

-Ringle Çalışma şekli

O-ringin sızdırmazlık etkisi, monte edilmesi sırasında oluşturulan aksel veya çapsal deformasyon sayesinde olur. Bu deformasyon yuvanın uygun tasarımı ile sağlanır. Kauçuğun eski haline dönme kuvveti, sızdırmazlığı sağlayan bir normal kuvveti oluşturur. Bu sızdırmazlık kuvveti ortam basıncı tarafından da desteklenir.

O-ring malzemesi viskozitesi çok yüksek bir akışkan gibi davranır. Sızdırmazlık yüzeyi ile yuva kenarları arasındaki boşluk çok fazla ise, ya da basınç O-ringin şekil değiştirme sınırını aşarsa, malzeme akması meydana gelir. O-ringlerin malzeme akması olmadan çalışabildikleri en fazla basınç, O-ring sertliği ve çalışma boşluğu ile kontrol edilir (Şekil 1). O-ringler önerilen maksimum çalışma basıncından daha yüksek basınçlarda ya da aşırı basıncın uzun süre uygulandığı ortamda çalışacaklar ise destek halkası kullanmak gereklidir (Şekil 2). Destek halkaları O-ringin kendisinden daha sert, basınç altında şekil bozulmasına karşı ve akma boşluğunu kapatmak için yeterli dirençte malzemeden yapılırlar. Bu halkaların dış çapı silindire sıkı geçme olmalı ve destek halkasına uyum sağlaması için daha geniş yuva yapılmalıdır. Destek halkasının ya da halkalarının kalınlığı standart yuva genişliği ölçüsüne eklenmelidir. Basınç yalnız bir taraftan uygulansa dahi, O-ringin her iki yanına birer tane konulmak üzere, iki destek halkası kullanılması tercih edilir. Bu şekildeki uygulama işletme hatalarını önler. O-ringler statik şartlarda kullanılacaksa ve akma boşluğu yoksa, dayanacağı basınç için belli bir sınır yoktur. Ancak kilitleme civatalarının yeterli kuvvette olması ve yüksek basınç altında uzayarak akma boşluğu yaratmamasına özen gösterilmelidir.

Şekil 1: O-ring kullanımı için izin verilen en fazla basınç ve çapsal boşluk

1. Silikon O-ringler için belirtilen boşluğun yarısı kadarına izin verilir.
2. 70° C sıcaklığa kadar geçerlidir.
3. Basınç altında silindir genişmesi dikkate alınmamıştır.
4. Akma bölgesinde destek halkası kullanılmalıdır.

Basınç yok

Basınç ve çalışma boşluğu kabul edilir sınırlar içinde.

Basınç veya çalışma boşluğu kabul edilir sınırlar dışında (akma).

Basınç veya çalışma boşluğu kabul edilir sınırlar dışında ise akmayı önlemek için destek bileziği kullanılması.

Şekil 2: Basınçta O-ring çalışması Statik sızdırmazlık O-ringleri

O-ring; standart boyutlar ve malzemelerde, kolay bulunur, ucuz, kolay monte edilir ve mükemmel sızdırmazlık özelliklerine sahip olduğundan statik sızdırmazlık gerektiren yerlerde yoğun bir şekilde kullanılır.

Genel olarak, O-ringler, kesit çaplarına bağlı olarak , %15 ile %30 sıkıştırarak 100 bar'a kadar etkili sızdırmazlık sağlayabilir. Bu şartlara uygun yuva boyutları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Kesit çapı (mm) b	Yuva derinliği (mm) T	Sıkıştırma		Çapsal boşluk* (mm) e	Yuva genişliği (C)			Yarıçap (R2)	Maksimum eksen kaçıklığı TIR** (mm)
		Sayısal (mm)	Oransal (%)		Destek halkasız	1 destek halkalı	2 destek halkalı		
1.78±0.08	1.27-1.32	0.38-0.58	22-32	0.05-0.13	2.36-2.49	3.51-3.63	3.51-3.63	0.13-0.38	0.05
2.62±0.08	2.06-2.11	0.43-0.64	17-24	0.05-0.13	3.56-3.68	4.34-4.47	4.34-4.47	0.13-0.38	0.05
3.53±0.10	2.82-2.87	0.56-0.81	16-23	0.08-0.15	4.75-4.88	5.28-5.41	5.28-5.41	0.25-0.64	0.08
5.33±0.13	4.32-4.39	0.81-1.14	15-21	0.08-0.15	7.14-7.26	7.90-8.03	7.90-8.03	0.51-0.89	0.10
6.99±0.15	5.74-5.82	1.02-1.40	15-20	0.10-0.18	9.53-9.65	10.36-10.49	10.36-10.49	0.51-0.89	0.13

* Silikon O-ringlerde boşluk ölçüleri verilenlerin yarısı olmalıdır.

** TIR: Yuva tabanı ile yataklama yüzeyi arasındaki toplam kaçıklık. e: Mil ile yuva arasındaki çapsal boşluk.

Tablo 1

Malzeme sertliği, belli yuva toleransları için basınca göre seçilir. Aşağıdaki sertlikleri öneriyoruz.

