



KOLBENSCHMIDT

# KNOWLEDGEPOOL

İÇTEN YANMALI MOTORLAR İÇİN  
PİSTON SEGMANLARI



TAKING RESPONSIBILITY IN A CHANGING WORLD



RHEINMETALL

## MOTORSERVICE GRUBU

### TEK ELDEN KALİTE VE SERVİS

Motorservice Grubu, Rheinmetall şirketinin dünya genelinde satış sonrası faaliyetlerini üstlenen satış organizasyonudur. Bağımsız yedek parça piyasasına yönelik faaliyet gösteren lider motor bileşeni tedarikçilerinden biridir. Motorservice şirketi; sahip olduğu Kolbenschmidt, Pierburg, TRW Engine Components gibi premium markaların yanı sıra BF ve turbo by Intec markaları ile hem ticaret alanında faaliyet gösteren hem de atölyelerden müşterilerine geniş ve kapsamlı bir ürün yelpazesini en üstün kaliteyle sunmaktadır.

## RHEINMETALL

### GELECEĞİN MOBİLİTESİ İÇİN TEKNOLOJİLER

Dünya çapında otomobil sektörü teslimatçısı olarak Rheinmetall, hava beslemesi, zararlı madde azaltması ve pompa alanının yanı sıra, piston, motor bloğu ve kaymalı yatak geliştirme, imalat ve yedek parça teslimatı konusunda uzmanlığı sayesinde ilgili piyasalarda en üst pozisyonlarda yer almaktadır. Ürünler, saygın otomobil üreticileri ile yakın işbirliği içerisinde geliştirilmektedir.



**KOLBENSCHMIDT**



**PIERBURG**



## İÇİNDEKİLER

	SAYFA
<b>1 PİSTON SEGMANLARI İLE İLGİLİ ESASLAR</b>	<b>5</b>
1.1 Piston segmanlarından beklenenler	5
1.2 Piston segmanlarının üç ana görevi	6
1.3 Piston segmanı türleri	8
1.4 Piston segmanı tanımlamaları	18
1.5 Piston segmanlarının yapısı ve şekli	19
1.6 Fonksiyonları ve özellikleri	26
<b>2 MONTAJ VE SERVİS</b>	<b>39</b>
2.1 Kullanılmış ünitelerin değerlendirilmesi	39
2.2 Kullanılmış pistonların değerlendirilmesi	40
2.3 Kullanılmış silindir deliklerinin değerlendirilmesi	42
2.4 Piston ve piston segmanı montajı	48
2.5 Motorun çalıştırılması ve rodaj	55
2.6 Sızdırmazlık sorunları ve piston segmanı hasarları	59
2.7 Yağlama ve yağ tüketimi	68



**Yazı İşleri:**  
Motorservice, Technical Market Support

**Yerleşim ve Üretim:**  
Motorservice, Marketing

Yeniden basılması, kısmen de olsa çoğaltılması ve başka dile çevrilmesi sadece yazılı iznimiz ve kaynak bildirilmesi şartı ile mümkündür.

Değişiklik yapma ve farklı resim kullanma hakkı saklıdır. Sorumluluk kabul edilmez.

**Yayınlayan:**  
© MS Motorservice International GmbH

### Sorumluluk

Bu broşürde verilen tüm bilgiler itina ile araştırılmış ve derlenmiştir. Buna rağmen broşür hatalar içerebilir, bilgiler yanlış tercüme edilmiş veya eksik olabilir ya da sunulan bilgiler güncel bilgilerden farklılık gösterebilir. Bu nedenle, broşürde sunulan bilgilerin doğruluğuna, eksiksiz olmalarına, güncelliğine veya kalitesine dair herhangi bir garanti veya hukuki sorumluluk üstlenemeyiz. Bu broşürde yer alan bilgilerin veya eksik yada hatalı bilgilerin kullanımından veya hatalı kullanımından kaynaklanan direkt veya endirekt ve maddi veya manevi zararlar için, eğer kasıtlı veya ağır ihmâl içeren bir davranışımız sonucu oluşmuşsa, tarafımızdan herhangi bir sorumluluk üstlenilmesi söz konusu olamaz. Dolayısıyla, oto motor tamircisi veya oto makinistinin gerekli teknik bilgiye, motor onarımı ile ilgili bilgi veya deneyime sahip olmaması sonucunda meydana gelen hasarlar için de sorumluluk kabul etmeyiz. Buradan açıklanan teknik yöntemlerin ve onarım bilgilerinin gelecek motor nesilleri üzerinde ne derecede uygulanabileceğini tahmin etmek mümkün değildir ve böyle bir durum söz konusu olduğunda oto motor tamircisi veya servis tarafından kontrol edilecektir.

# 1 PİSTON SEGMANLARI İLE İLGİLİ ESASLAR

## 1.1 PİSTON SEGMANLARINDAN BEKLENENLER

**İçten yanmalı motorlar için olan piston segmanları dinamik doğrusal sızdırmazlığa yönelik tüm talepleri yerine getirmek zorundadır. Segmanlar termik ve kimyasal etkilere dayanıklı olmalı ve bir dizi fonksiyonu yerine getirmelidir. Ayrıca aşağıda belirtilen özelliklere de sahip olmaları gerekir:**

### Fonksiyonlar

- Gaz basıncında veya motor performansında kayıp olmaması için yanma odasından krank karterine gaz geçişinin önlenmesi (sızdırmazlığın sağlanması)
- Sızdırmazlığın sağlanması, yani yağın krank karterinden yanma odasına geçişinin önlenmesi
- Silindir duvarında tam olarak tanımlanmış yağlama tabakası kalınlığının sağlanması
- Yağın silindir duvarı üzerinde dağıtılması
- Piston hareketinin (piston eğilmesi) stabilize edilmesi – özellikle motor soğuksa ve silindir içindeki piston hareket boşluğu çok fazlaysa
- Pistondan silindire ısı transferi (ısı giderme)

### Özellikler

- Çok fazla motor performansı kaybı olmamasını sağlayan düşük sürtünme direnci
- Termomekanik yorulmaya, kimyasal zorlamalara ve sıcak korozyona karşı yüksek direnç ve aşınma dayanımı
- Piston segmanı silindirde aşırı aşınmaya sebep olmamalıdır, aksi taktirde motorun çalışma ömrü kayda değer ölçüde azalır
- Uzun çalışma ömrü, tüm çalışma süresi boyunca işletim güvenliği ve uygun maliyet



## KONU

Piston segmanları, içten yanmalı motorlar var olduğundan beri kullanılan parçalardır. Buna rağmen günümüzdeki uzmanlar ve kullanıcılar piston segmanları konusunda halen bilgisizdir veya tam bilgiye sahip değildir. Performans kaybı ve yağ tüketimi söz konusu olduğunda başka hiçbir parça bu kadar kritik değildir. Motordaki başka hiçbir üniteye, beklentiler ile yatırılan sermaye arasındaki uçurum piston segmanlarının değiştirilmesi işleminden daha fazla değildir.

