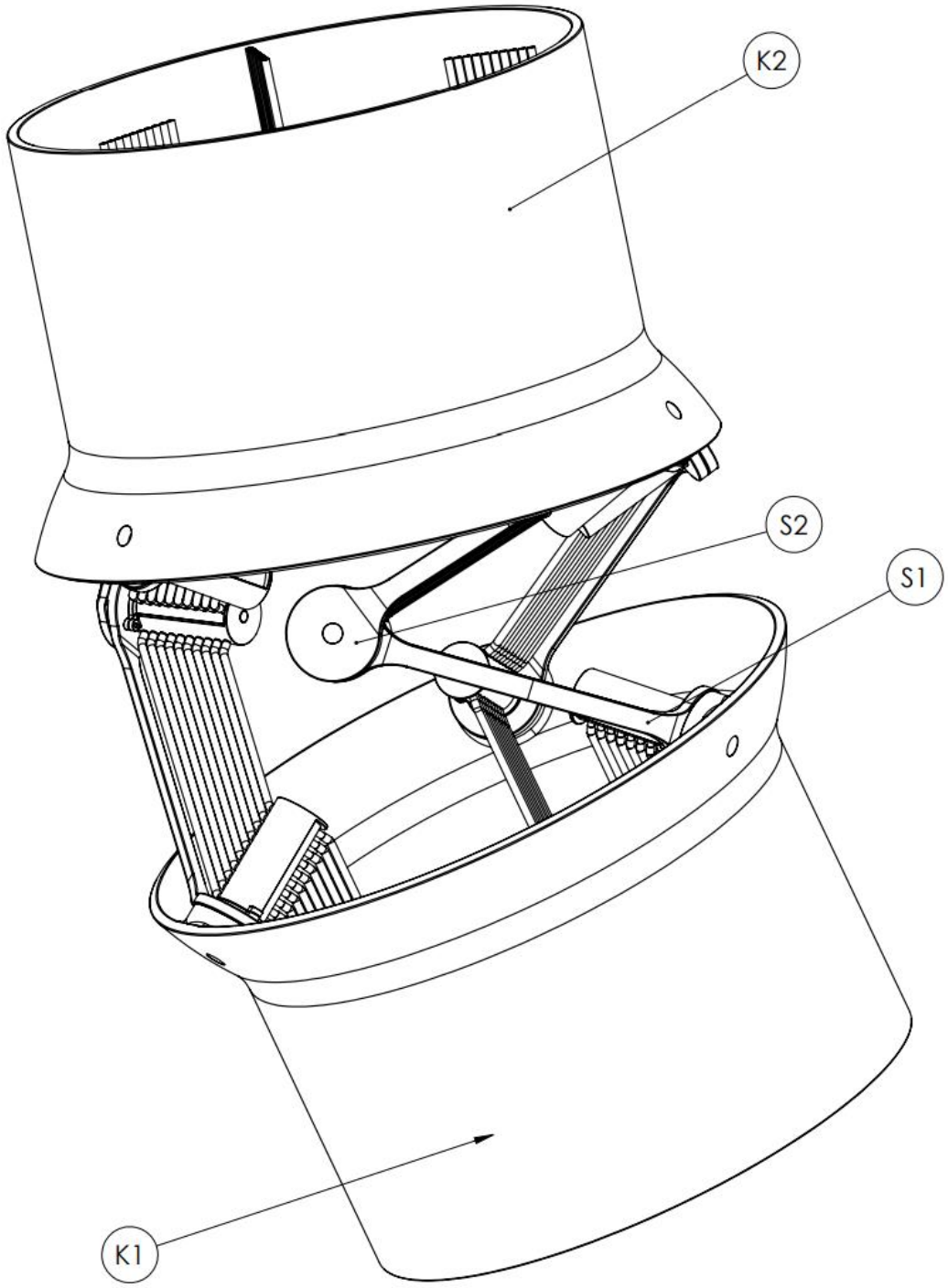
Şekil 1