Basınç	Malzeme
<= 160 bar	70 Shore A

> 160 bar	90 Shore A
-----------	------------

Tablo 2

Basınç değışimleri titreşim varsa ya boşluk azaltılmalı ya da destek halkaları kullanılmalıdır. 100 bar veya yüksek basınçlarda daha fazla sıkışma ve destek halkaları kullanılmalıdır.

Teorik olarak; boşluk azaldıkça O-ringin sızdırmazlık sağlayabileceği statik basınç artar.Yüzeyler yeterince pürüzsüz olursa ve boşluk gerçek anlamda çok aza indirilebilirse çok yüksek basınçlar da bile sızdırmazlık sağlanabilir. Boşluğun azaltılmadığı veya kaçaklar olduğu durumlarda yüksek basınca uygun destek halkaları kullanılabilir.

Hava veya gaz sızdırmazlığının sağlanmasında kullanılan O-ring malzemesinin geçirgenliği incelenmelidir. Bu durum, özellikle, vakum sistemlerinde kullanılan O-ringler için önemlidir. Vakum sistemlerde kauçuğun hacim azalması dikkate alınmış özel tasarım yuvalarına ihtiyaç olabilir. Bu tasarımda, genellikle O-ringin yuvayı tam olarak doldurması esas alınır. Böylece O-ringin yuva içinde hareketi önlenerek pompalama (vakumlama) sırasında verim kaybı önlenir.

Statik sızdırmazlıkta kullanılan O-ring benzeri içi dolu kauçuk sızdırmazlık elemanları hakkında akılda tutulması gereken önemli bir nokta vardır: kauçuğun hacmi sıkıştırıldığında azalmaz; deformasyona uğrayabilir ancak toplam hacim aynı kalır. Bundan dolayı; eğer yuva hacmi O-ring hacminden küçük yapılırsa hiçbir güç o-ring'i bu boşluğa sığdıramaz, sadece, fazla gelen kauçuk hacmi yüzeyler arasına sızarak ekstrüzyon olur.

Flanşlarda kullanılan conta tipi O-ringler belirgin hiçbir problem çıkarmazlar. Yuva her iki tarafta da açılabilir. Gerekli sıkıştırma, cıvataları sıkarak oluşturulur. Basınç, yuva çevresi boyunca homojen olarak yayıldığı sürece sorun olmaz.

Dinamik sızdırmazlık O-ringleri

Eksenel hareketi olan sistemlerde O-ring yoğun şekilde kullanılır. Bunlara örnek; hidrolik silindir O-ringleri ve pnömatik valf O-ringleridir. Hidrolik sistemlerde O-ring sızdırmazlığı kısa hareketler ve 100 barı geçmeyen basınçlarla sınırlıdır. Aslında O-ringler küçük çap, kısa kurs ve orta seviye basınç uygulamalarına çok uygundur. Belirgin bir O-ring özelliği ise şudur: O-ringler çok yavaş hareketler için uygun değildir. Bu koşullar sürtünmenin artmasına ve O-ringin daha kısa sürede aşınmasına sebep olur. O-ringin verimli olabilmesi için uygun yerlerde, şartlarda kullanım ve O-ring seçimi önemlidir.

Aşağıdaki değerleri tavsiye ederiz.

Basınç	Malzeme
<= 63 bar	70 Shore A
> 63 bar	90 Shore A

Tablo 3

Kesit çapı (mm) b	Yuva derinliği (mm) T	Sıkışma		Çapsal boşluk* (mm) e	Yuva genişliği (C)			Yarıçap (R2)	Maksimum eksen kaçıklığı TIR** (mm)
		Sayısal (mm)	Oransal (%)		Destek halkasız	1 destek halkalı	2 destek halkalı		
1.78±0.08	1.40-1.45	0.25-0.46	15-25	0.05-0.13	2.36-2.49	3.51-3.63	5.21-5.33	0.13-0.38	0.05
2.62±0.08	2.24-2.29	0.25-0.46	10-17	0.05-0.13	3.56-3.68	4.34-4.47	6.05-6.17	0.13-0.38	0.05
3.53±0.10	3.07-3.12	0.30-0.56	9-16	0.08-0.15	4.75-4.88	5.28-5.41	6.99-7.11	0.25-0.64	0.08
5.33±0.13	4.70-4.78	0.43-0.76	8-14	0.08-0.15	7.14-7.26	7.90-8.03	10.41-10.54	0.51-0.89	0.10

6.99±0.15	6.02-6.10	0.74-1.12	11-16	0.10-0.18	9.53-9.65	10.36-10.49	13.67-13.79	0.51-0.89	0.13
-----------	-----------	-----------	-------	-----------	-----------	-------------	-------------	-----------	------

* Tüm çalışma sıcaklığı aralıklarında bu değerlerin içinde olmak tercih edilmelidir.

** **TIR:** Yuva tabanı ile yataklama yüzeyi arasındaki toplam kaçıklık. **e:** Mil ile yuva arasındaki çapsal boşluk.

Not: Destek halkaları olmadan en çok 100 bar basınç uygulanabilir.