Piston segmanlarına duyulan güven, çoğu zaman bu parçalara yönelik beklentilerin aşırı yüksek olması nedeniyle zedelenmektedir. Bunun sonucu olarak servislerde ve nihai tüketicilerde, yanlış olduğu bilinmesine rağmen sıklıkla gerçeği tam yansıtmayan veya yanlış düşünceler, basmakalıp görüşler ve hatalı yorumlar hakimdir. Ancak, piston segmanları en çok da ucuza getirilen onarımlardan (örneğin aşınmış diğer kaydırıcı parçaların tekrar kullanılması) ve bilgisizce yapılan montajlardan olumsuz etkilenmektedir.

## BROŞÜR

Bu broşürde, piston segmanları konusunu kullanıcının bakış açısıyla ele aldık. Konstrüktif konuların çok fazla derinine inmemeye özen gösterdik ve daha ziyade pratik noktalara odaklandık. Buna rağmen konstrüktif konulara ve geliştirme ile ilgili konulara değinilecek olursa, bu sadece tamamlayıcı bilgi niteliğinde veya konunun daha iyi anlaşılması içindir.

Broşürde temel olarak, binek otomobillerde ve ticari taşıtlarda kullanılan piston segmanlarına ilişkin bilgiler ve açıklamalar yer almaktadır. Aslında araçlarda kullanılmak üzere tasarlanan ancak örneğin gemi, lokomotif, iş makinesi ve stasyonier motorlarda kullanılan motorlar da elbette yukarıdaki kapsama dahildir. Temel bilgilerin verildiği teknik bölümün yanı sıra, "Montaj ve Servis" isimli uygulamalı bölümde hem piston segmanlarının montajına ve değiştirilmesine hem de yağlama, yağ tüketimi ve motor rodajı gibi faydalı konulara ilişkin ayrıntılı bilgiler bulunmaktadır.

Onarım ve rektifiye çalışmalarının başarıyla gerçekleştirilmesi için, motordaki parçaların birbiriyle olan bağlantıları hakkında ayrıntılı bilgiye sahip olunması gerekir. Bu dokümanda; başarılı bir onarım için nelerin gerekli olduğunu ve belirli kurallara uyulmadığında nelerin meydana gelebileceğini gösteriyoruz.

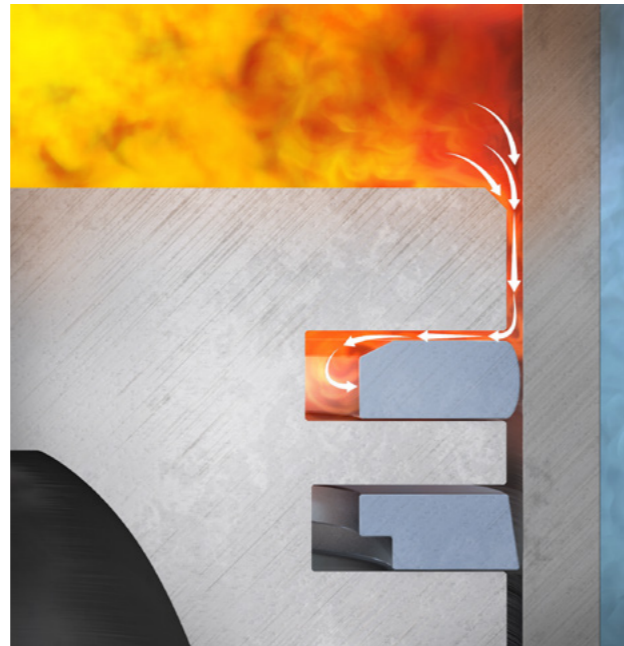
## 1.2 PİSTON SEGMANLARININ ÜÇ ANA GÖREVİ

### 1.2.1 YANMA GAZLARI SIZDIRMAZLIĞININ SAĞLANMASI

Kompresyon segmanlarının ana görevi, piston ile silindir duvarı arasındaki yanma gazlarının krank karterine sızmasını engellemektir. Motorların büyük bölümünde bu görev, birlikte bir gaz labirenti oluşturan iki adet kompresyon segmanı ile yerine getirilir.

Yanmalı motorlardaki piston segmanı sistemleri yapısal nedenlerden dolayı %100 sızdırmaz değildir ve bu nedenle az miktarda kaçak gaz segmanlardan geçerek krank karterine ulaşır. Ancak bu durum, segmanların yapısal özellikleri nedeniyle tamamen engellenebilir değildir ve normal kabul edilir.

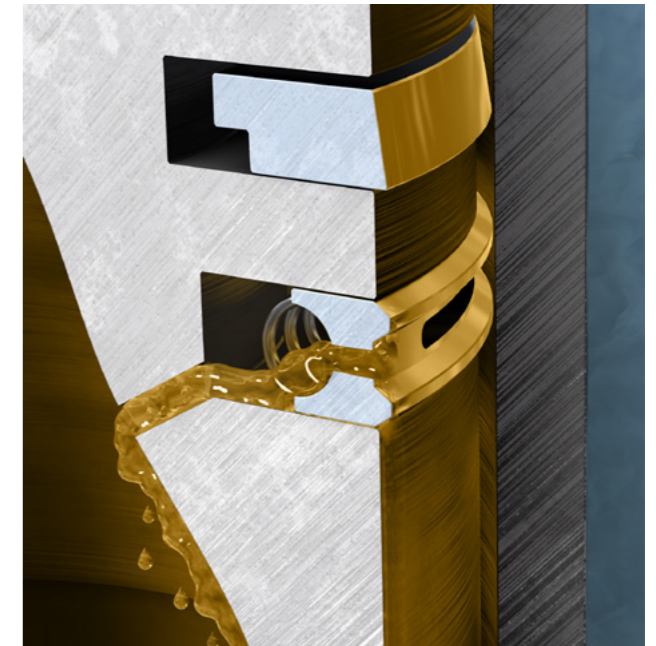
Bununla birlikte, pistonlardan ve silindir duvarından aşırı miktarda sıcak yanma gazı transferinin gerçekleşmesi her zaman önlenmesi gereken bir durumdur. Aksi takdirde performans (güç) kaybı, ünitelerde daha fazla ısınma ve yağlama etkisinde azalma yaşanır. Dolayısıyla da motorun çalışma ömrü ve işlevselliği olumsuz etkilenir. Takip eden bölümlerde, çeşitli segman ve sızdırmazlık fonksiyonlarına ve oluşan blow-by gazlarına daha ayrıntılı bir şekilde değinilecektir.



Yanma gazları sızdırmazlığının sağlanması

### 1.2.2 YAĞIN SIYRILMASI VE DAĞITILMASI

Piston segmanları, krank karteri ile yanma odası arasındaki sızdırmazlığı sağlamanın yanı sıra yağ tabakasını da regüle eder. Segmanlar yağı eşit bir şekilde silindir duvarının üzerinde dağıtır. Fazla yağlar, temel olarak yağ sıyırma segmanı tarafından (3. segman), ancak aynı zamanda birleştirilen sıyırma-kompresyon segmanları tarafından (2. segman) sıyılır.