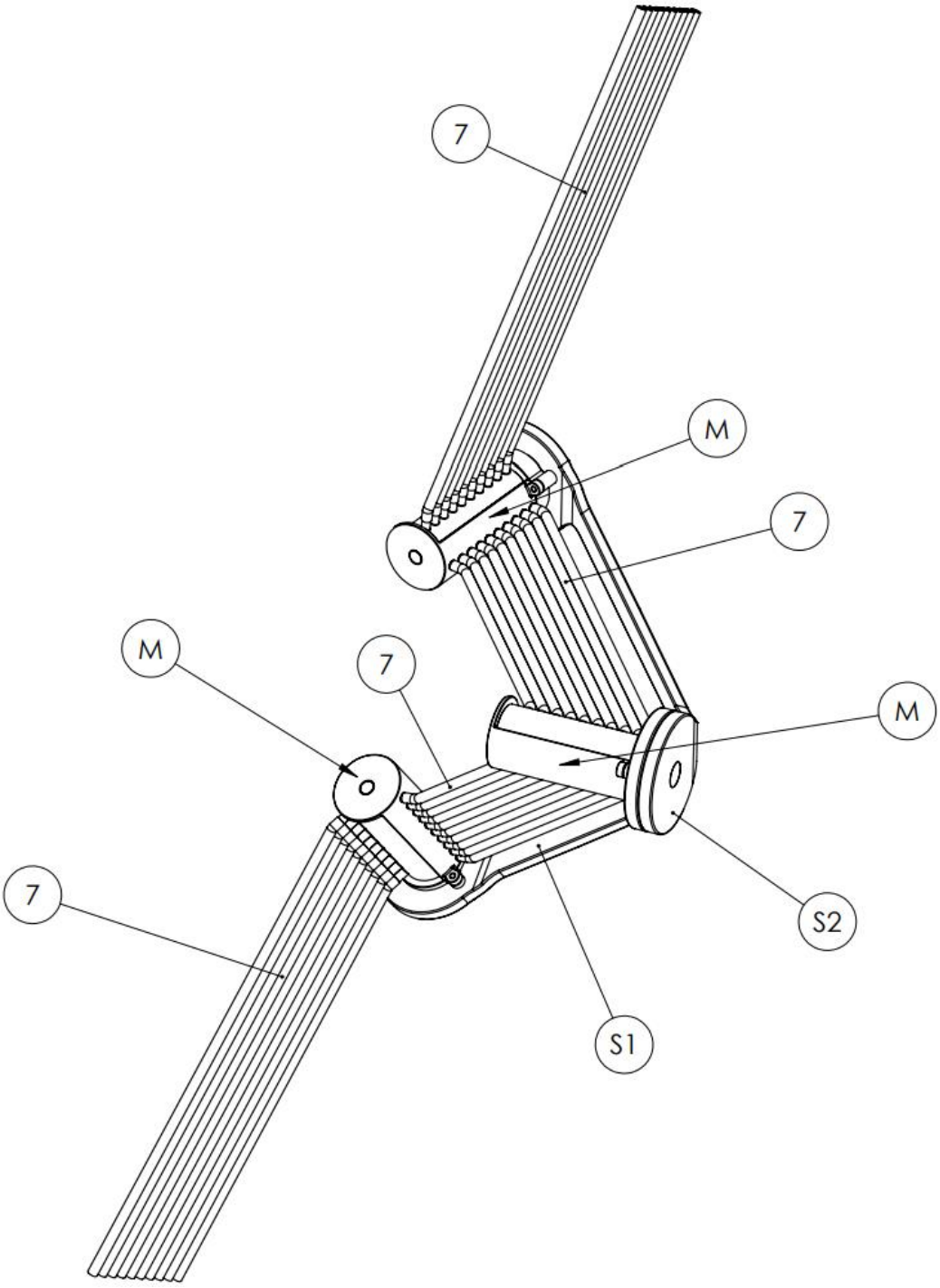
Şekil 2



Şekil 3



Şekil 4



Şekil 5