Tablo 4

Eksenel hareketli sistemlerdeki O-ringler için yuva ve boşluk ölçüleri yukarıdaki tabloda verilmiştir. Sıkıştırma oranlarının statik kullanımda ki değerlerden az olduğu görülebilir. Temel olarak, sıkıştırma, çok düşük basınç veya çok düşük sıcaklıklarda ortaya çıkan genişleme ve büzüşmeyi kompanse etmek için uygulanır. Aşırı baskı sürtünme ve aşınmayı arttıracak ve belki de yuva içinde dönmeye sebep olacaktır.

Spiral dönme arızası

O-ringin bazı bölgeleri yüzey üzerinde kayarken, aynı sırada, diğer bölgelerin dönmektedir. Sonuçta O-ring aşırı burulur. Bu burulma sonucunda O-ring yırtılır. Yırtılma O-ring etrafında spiral olarak oluşur. Yırtılma olana kadar sızdırma sorunuyla karşılaşılabilir.

Uygun şekilde tasarlanmış, monte edilmiş ve uygun koşullarda çalışan eksenel hareketli O-ring dönmez ve burulmaz. Bunun sebepleri şunlardır: O-ringin yuva içindeki temas yüzeyi kaymanın olduğu yüzeyden fazladır, yuva yüzeyleri kayma yüzeyinden daha pürüzlüdür, statik sürtünme katsayısı dinamik sürtünme katsayısından büyüktür ve kauçuğun esnekliği, burulma kuvvetleri karşısında elastik deformasyona uğramasını sağlar.

Bu şartları bozacak ve burulmaya sebep olabilecek koşullardan bazıları şunlardır:

- Yağlanma eksikliği veya aşırı sıkıştırma sonucu aşırı sürtünme,
- O-ringin dönmelerini rahatlatmak veya yuva temas yüzeyini azaltacak uygun ölçü ve şekilde işlenmemiş yuva,
- Uygun şekilde işlenmemiş veya hasar görmüş ve pürüzsüzlük özelliğini yitirmiş piston veya silindir yüzeyi (kayma yüzeyi),
- Eksen kaçıklığı,
- Yanal kuvvetler veya moment.

Genellikle bu sebeplerden birkaçı bir arada olduğunda burulmaya rastlanır.

Uygun şartlar, doğru seçilmiş malzeme ve destek halkaları sayesinde 350 bar'a kadar olan basınçlarda O-ring kullanılabilir.

Tasarım, mümkün olabildiğince, basınç kuvvetiyle sürtünme kuvvetinin O-ring üzerinde karşıt yönlerde olmasını sağlamalıdır. İki O-ring aynı yönde etkirse hem O-ringin ekstürüde olma olasılığı hem de çalışma basıncının düşürülmesi zorunluluğu ortaya çıkar. Yuva yerleşimi iki kuvvetin ters yönde etkilemesini sağlayamıyorsa, 70 ile 100 bar'a çıkabilmek için, destek halkası kullanılabilir. Destek halkaları O-ringin iyi yağlanmasına da yardımcı olur.

Eksenel hareketli sistemlerdeki O-ringlerde karşılaşılan genel problemler ve çözümleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir. Şu unutulmamalıdır ki, eksenel hareketli sistemlerdeki O-ringlerin düşük oranda yağ kaçırmaları tercih edilir, çünkü bu, yağlama sağlandığının göstergesidir.

Sorun	Sebebi ve çözüm
Düşük sızıntı	<ul style="list-style-type: none"> • Montaj sırasında hasar ve kesik. • Yetersiz sıkıştırma - sıkışmayı arttırın. • Hatalı yuva - yuva genişliğini kontrol edin. • Bozuk yüzey - yüzey pürüzsüz olmalı. • Yan kuvvet - eksen kaçıklığı ve yan yükleri kontrol edin.
Büyük sızıntı	<ul style="list-style-type: none"> • O-ring kullanım dışı. • Aşırı hasar görmüş yüzey.

	<ul style="list-style-type: none">• Yağ etkisi altında özelliğini kaybetmiş O-ring.• O-ringin aşırı büzülmesi.• O-ringin aşırı genişmesi.
Düşük sıcaklıklarda sızıntı	<ul style="list-style-type: none">• Yanlış O-ring malzemesi seçimi.• Yetersiz sıkışma - ısınmayla genişmeyi karşılayacak sıkıyı sağlamayı sağlayın.
Aşırı sürtünme	<ul style="list-style-type: none">• Fazla sıkışma - yuva oranlarını kontrol edin.• Fazla şişme - O-ringin uygunluğunu kontrol edin.• Metal-metal teması - yataklama ekseninde kaçıklık veya ısınmayla aşırı genişme.• Çıkma (ekstrüzyon) - O-ring destek halkalarına gereksinim olabilir.
O-ringin kısa sürede sızdırmaya başlaması	<ul style="list-style-type: none">• Hatalı yuva tasarımı - O-ringin aşırı gerdirilip gerdirilmediğini kontrol edin.• Montaj sırasında hasar görme.• Montaj sırasında aşırı gerdirme.• Fazla sıkışma - boşluk ölçüsünü kontrol edin.• Hatalı O-ring seçimi - daha büyük kesit çaplı O-ring seçin.