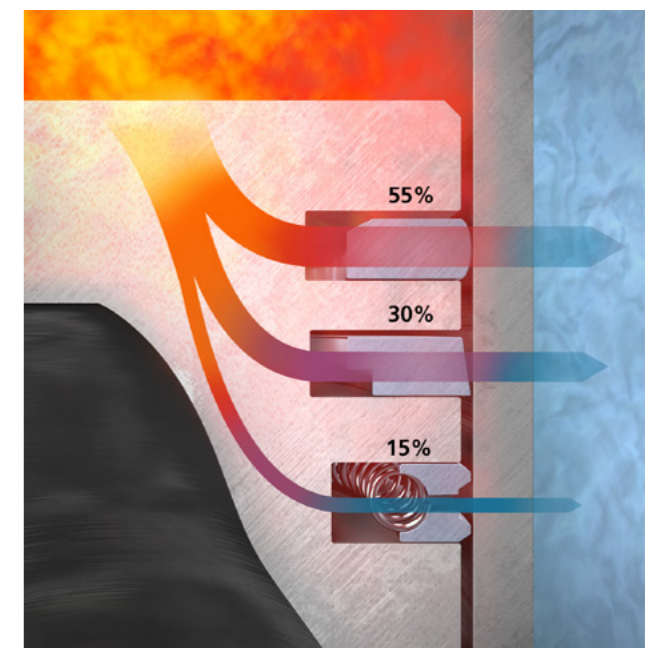


Yağın sıyırılması ve dağıtılması

### 1.2.3 ISI İLETİMİ

Piston segmanlarının bir diğer önemli görevi pistonun sıcaklığını yönetmektir. Yanma sırasında piston tarafından absorbe edilen ısının büyük bölümü (%70), piston segmanları tarafından silindire iletilir. Isının tahliye edilmesinde özellikle kompresyon segmanları belirleyici rol oynar.

Piston segmanlarının sürekli olarak gerçekleştirdiği bu ısı iletimi olmasaydı, pistonun birkaç dakika içerisinde silindir deliğinde sıkışması ve hatta pistonun erimesi gibi sorunlarla karşı karşıya kalırdı. Bu durum göz önünde bulundurulacak olursa, piston segmanlarının silindir duvarına daima iyi temas etmek zorunda oldukları barizdir. Silindir içinde düzensiz çalışma veya piston segmanlarının segman yuvasında bloke olması durumunda (koklaşma, kir, deformasyon), ısı gideriminin gerçekleşmemesi nedeniyle belirli bir süre sonra pistonun aşırı ısınarak zarar görmesi kaçınılmazdır.

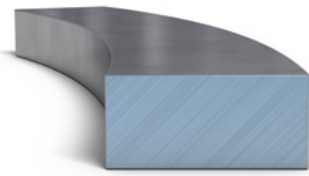


Isı iletimi

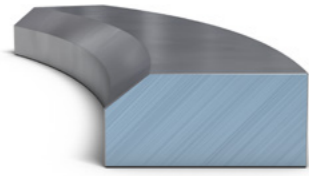
## 1.3 PİSTON SEGMANI TÜRLERİ

### 1.3.1 KOMPRESYON SEGMANLARI

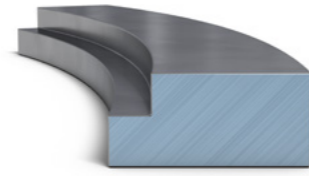
#### DİKDÖRTGEN SEGMANLAR



Dikdörtgen segman



İç kenar pahlı dikdörtgen segman



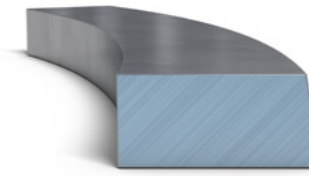
İç kenar faturalı dikdörtgen segman



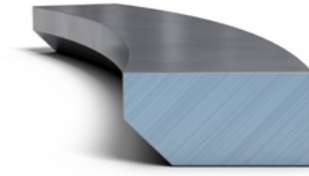
Dikdörtgen segman

Kesitleri dikdörtgen biçiminde olan segmanlar dikdörtgen segman olarak adlandırılır. Segmanın her iki kenarı birbirine paralel konumdadır. Bu segman modeli, kompresyon segmanları için en sık kullanılan ve en basit olan segman türüdür. Segman, tüm benzinli binek otomobil motorlarında ve kısmen dizel binek otomobil motorlarında çoğunlukla birinci kompresyon segmanı olarak kullanılır. İç kenar pahları ve iç kenar faturaları, segmanlar monte edilmiş (gerdirilmiş) durumdayken segmanların torsiyonunu sağlar. Pahlın ve iç kenar faturasının üst kenarda olması durumunda "pozitif segman torsiyonu" elde edilir. Torsiyonun nasıl etki ettiğine ilişkin ayrıntılı açıklamalar için bkz. Bölüm 1.6.9 Segman torsiyonu.

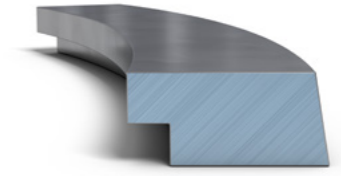
#### KONİK SEGMAN – YAĞ SIYIRMA FONKSİYONLU KOMPRESYON SEGMANLARI



Konik segman



İç kenar pahlı altta olan konik segman



İç kenar faturası altta olan konik segman

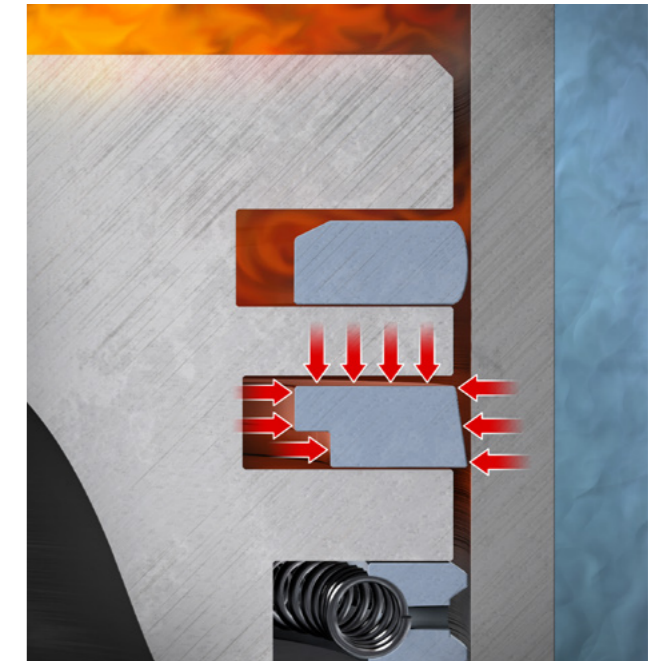
#### BİLGİ

Konik segmanlar tüm motor türlerinde (binek otomobil, ticari araç, benzinli ve dizel) genel olarak ikinci segman yuvasında kullanılır.