Tablo 5

Eksensel hareketli sistemler

Eksenel hareketli hidrolik sistemler

Yuva ölçüleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Verilen pah derinlikleri (Z) kullanılması gereken minimum değerlerdir.

Şekil 3

Eksenel hareketli hidrolik sistemler için yuva ölçüleri:

Kesit çapı b	Yuva ölçüleri		Pah ölçüleri Z
	T	C	
1.50	1.30	1.9	1.0
1.78	1.50	2.1	1.1
2.00	1.70	2.3	1.2
2.40	2.10	2.6	1.4
2.50	2.20	3.1	1.4
2.62	2.30	3.2	1.5
3.00	2.60	3.4	1.6
3.50	3.05	3.9	1.8
3.53	3.10	4.5	1.8
4.00	3.50	4.5	2.0
4.50	4.00	5.2	2.3
5.00	4.45	5.8	2.5
5.33	4.70	6.5	2.7
5.50	4.95	6.9	2.8
5.70	5.10	6.9	3.0
6.00	5.40	7.1	3.1
6.50	5.80	7.4	3.3
6.99	6.30	7.8	3.6
7.00	6.30	8.4	3.6
7.50	6.70	9.1	3.8
8.00	7.20	9.6	4.0
8.50	7.70	10.2	4.2
9.00	8.20	10.8	4.3
9.50	8.60	11.4	4.4
10.00	9.10	12.0	4.5

Tablo 6

Eksenel hareketli, çapsal sıkıştırırmalı pnömatik sistemler

Uygun olmayan yağlama şartlarına rağmen, düşük sürtünme kayıpları ve uzun bir ömür için sıkıştırma düşük tutulmalıdır. Kesit alana bağlı olarak, sıkıştırma oranı, en az %6 ile %2 arasında olmalıdır.

Tabloda verilen pah derinlikleri (Z) olması gereken minimum değerlerdir.

Şekil 4

Eksenel hareketli, çapsal sıkıştırmalı pnömatik sistemler için yuva ölçüleri:

Kesit çapı b	Yuva ölçüleri		Pah ölçüleri Z
	T	C	
1.50	1.35	1.9	1.0
1.78	1.55	2.1	1.1
2.00	1.80	2.3	1.2
2.40	2.15	2.6	1.4
2.50	2.25	3.1	1.4
2.62	2.35	3.2	1.5
3.00	2.75	3.4	1.6
3.50	3.25	3.9	1.8
3.53	3.25	4.5	1.8
4.00	3.70	4.5	2.0
4.50	4.20	5.2	2.3
5.00	4.95	5.8	2.5
5.33	4.70	6.5	2.7
5.50	5.15	6.9	2.8
5.70	5.35	6.9	3.0
6.00	5.65	7.1	3.1
6.50	6.10	7.4	3.3
6.99	6.60	7.8	3.6
7.00	6.60	8.4	3.6
7.50	7.10	9.1	3.8
8.00	7.60	9.6	4.0
8.50	8.00	10.2	4.2
9.00	8.50	10.8	4.3

9.50	9.00	11.4	4.4
10.00	9.50	12.0	4.5

Tablo 7

Eksenel hareketli, sıkıştırmasız pnömatik sistemler

Bu yöntem öncelikle piston sızdırmazlığı için uygundur. O-ring kesitinde herhangi bir sıkıştırma yapılmaz.

Bu yöntemin avantajları; rahat çalışma ve düşük O-ring aşınmasıdır.

İlk basınç oluştuğunda, O-ringın silindir yüzeyi ile arasındaki boşluğu kapatana kadar bir kaçak oluşabilir.

O-ring seçiminde şunlara dikkat edilmelidir:

O-ringın dış çapı silindir çapından %2 - %5 büyük olmalıdır. O-ringın iç çapı yuva taban çapından büyük olmalıdır.

Şekil 5

Eksenel hareketli sıkıştırmasız pnömatik sistemler için yuva ölçüleri:

Kesit çapı	Yuva ölçüleri
-------------------	----------------------

b	T	C
1.78	1.90	2.0 ± 0.05
2.40	2.55	2.7 ± 0.05
2.62	2.75	2.9 ± 0.05
3.00	3.15	3.4 ± 0.05
3.53	3.70	4.0 ± 0.05 2.0 ± 0.10
3.53	3.50	6.0 ± 0.10
5.70	5.90	6.4 ± 0.10
6.99	7.20	7.9 ± 0.10

Tablo 8

Döner mil sızdırmazlık O-ringleri

Döner mil sızdırmazlığında O-ring, ancak, döner mil yağ keçesi için uygun yuva alanı olmadığında ve hassas bir sızdırmazlık aranmadığı zamanlarda kullanılabilir.

Her ihtimalde, bir döner mil keçesinin daha uygun olacağı unutulmamalıdır.

Temel prensip olarak, O-ring sabit taraftaki bir yuvaya monte edilir. Eğer mil üzerindeki bir yuvaya monte edilirse mil dönüş hızı arttıkça dışa doğru savrulur ve yuvasından kaymaya başlayarak aşınmaya sebep olur. Benzeri sorun tüm dönel sistemlerde mevcuttur.