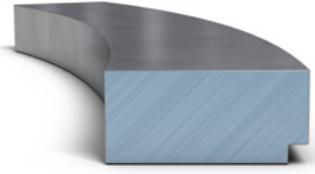
Bu segmanlar çift fonksiyona sahiptir. Gaz sızdırmazlığı sağlarken kompresyon segmanını ve yağ tabakası ayarlanırken yağ sıyırma segmanını desteklerler.

Konik segmanların (Şek. 2) çalışma yüzeyleri konik bir şekle sahiptir. Dikdörtgen segmanla olan açı farkı, modele göre yakl. 45 – 60 yay dakika arasındadır. Segman yeni iken şekli sayesinde sadece alt kenarda kendini taşır ve böylece silindir deliğinin içinde sadece noktasal olarak yerleşir. Böylece bu bölgede alansal olarak yüksek bir mekanik baskı oluşur ve istenen malzeme aşınması meydana gelir. Aşınma safhasında istenen bu aşınma henüz kısa bir çalışma süresinden sonra mükemmel bir yuvarlak şeklin oluşmasını ve iyi bir sızdırmazlık etkisinin elde edilmesini sağlar. Birkaç 100.000 kilometre çalışma sonrasında, aşınmaya bağlı olarak konik çalışma yüzeyinde bir sıyırma olur ve bu durumda konik segman daha ziyade dikdörtgen bir segmanın görevini yerine getirir. Konik segman olarak üretilmiş olan segman, artık bir dikdörtgen segman olarak da iyi bir sızdırmazlık sağlamaya devam eder. Gaz basıncının segman üzerine önden de etkili olması sebebiyle (gaz basıncı silindir ile piston segmanı çalışma yüzeyi arasındaki sızdırmazlık boşluğuna girebilir) gaz basıncı takviyesinde hafif bir azalma olur. Segmanın aşınma süresi boyunca daha az bir bastırma basıncı etkili olur ve segman daha az aşınmayla daha yumuşak bir şekilde alıştırılır.

Konik segmanlar, kompresyon segmanı fonksiyonunun yanı sıra iyi bir yağ sıyırma özelliğine de sahiptir. Bu özellik, segmanın üst kenarının içeriye doğru girintili olmasından kaynaklanır. Segman, alt ölü noktadan üst ölü noktaya doğru yukarıya giderken yağ tabakasının üzerinden kayarak geçer. Segman, etkili olan hidrodinamik kuvvetler (yağ kaması) sayesinde silindir yüzeyinden biraz kalkar. Ters yöne hareket sırasında segmanın kenarı yağ tabakasına daha derinden girer ve bu sayede yağı özellikle krank karterine doğru sıyırır. Konik segmanlar benzinli motorlarda birinci segman yuvasında da kullanılır. Alt kenardaki iç kenar faturasının veya pahlın konumu burada negatif bir segman torsiyonuna neden olur (bkz. Bölüm 1.6.9 Segman torsiyonu).

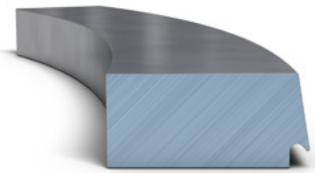


Konik segmandaki gaz basıncı

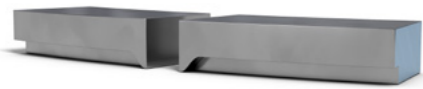
**BURUNLU SEGMANLAR****Burunlu segman**

Burunlu segmanda; segman çalışma yüzeyinin alt kenarında, gaz sızdırmazlığının yanı sıra yağ sıyırma etkisine de sahip olan dikdörtgen veya alttan kesimli bir girinti mevcuttur. Girinti, sıyrılan yağın yağ karterine geri gitmeden önce içinde toplanabildiği belli bir hacmi oluşturur.

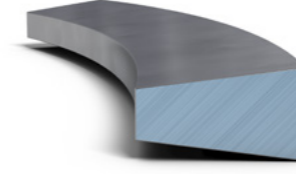
Burunlu segman geçmişte birçok motor modelinde ikinci kompresyon segmanı olarak kullanılıyordu. Günümüzde burunlu segmanlar yerine genelde burunlu konik segmanlar kullanılmaktadır. Burunlu segmanlar, hava basınçlı fren sistemlerinin kompresör pistonlarında da kullanılmaktadır – burada genellikle birinci kompresyon segmanı olarak görev yapar.

**Burunlu konik segman**

Burunlu konik segman, burunlu segmanın geliştirilmiş versiyonudur. Konik çalışma yüzeyi sayesinde yağ sıyırma fonksiyonu güçlendirilir. Burunlu konik segman, pistonlu kompresörlerde sadece ikinci segman yuvasında değil birinci segman yuvasında da kullanılır.

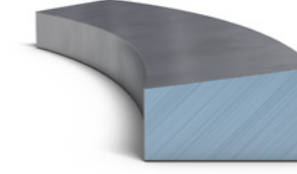
**Ucu kapalı olan burunlu konik segman**

Bazı burunlu konik segmanlarda, gaz sızdırmazlığının daha iyi sağlanması amacıyla alttan kesimli bir girinti segman ucuna kadar devam etmez. Bu sayede normal burunlu konik segmana kıyasla blow-by gazı emisyonunun azaltılması da sağlanır (ayrıca bkz. Bölüm 1.6.5 Segman sonu boşluğu).

**TRAPEZ SEGMANLAR**

Çift taraflı trapez segman

Trapez segmanlarda her iki segman kenarı birbirine paralel değil trapez şeklinde düzenlenmiştir. Açı genellikle 6°, 15° veya 20° olur.



Tek taraflı trapez segman

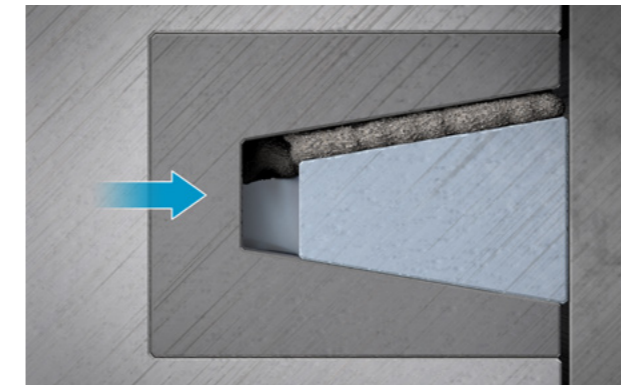
Tek taraflı trapez segmanlarda segmanın alt kenarı açılı değildir ve segmanın çalışma yüzeyine dik açıdadır.

Trapez segmanlar veya tek taraflı trapez segmanlar, segman yuvalarında koklaşmanın oluşmasını ve dolayısıyla segmanların yuvalara sıkışmasını önlemek amacıyla kullanılır. Özellikle segman yuvasının içinde de çok yüksek sıcaklıklar meydana geldiğinde, segman yuvasının içinde bulunan yağın sıcaklığın etkisiyle koklaşması tehlikesi vardır. Dizel motorlarda olası bir yağ koklaşmasının yanı sıra kurum oluşumu da meydana gelir. Bu kurum oluşumu, segman yuvasının içinde tortuların birikmesini de teşvik edici bir durumdur. Yuvanın içinde tortuların birikmesi sonucu piston segmanlarının sıkışması halinde, sıcak yanma gazları herhangi bir engelle karşılaşmadan piston ile silindir duvarı arasında geçerek pistonun aşırı ısınmasına neden olabilir.

Bunun sonucunda piston kafası eriyerek kopabilir ve pistonda ciddi hasarlar meydana gelebilir. Trapez segman, dizel motorlarda daha yüksek sıcaklıklardan ve kurum oluşumundan dolayı tercihen en üst segman yuvasında ve bazen ikinci segman yuvasında da kullanılır.

**⚠ DİKKAT**

Trapez segmanlar (tek taraflı ve çift) normal dikdörtgen kanalların içine yerleştirilemez. Trapez segmanlar kullanıldığında, pistondaki segman yuvaları da her zaman uygun şekle sahip olmalıdır.



**Temizleme fonksiyonu:** Trapez segmanlarının şekli ve pistonun eğilmesi sonucu segmanların yuvalarında hareket edebilmeleri (bkz. Bölüm 1.6.11 Piston segmanı hareketleri) sayesinde koklaşmalar mekanik olarak giderilir.

### 1.3.2 YAĞ SIYIRMA SEGMANLARI

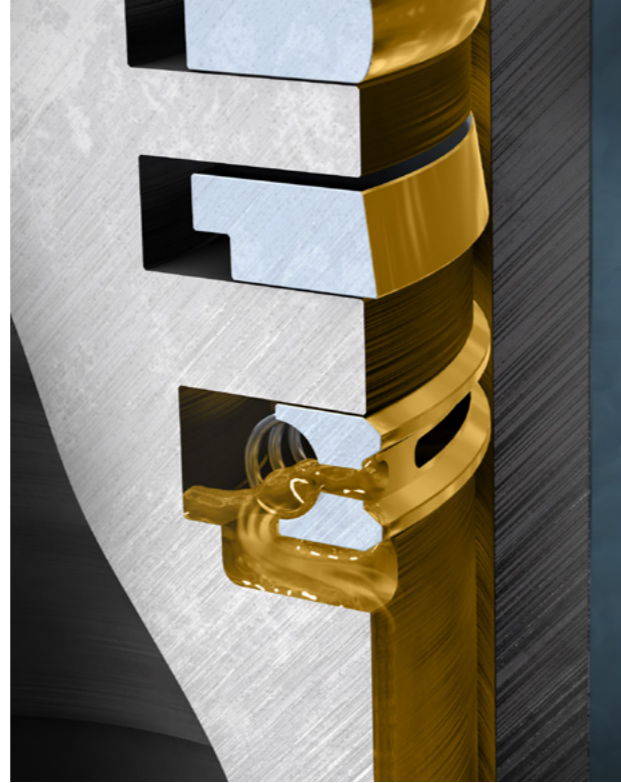
#### FONKSİYON

Yağ sıyırma segmanları yağı silindir duvarı üzerinde dağıtmak ve fazlalık yağı silindir duvarından sıyırmak için tasarlanmıştır. Yağ sıyırma segmanları, daha iyi bir sızdırmazlık ve sıyırma sağlanabilmesi amacıyla genellikle iki adet sıyırmacı kenara sahiptir. Bu kenarların her biri silindir duvarındaki fazla yağı sıyırmak için çalışır. Yani yağ sıyırma segmanının hem alt kenarında hem de sıyırma kenarları arasında belirli miktarda yağ birikir ve bu yağın segman bölgesinden tahliye edilmesi gerekir. Silindir deliğinin içindeki piston eğilme hareketi dikkate alındığında, segmanın her iki kenarı birbirine ne kadar yakınsa sızdırmazlık fonksiyonu da o kadar iyidir.

Öncelikle üstteki sıyırma kenarının sıyırdığı ve sıyırma kenarlarının arasında biriken yağ miktarı bu bölgeden tahliye edilmelidir. Aksi takdirde bu yağ, yağ sıyırma segmanının üzerinden geçer ve ikinci kompresyon segmanı tarafından sıyırılması gerekir. Bu nedenle tek ve iki parçalı yağ sıyırma segmanlarında, sıyırma kenarlarının arasında uzunlamasına yarıklar veya delikler vardır. Üstteki sıyırma kenarının sıyırdığı yağ, segman gövdesindeki bu deliklerden geçirilerek segmanın arka tarafına yönlendirilir.

Sıyrılan yağ, segmanın arka tarafında çeşitli metotlarla drenaj edilir. Metotlardan biri, yağı yağ sıyırma yuvasındaki delikler sayesinde pistonun iç tarafına yönlendirmek ve buradan yağ karterine damlamasını sağlamaktır. Coverslots (Şek. 1) olarak adlandırılan modelde; sıyrılan yağ, pim göbeğinin etrafındaki girinti üzerinden pistonun dış tarafına yönlendirilir. Ancak her iki modelin kombinasyonu da kullanılmaktadır.

Her iki model, sıyrılan yağın drenajı için kendini kanıtlamıştır. Piston şekli, yanma metodu veya kullanım amacına bağlı olarak her iki modelden biri bir şekilde kullanılmaktadır. Teorik olarak her iki modelden birinin tercih edilmesini sağlayacak genel bir fikrin ifade edilmesi mümkün değildir. Bu nedenle, ilgili piston için hangi metodun daha uygun olduğuna dair karar verilmesi için çeşitli pratik deneylerin yapılması gereklidir.



Yağ sıyırma segmanı

#### BİLGİ

İki zamanlı motorlarda pistonun yağlanması yakıt karışımının yağlama özelliği ile gerçekleştirilir. Buradaki yapısal özellikler nedeniyle yağ sıyırma segmanının kullanılmasına gerek yoktur.

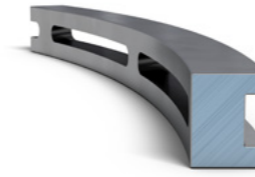
#### TEK PARÇALI YAĞ SIYIRMA SEGMANLARI

Tek parçalı yağ sıyırma segmanları modern motor imalatında artık kullanılmamaktadır. Bu segmanlar gerginliklerini sadece segman kesitinden alır. Dolayısıyla fazla esnek oldukları söylenemez ve Şek. 1'de görüldüğü gibi, bu nedenle çok parçalı yağ sıyırma segmanlarına göre sızdırmazlık özellikleri daha zayıftır. Tek parçalı yarıklı yağ segmanları gri (pik) dökümden imal edilir.



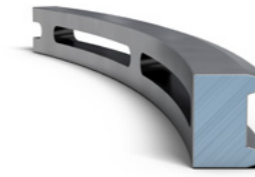
Yağ sıyırma segmanı

#### YAPI TİPLERİ



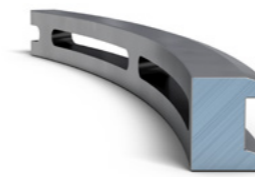
##### Yarıklı yağ segmanı

Dikdörtgen sıyırma kenarlı ve yağ drenajı için yarıklı en basit model.