Sürtünme kaybını önlemek aşınmayı azaltmak için, O-ring sadece sızdırmazlık elemanı olarak kullanılmalı, yataklama görevi rulman veya yataklarca üstlenilmelidir. Ayrıca, O-ringin dengesiz çalışmasını önlemek yatakların ve milin eksen kaçıklığının azaltılmasını da gerektirir.

O-ring malzeme sertliği 80 Shore A'dan az olmamalıdır. O-ringin dokunacağı mil yüzeyi 60 HRC'ye sertleştirilmelidir.

O-ringin dokunduğu mil yüzeyi dalma taşlama yapılmalı ve yüzey pürüzlülüğü $R_t \max \leq 2 \mu\text{m}$ olmalıdır.

d	b
0 - 9 (dahil)	1.78
10 - 19 (dahil)	2.40 ve 2.62
20 - 40 (dahil)	3.00 ve 3.53
41 - 130 (dahil)	5.33 ve 5.70
131 - 150 (dahil)	6.99

Tablo 9: Tavsiye edilen O-ring kalınlıkları

Tavsiye edilen montaj ölçüleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Yuva ölçüleri O-ringin dönmesini engelleyecek şekilde tasarlanmıştır. En iyi performans için genel kural o çapa uygun en ince O-ringi seçmektir.

1 m/sn. çevresel hızın altındaki hızlar için kalınlık fark etmez. 1-2 m/sn çevresel hızlar için en fazla 3.55 mm kalınlıkta O-ring tavsiye edilir.

3 m/sn'den yüksek çevresel hızlar için ise 1.78 mm kalınlıkta O-ring uygundur.

Dönel uygulamalar için O-ring tasarım verileri

Kesit	En	Yuva	Yuva	Çapsal* boşluk	En fazla	En az	Radyüs
-------	----	------	------	----------------	----------	-------	--------

çapı (mm) b	yüksek çevresel hız (m/s)	derinliği (mm) T	genişliği (mm) C	(mm) e	eksantriklik TIR** (mm)	dokunma yüzeyi uzunluęu (mm)	(mm) R2
1.78±0.08	7.6	1.65-1.70	1.91-2.01	0.30-0.41	0.05	17.8	0.1-0.4
2.62±0.08	3.0	2.46-2.51	2.74-2.84	0.30-0.41	0.05	26.2	0.1-0.4
3.53±0.10	2.0	3.38-3.43	3.66-3.76	0.41-0.51	0.07	35.3	0.3-0.6

* Verilen değerler 35-50 bar içindir. Daha yüksek basınçlarda boşluk azaltılmalıdır.

** **TIR**: Yuva tabanı ile yataklama yüzeyi arasındaki toplam kaçıklık. **e**: Mil ile yuva arasındaki çapsal boşluk.

Tablo 10

Şekil 6

Kesit çapı b	Yuva ölçüleri		Radyus ölçüleri Z
	T	C	
1.78	1.70	2.0	0.5
2.40	2.25	2.6	0.5
2.62	2.50	2.8	0.5
3.00	2.85	3.2	0.5
3.53	3.40	3.7	1.0
5.33	5.00	5.8	1.0
5.70	5.40	6.1	1.0
6.99	6.70	7.5	1.5

Tablo 11

O-ringlerin çalışması

İşleme

O-ring yuvaları, mümkünse, dikdörtgen olmalıdır. Üretim zorlukları sebebiyle yan duvarlara açılı verilmesi gerekiyorsa bu açılı 5°'yi geçmemelidir.

Yuva kesit alanı, O-ring kesit alanından büyük olmalıdır (Örneğin; %25). Böylece, hem basınç O-ringin daha geniş bir yüzeyine etkir, hem de çeşitli kimyasalların O-ringde sebep olabileceği genişleme için yeterli boşluk sağlanmış olur.

Geçmeler ve boşluklar

Tablolarda verilen ölçüsel değerler incelenmelidir. Boşluğu arttıracak tüm değişikliklerden kaçınılmalıdır.

Boşluk çok geniş olursa, basınç altındaki O-ring boşluğa girebilir ve ilk harekette zarar görebilir. İzin verilen boşluk ölçüleri 1 ve 2 no'lu tablolarda verilmiştir.

Sabit makina parçaları için boşluk ölçüleri

400 bar'a kadar olan basınçlarda, PTFE destek halkaları ile 0.3 mm'ye kadar olan boşluklar bloke edilebilir. Statik sızdırmazlık ortamlarında basınca göre uygulanması gerekenler:

Basınç (bar)	Max. çapsal boşluk (mm) e	Malzeme sertliği (Shore A)
0 - 63	0.2	70
64 - 100	0.15	70
101 - 160	0.1	70
161 - 200	0.15	90
201 - 250	0.1	90
251 - 400*	0.3	90

e: Mil ile yuva arasındaki çapsal boşluk.

Verilen boşluklardan daha yüksek boşluklar (0.3 mm'ye kadar) varsa PTFE destek halkası kullanılması gerekir.

* PTFE destek halkası ile.