##### Kenarları pahlı segman

Yarıklı yağ segmanına kıyasla, daha iyi bir alansal bastırma elde edilmesi için segmanın sıyırmacı kenarları pahlıdır.



##### Paralel pahlı segman

Bu segmanda sıyırmacı kenarlar sadece yanma odası yönünde pahlıdır. Böylece piston aşağıya doğru hareket ederken daha kuvvetli bir yağ sıyırma etkisi oluşur.

## İKİ PARÇALI YAĞ SIYIRMA SEGMANLARI (SİRAL YAYLI MODELLER)

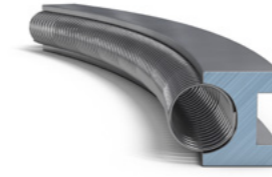
İki parçalı yağ sıyırma segmanları bir segman gövdesinden ve bunun arkasında bulunan bir spiral yaydan oluşur. Segman gövdesi, tek parçalı yağ sıyırma segmanına kıyasla çok daha küçük bir kesite sahiptir. Segman böylece nispeten esnektir ve çok iyi bir Şek. doldurma kabiliyetine sahiptir. Spiral yayın segmanın iç tarafındaki yatağı ya yarı yuvarlaktır yada v şeklindedir.

Asıl gerginlik ısıya dayanıklı yay çeliğinden üretilmiş spiral baskı yayından gelir. Bu yay segmanın arkasındadır ve segmanı silindirik duvarına doğru bastırır. Yaylar çalışma sırasında segman gövdesinin arka tarafında sıkıca dururlar ve birlikte tek bir ünite halindedirler. Yay segmana karşı dönmemesine rağmen tüm segman ünitesi – aynı diğer segmanlarda da olduğu gibi – segman yuvasının içinde döner. Radyal basınç dağılımı iki parçalı yağ sıyırma segmanlarında her zaman simetrik, çünkü bastırma basıncı tüm spiral çevresinde eşit büyüklüktedir (bununla ilgili olarak ayrıca bkz. Bölüm 1.6.2 Radyal basınç dağılımı).

Çalışma ömrünün arttırılması için yayların dış çapları taşlanır, segman ağızında daha dar sarılır veya üzerlerine bir teflon hortum geçirilir. Bu tedbirler sayesinde, segman gövdesi ile spiral yay arasında sürtünmeden kaynaklanan aşınma azaltılır. İki parçalı segmanların gövdeleri pik döküm veya çeliktendir.

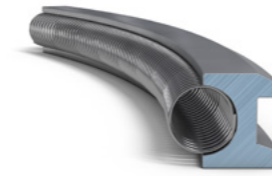
### ← BİLGİ

Ağız açıklığı (segman gövdesi sökülmiş durumdayken, alttaki genişleme yayı olmadan segman uçları arasındaki mesafe), çok parçalı yağ sıyırma segmanları için önemli değildir. Ağız açıklığı özellikle çelik segmanlarda sıfıra yakın olabilir. Bu herhangi bir kusur veya şikayet sebebi teşkil etmez.



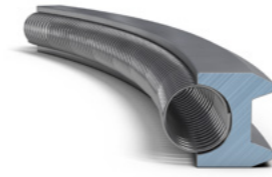
### Spiral yaylı yarıklı yağ segmanı

Sızdırmazlık etkisi tek parçalı yarıklı yağ segmanına göre daha iyi olan en basit segman şekli.



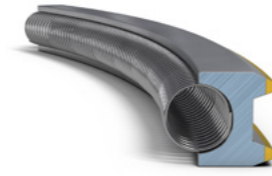
### Paralel pahlı spiral yaylı segman

Çalışma yüzeyi şekli aynı paralel pahlı segmandaki gibi, ancak sızdırmazlık etkisi daha iyidir.



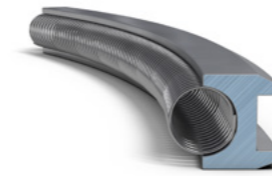
### Kenarları pahlı spiral yaylı segman

Çalışma yüzeyinin şekli kenarları pahlı segmandaki gibidir ancak sızdırmazlık etkisi daha iyidir. Bu segman, en yaygın yağ sıyırma segmanıdır. Her motor türünde kullanılması mümkündür.



### Kenarları pahlı spiral yaylı segman, krom kaplı sıyırıcı kenarlar

Özellikleri kenarları pahlı spiral yaylı segman ile aynıdır ancak aşınmaya karşı dayanımı daha yüksektir ve çalışma ömrü daha uzundur. Bu nedenle özellikle dizel motorlar için uygundur.

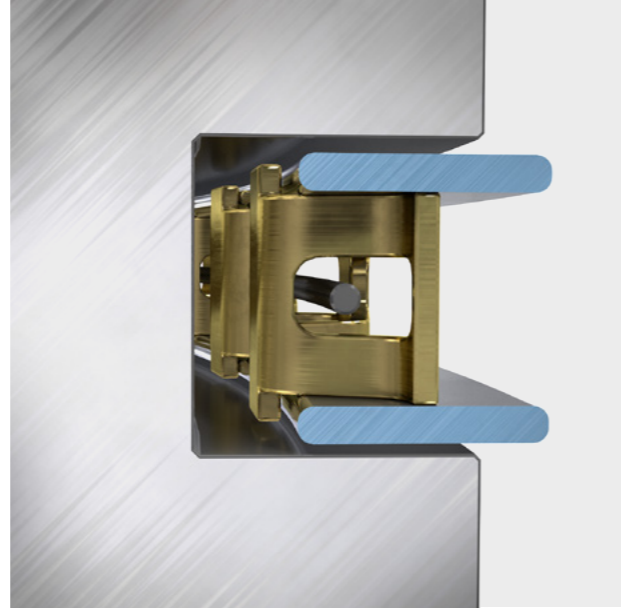


### Kenarları pahlı spiral yaylı segman, nitratlanmış çelik malzeme

Bu segman, profil çelik şeritten üretilir ve üzerine her tarafını kaplayacak şekilde aşınmaya karşı koruma tabakası uygulanır. Segman çok esnek olup kırılma tehlikesi yukarıda bahsedilen pik döküm segmanlara kıyasla daha azdır. Sıyırıcı kenarların arasındaki yağ drenajı yuvarlak delikler sayesinde gerçekleşir. Bu tür yağ sıyırma segmanları genellikle dizel motorlarda kullanılır.