Tablo 12

Eksenel hareketleri olan makine parçaları için boşluk ölçüleri

250 bar'a kadar basınçlarda, PTFE destek halkaları ile 0,3 mm'ye kadar boşluklar bloke edilebilir. Eksenel hareketli sızdırmazlık ortamında basınca göre uygulanması gerekenler:

Basınç (bar)	Max. çapsal boşluk (mm) e	Malzeme sertliği (Shore A)
0 - 16	0.25	70
17 - 30	0.20	70
31 - 63	0.10	70
64 - 100	0.10	90
101 - 250*	0.30	90

Verilen boşluklardan daha yüksek boşluklar (0.3 mm'ye kadar) varsa PTFE destek halkası kullanılması gerekir.

* PTFE destek halkası ile.

Tablo 13

Yüzey kalitesi

Dinamik ve statik sızdırmazlıkta, değişken ya da darbeli basınç altında çalışan O-ringler aşınmaya maruz kalırlar. Yuva ve çalışan yüzey kalitesi O-ring ömrünü etkilediğinden önemlidir. Çok düşük ve değişken olmayan basınçlarda, statik sızdırmazlık için daha kaba yüzey kalitesi kullanılır. Dinamik sızdırmazlıkta ise, ancak metal parçaların yüzeyleri çok iyi kalitede ise O-ring önerilir. Honlama, taşlama ve polisleme ya da sert krom kaplama maksimum O-ring ömrü için önerilen işlemlerdir. Yüzey pürüzlüğü değerleri için tabloya bakınız.

Uygulama	Yüzey	RT
Dinamik	silindir piston kolu yuva tabanı yuva kenarı	$\leq 4 \mu\text{m}$ $\leq 4 \mu\text{m}$ $\leq 6.3 \mu\text{m}$ $\leq 25 \mu\text{m}$
Statik	sızdırmazlık yüzeyi yuva tabanı yuva kenarı	$\leq 16 \mu\text{m}$ $\leq 16 \mu\text{m}$ $\leq 25 \mu\text{m}$

Hidrolik ve pnömatik uygulamalarda O-ring yuvası ve temas yüzeyi kalitesi (DIN 3770, Mayıs 1986)

Tablo 14

Ani basınçlı ortamlarda daha pürüzsüz yüzeylere ihtiyaç vardır.

Montaj sırasında O-ringin temas edeceği tüm makina parçaları çapaklardan arındırılmalı ve temiz olmalıdır.

Çelik en çok kullanılan piston ve yuva malzemesidir. Temiz, perdahlanmış ve gözeneksiz döküm demir de uygundur. Alüminyum, bronz veya pirinç ve hatta paslanmaz çelik, yumuşak olmaları sebebiyle, yüksek akışkan basıncı altında yüksek aşınma gösterirler. Ancak, belli durumlarda kullanılabilirler.

O-ringlerde kabul edilebilir hata değerleri

Hatanın tanımı	Hatanın şekli	Ölçü	Kabul edilebilir hata büyüklüğü									
			Normal b DIN 3771, 1. kısma göre					Özel b DIN 3771, 1. kısma göre				
			1.80	2.65	3.55	5.30	7.00	1.80	2.65	3.55	5.30	7.00
Kalıp kaçıklığı		e	0.08	0.10	0.13	0.15	0.15	0.08	0.08	0.10	0.12	0.13

Çapak, kabarıklık ve kalıp kaçıklığı birlikte	f	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.10	0.10	0.13	0.15	0.15
Kalıp ayırma çizgisinde göçme	g	0.18	0.27	0.36	0.53	0.70	0.10	0.15	0.20	0.20	0.30
	h	0.08	0.08	0.10	0.10	0.13	0.08	0.08	0.10	0.10	0.13
Çapak almada perdah	-	Çapak temizlenirken dairesellikten sapma kabul edilir. Ancak elde edilen yüzey yumuşak geçiş yapacak ve b için kabul edilen ölçü içinde kalacak.									
Akma çizgileri (eksene dik akmalar kabul edilmez)	j	0.05 x d or *					0.05 x d or *				
		1.5	1.5	6.5	6.5	6.5	1.5	1.5	1	5	5
	k	0.08					0.05				
Çukurlar ve ek yerleri	l	0.60	0.80	1.00	1.30	1.70	0.15	0.25	0.40	0.63	1.00
	m (derinlik)	0.08	0.08	0.10	0.10	0.13	0.08	0.08	0.10	0.10	0.13
Yabancı madde	-	Kabul edilemez.									

* Hangisi daha büyükse.

Tablo 15

Normal kalite O-ringler statik, dinamik bütün uygulamalar için uygundur. Çok iyi sızdırmazlık isteyen özel uygulamalarda daha iyi üretim ve denetim isteyen özel O-ringler kullanılır. Her iki kalitenin de ölçüsel toleransları aynıdır, hata boyutları farklıdır.

O-ring montajı

Dikdörtgen yuva

b	R1	R2
1.80	0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.1
2.65		
3.55	0.6 ± 0.2	
5.30		
7.00	1.0 ± 0.2	

Radyüs yerine, yuva tabanına, aynı boyutlarda 45° lik bir pah da verilebilir. DIN 3771 Kısım 5 (Kasım 1993)

Şekil 7

Dikdörtgen yuvaya çapsal deformasyonla montaj

Hidrolik silindir kapakları sızdırmazlığının sağlanmasında şekilde görülen tasarım tercih edilir; bu sayede, basınçla genişleyen hidrolik silindir basınçsız tarafta sızdırma boşluğu oluşmasını engeller.

Şekil 8

O-ringler genellikle, merkezleme faturası olan tapa, bilezik, kapak, manşon veya saplamalarda aşağıdaki şekillerde gösterildiği gibi kullanılırlar.

Montaj edildiğinde O-ringin kesiti çapsal olarak deformasyona uğrar. Yuvanın iç kısma mı yoksa dış kısma mı olacağı bağlantı şekli ve üretim yöntemlerine bağlıdır.

Şekil 9

Aşağıdaki tabloda dikdörtgen yuvaya çapsal deformasyonla montaj için yuva ölçüleri verilmiştir.

Kesit çapı b	Yuva ölçüleri			Kesit çapı b	Yuva ölçüleri	
	T	C			T	C
1.50	1.10	1.9		7.00	5.85	9.1
1.60	1.20	2.1		7.50	6.30	9.7
1.78	1.30	2.3		8.00	6.75	10.4
2.00	1.50	2.6		8.40	7.15	10.9
2.40	1.80	3.1		8.50	7.25	11.0
2.50	1.90	3.2		9.00	7.70	11.7
2.62	2.00	3.4		9.50	8.20	12.3
3.00	2.30	3.9		10.00	8.65	13.0
3.50	2.70	4.5		10.50	9.15	13.6
3.53	2.75	4.5		11.00	9.65	14.3
4.00	3.15	5.2		11.50	10.10	15.0
4.50	3.60	5.8		12.00	10.60	15.6
5.00	4.00	6.5		12.50	11.05	16.2
5.30	4.30	6.9		13.00	11.55	16.9
5.33	4.30	6.9		13.50	12.05	17.5
5.50	4.50	7.1		14.00	12.55	18.2
5.70	4.65	7.4		14.50	13.00	18.8
6.00	4.95	7.8		15.00	13.50	19.5
6.50	5.40	8.4				
6.99	5.85	9.1				

Tablo 16

Dikdörtgen yuvaya aksel deformasyonla montaj

Flanş ve kapak sızdırmazlığında O-ring aksel olarak deformasyona uğrar. O-ring ölçülerini belirlemede basıncın uygulanacağı yön önemlidir.

Basıncı dışta ise; yuvanın iç çapı (Di) O-ringin iç çapına eşit olmalıdır. Üst tolerans +%1 (en fazla +1.5 mm olabilir), alt tolerans ise sıfırdır.

Basıncı içte ise; yuvanın dış çapı (Do) O-ringin dış çapına eşit olmalıdır. Üst tolerans sıfır, alt tolerans ise -%1'dir (en fazla -1.5 mm olabilir)

Bu sayede, O-ringin basınç uygulandığında, yuva içindeki hareketi azaltılmış ve aşınma minimuma indirilmiş olur. Yuva ölçüleri aşağıdaki tablodan belirlenecektir.

Şekil 10

Dikdörtgen yuvaya aksenal deformasyonla montaj için yuva ölçüleri:

Kesit çapı b	Yuva ölçüleri			Kesit çapı b	Yuva ölçüleri	
	T	C			T	C
1.50	1.10 +0.05	1.9		7.50	6.30 +0.10	9.7
1.60	1.20 +0.05	2.1		8.00	6.75 +0.10	10.4
1.78	1.30 +0.05	2.3		8.40	7.15 +0.10	10.9
2.00	1.50 +0.05	2.6		8.50	7.25 +0.10	11.0
2.40	1.80 +0.05	3.1		9.00	7.70 +0.10	11.7
2.50	1.90 +0.05	3.2		9.50	8.20 +0.10	12.3
2.62	2.00 +0.05	3.4		10.00	8.65 +0.10	13.0
3.00	2.30 +0.05	3.9		10.50	9.15 +0.10	13.6
3.50	2.70 +0.05	4.5		11.00	9.65 +0.10	14.3
3.53	2.75 +0.05	4.5		11.50	10.10 +0.10	15.0
4.00	3.15 +0.05	5.2		12.00	10.60 +0.10	15.6
4.50	3.60 +0.05	5.8		12.50	11.05 +0.10	16.2
5.00	4.00 +0.05	6.5		13.00	11.55 +0.10	16.9
5.33	4.30 +0.05	6.9		13.50	12.05 +0.10	17.5
5.50	4.50 +0.05	7.1		14.00	12.55 +0.10	18.2
5.70	4.65 +0.05	7.4		14.50	13.00 +0.10	18.8
6.00	4.95 +0.05	7.8		15.00	13.50 +0.10	19.5
6.50	5.40 +0.05	8.4				
6.99	5.85 +0.05	9.1				
7.00	5.85 +0.05	9.1				

Tablo 17

Üçgen yuva

O-ringler aracılığı ile statik sızdırmazlık sağlamanın bir yolu da bir flanşa ya da köşeye yerleştirilmiş O-ringi pah verilmiş bir yüzeyle sıkıştırmak ve yaymaktır. O-ringin sızdırmazlık özelliği yuvanın şekline bağlı olduğundan aşağıdaki tabloda verilen ölçü ve toleranslara kesinlikle uyulmalıdır.