### ÜÇ PARÇALI YAĞ SIYIRMA SEGMANLARI

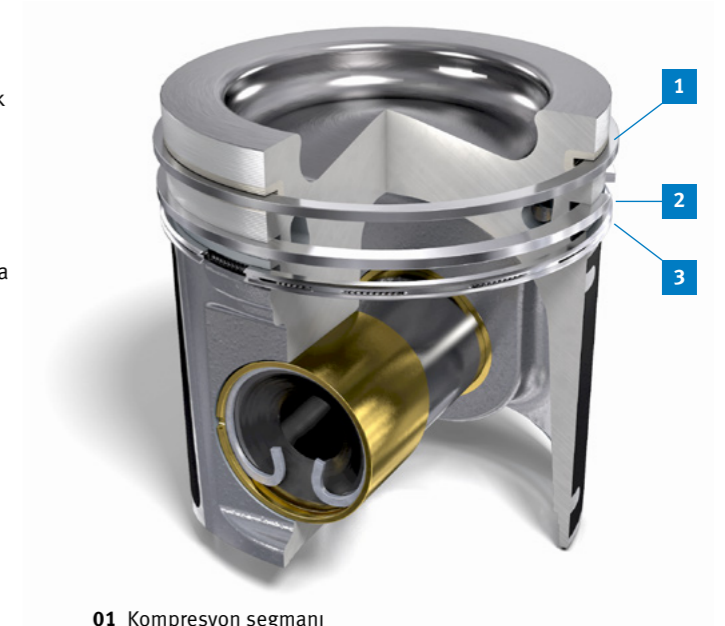
Üç parçalı yağ sıyırma segmanları, aralık ve genişleme yayı tarafından silindir duvarına doğru bastırılan iki adet ince çelik lamelden oluşur. Çelik lamelli yağ sıyırma segmanlarının, çalışma yüzeyi krom kaplı olan modelleri veya her tarafı nitratlanmış modelleri mevcuttur. Nitratlanmış modeller, hem çalışma yüzeyindeki hem de genişleme yayı ile lameller arasındaki (sekonder aşınma) aşınma özelliklerinin iyileştirilmesini sağlar. Üç parçalı yağ sıyırma segmanlarının Şek. doldurma kabiliyeti çok iyidir ve bu segmanlar genellikle benzerli binek otomobil motorlarında kullanılır.



Üç parçalı yağ sıyırma segmanı

### 1.3.3 TİPİK PİSTON SEGMANI DONATIMI

Piston segmanlarında aranan karmaşık özelliklerin sadece tek bir piston segmanı tarafından karşılanması mümkün değildir. Bu ancak birden fazla farklı tipte piston segmanının kombinasyonu sayesinde gerçekleştirilebilir. Dolayısıyla modern motor imalatında; bir kompresyon segmanının, bir kombine kompresyon ve sıyırma segmanının ve bir yağ sıyırma segmanının birlikte kullanıldığı bir kombinasyonun başarılı olduğu kanıtlanmıştır. Segman sayısı üçten daha fazla olan pistonlar günümüzde sık görülmez.



01 Kompresyon segmanı

02 Kompresyon ve sıyırma segmanı

03 Yağ sıyırma segmanı

### 1.3.4 EN UYGUN PİSTON SEGMANI

En iyi piston segmanı veya en iyi piston segmanı donatımı diye bir şey yoktur. Her piston segmanı kendi alanında bir "uzmandır". Sonuçta her segman modeli ve segman takımında, birbirinden tamamen farklı ve kısmen karşıt talepleri yerine getirmek için bazı özelliklerden feragat edilmesi söz konusudur. Sadece tek bir piston segmanında yapılan değişiklik dahi tüm segman takımının uyumunu bozabilir.

Yeni tasarlanacak bir motorda kullanılacak nihai piston segmanı kombinasyonu, prensip olarak test yerinde gerçekleştirilen kapsamlı testler dikkate alınarak ve normal işletme koşulları da göz önünde bulundurularak belirlenir.

Yandaki tablonun eksiksiz olduğuna dair bir iddia yoktur, ancak bu tablo, farklı segman özelliklerinin çeşitli segman fonksiyonlarını nasıl etkilediğini göstermektedir.

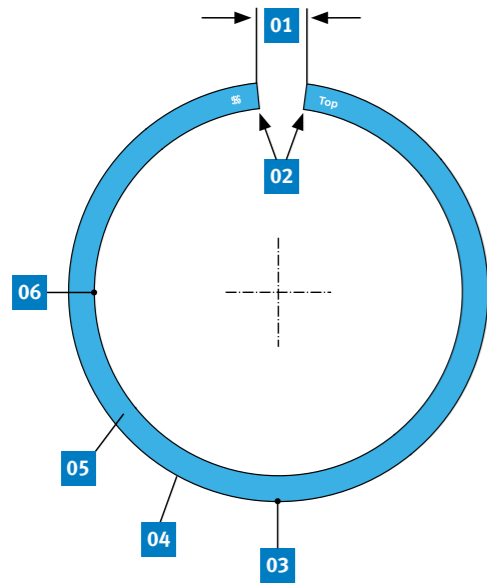
● avantajlı – pozitif

● ortalama – nötr

● dezavantajlı – negatif

Talep	Sürtünme	Rodaj	Çalışma ömrü
Yüksek segman gerginliği	●	●	●
Düşük segman gerginliği	●	●	●
Aşınmaya dayanıklı malzeme	-	●	●
Daha yumuşak malzeme	-	●	●
Düşük segman yüksekliği	●	●	●
Yüksek segman yüksekliği	●	●	●

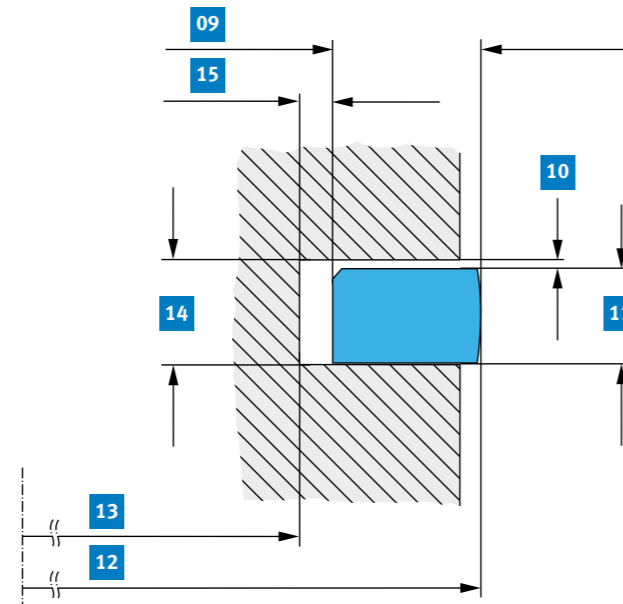
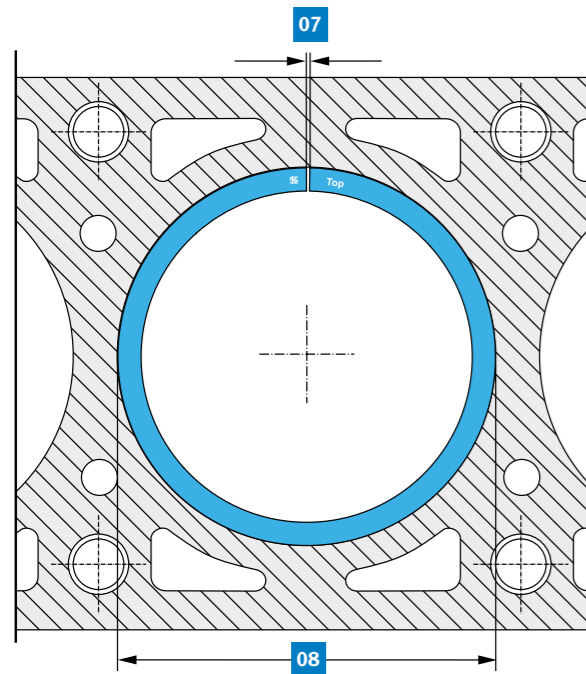
## 1.4 PİSTON SEGMANI TANIMLAMALARI