Şekil 11

Üçgen yuvaya montaj için yuva ölçüleri:

Kesit çapı b	Pah ölçüleri G		Kesit çapı b	Pah ölçüleri G
1.00	1.45 +0.08		6.99	9.60 +0.30
1.50	2.00 +0.08		7.00	9.60 +0.30
1.60	2.13 +0.08		7.50	10.30 +0.30
1.78	2.38 +0.08		8.00	11.00 +0.30
2.00	2.70 +0.08		8.40	11.55 +0.30
2.40	3.25 +0.12		8.50	11.70 +0.30
2.50	3.40 +0.12		9.00	12.40 +0.40
2.62	3.55 +0.12		9.50	13.05 +0.40
3.00	4.10 +0.20		10.00	13.70 +0.40
3.50	4.80 +0.20		10.50	14.40 +0.40
3.53	4.85 +0.20		11.00	15.10 +0.40

4.00	5.50 +0.20		11.50	15.80 +0.40
4.50	6.15 +0.20		12.00	16.50 +0.50
5.00	6.85 +0.20		12.50	17.15 +0.50
5.33	7.35 +0.20		13.00	17.85 +0.50
5.50	7.55 +0.20		13.50	18.50 +0.50
5.70	7.85 +0.20		14.00	19.20 +0.50
6.00	8.25 +0.30		14.50	19.90 +0.50
6.50	8.95 +0.30		15.00	20.60 +0.50

Tablo 18

Kırlangıç kuyruğu (trapezoidal) yuva

Valf sızdırmazlık elemanları gibi statik sızdırmazlık elemanları akıştan etkilenip yuvadan çıkmamaları için özel yuva şekillerine ihtiyaç gösterirler. Bu sorun, genellikle, ana akış basıncının, belli şartlar veya montaj şekillerinde, O-ringi yerinden çıkaracak bir düşük basınç veya vakum alanı oluşturmasından kaynaklanır. En basit çözüm yuva şeklini O-ringin çıkmasını engelleyecek yönde değiştirmektir. Başka bir çözüm de; düşük basınç alanının yuva tabanında oluşmasını sağlayacak bir kanal açmaktır.

Eksenel baskıyı destekleyecek kırlangıç kuyruğu bir yuva şekli de uygulanabilir. Bu durumda aşağıda verilen yuva ölçülerine uyulmalıdır.

Şekil 12

Kırlangıç kuyruğu (trapezoidal) yuvaya montaj için yuva ölçüleri:

Kesit çapı	T	m	M	R2	R1
------------	---	---	---	----	----

b					
3.50	2.80	2.80	3.05	0.80	0.25
3.53	2.80	2.80	3.05	0.80	0.25
4.00	3.20	3.10	3.40	0.80	0.25
4.50	3.65	3.50	3.75	0.80	0.25
5.00	4.15	3.85	4.10	0.80	0.25
5.33	4.40	4.10	4.35	0.80	0.25
5.50	4.60	4.20	4.60	0.80	0.40
5.70	4.80	4.35	4.75	0.80	0.40
6.00	5.05	4.55	4.95	0.80	0.40
6.50	5.50	4.90	5.30	0.80	0.40
6.99	5.95	5.25	5.65	1.50	0.40
7.00	5.95	5.25	5.65	1.50	0.40
7.50	6.40	5.60	6.00	1.50	0.40
8.00	6.85	6.00	6.50	1.50	0.50
8.40	7.25	6.25	6.80	1.50	0.50
8.50	7.35	6.35	6.90	1.50	0.50
9.00	7.80	6.70	7.25	1.50	0.50
9.50	8.20	7.05	7.60	1.50	0.50
10.00	8.70	7.40	7.95	1.50	0.50

Tablo 19

O-ring montajı

Kullanılmış bir sızdırmazlık elemanını kesinlikle bir kez daha kullanmayınız. O-ringi yerine takmadan önce yüzeyinin temiz olduğuna ve sızdırmazlığı etkileyecek toz ve yabancı madde olmadığına emin olunuz. Sabunlu su ile temizlik yapılabilir. O-ringler temizlendikten sonra oda sıcaklığında kurutulmalıdır. Kaba yüzeylerin, dişlerin ya da diğer engellerin üzerinden geçirirken şekilde gösterilen konik ya da silindirik bilezik kullanınız.

O-ring mil üzerinden yuvarlandırılarak ya da burularak geçirilmeli, aşırı gerdirilmemelidir. Takmayı kolaylaştırmak için yuva ya da mil ucuna pah ya da radyüs yapılmalıdır.

Hareketli sızdırmazlık elemanlarını kesinlikle kuru çalıştırmayınız. Özellikle pnömatik uygulamalarda yağ ile şartlandırılmış hava sürtünme ve aşınmayı azaltmak için iyi netice verir.



Şekil 13: O-ringlerin dıştan ve içten dış açılmış yüzey üzerine montajı

Copyright ÖMER SEYHAN ACAN seyhanacan@hotmail.com

=> Sen de ücretsiz bir internet sitesi kurmak ister misin? O zaman burayı tıkla! <=