- 01 Ağız açıklığı
- 02 Segman uçları
- 03 Segman sırtı (segman uçlarının karşısı)
- 04 Segman çalışma yüzeyi
- 05 Segman kenar yüzeyi
- 06 Segman iç yüzeyi

- 07 Segman sonu boşluğu (soğuk durumdaki boşluk)
- 08 Silindir çapı

- 09 Radyal duvar kalınlığı
- 10 Eksenel boşluk
- 11 Piston segmanı yüksekliği
- 12 Silindir çapı
- 13 Yuva tabanı çapı
- 14 Yuva yüksekliği
- 15 Radyal boşluk



## 1.5 PİSTON SEGMANLARININ YAPISI VE ŞEKLİ

### 1.5.1 PİSTON SEGMANI MALZEMELERİ

Piston segmanlarının malzemeleri, segmanların performans karakteristiğine ve hangi koşullar altında çalışmak zorunda olduklarına bakılarak seçilir. İyi esneklik ve korozyona karşı direnç olduğu kadar aşırı kullanım koşulları altında hasara karşı yüksek dayanım da önemlidir. Piston segmanlarının üretiminde kullanılan ana malzeme günümüzde de yine gri (pik) dökümdür. Pik döküm ve tekstür içindeki grafit katmanlar, tribolojik açıdan bakıldığında acil durumda çok iyi performans karakteristiği sunar (grafit sayesinde kuru yağlama).

Bu özellik, yağlamanın artık motor yağı ile yapılamadığı veya yağlama tabakasının tahrip olduğu durumlar için özellikle önemlidir. Ayrıca, segman yapısındaki grafit damarları yağ rezervuarı olarak etkilidir ve burada da yağlama tabakasının zorlu çalışma koşulları altında tahrip olmasına karşı gelirler.

#### Pik döküm malzemeleri olarak aşağıdaki malzemeler kullanılır

- Lamel şeklinde oluşturulmuş yapraksı grafit yapıları döküm demir (lamel grafitli döküm), sertleştirilmiş ve sertleştirilmemiş
- Globül şeklinde oluşturulmuş küresel grafit yapıları döküm demir (küresel grafitli döküm), sertleştirilmiş ve sertleştirilmemiş

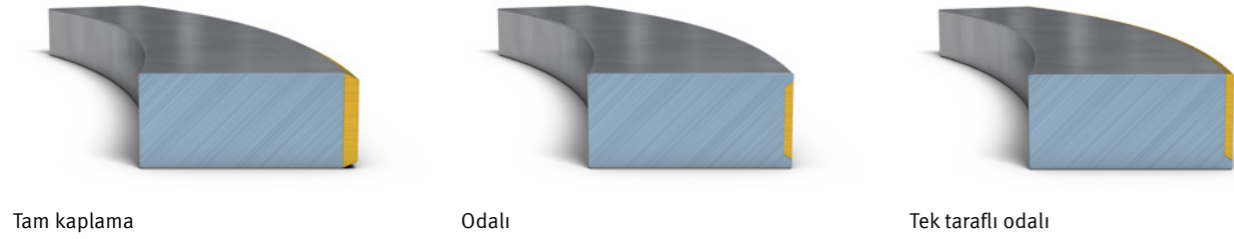
Çelik malzemeler olarak martensitik mikro yapıları krom çelik ve yay çeliği kullanılır. Aşınmaya karşı direncin artırılması için yüzeyler sertleştirilmiştir. Bu genelde nitürleme\* sayesinde gerçekleşir.

\* Nitürleme (nitürasyon), uzmanlar arasında azotla zenginleştirme (azot verilerek) olarak tanımlanır ve çeliğin sertleştirilmesinde uygulanan bir metottür. Nitürleme işlemi genellikle 500 – 520 °C arasındaki sıcaklıklarda ve 1 – 100 saat arasında işleme süreleriyle gerçekleştirilir. İş parçasının yüzeyinde, azotun yüzeyden içeriye doğru yayılması ile çok sert olan yüzeyel bir demir nitür tabakası oluşur. İşleme süresine bağlı olarak bu tabaka 10-30 µm kalınlığa ulaşabilir. Yaygın metotlar arasında tuz banyosunda nitürleme (örneğin krank milleri), gaz nitürleme (piston segmanlarında) ve plazma nitürleme bulunur.



Piston segmanı döküm prosesi

### 1.5.2 ÇALIŞMA YÜZEYLERİNİN KAPLAMA MALZEMELERİ



Tribolojik\* özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla piston segmanlarının sıyrıcı kenarlarını veya çalışma yüzeylerini kaplamak mümkündür. Burada öncelikli olarak aşınmaya karşı direncin artırılması ve aşırı zorlu koşullar altında yağlama ve sızdırmazlık özelliğinin sağlanması da ön plandadır. Kaplama malzemesi, hem piston segmanının ve silindir duvarının üretildiği malzemelerle hem de yağlayıcı madde ile uyum göstermelidir. Piston segmanlarında çalışma yüzeyi kaplamaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Seri üretim motorlarının segmanları sık olarak krom, molibden ve ferro oksit ile kaplanır.

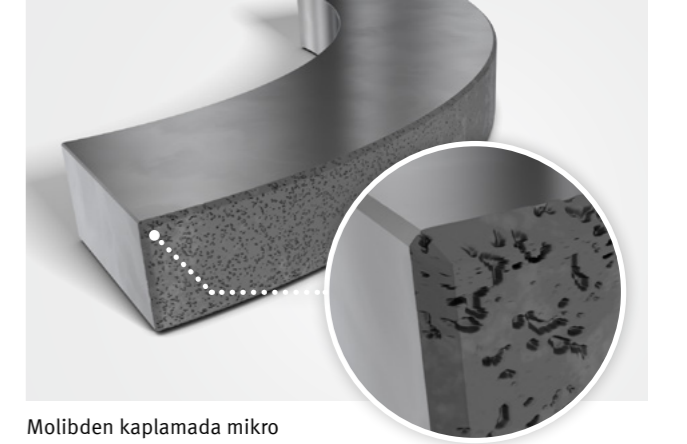
\* Triboloji (Yunanca: Sürtünme bilimi) rölatif hareket halindeki etkileşimli yüzeyleri araştırma alanını ve teknolojisini kapsar. Triboloji; sürtünme, aşınma ve yağlama konularını bilimsel olarak inceleyen bilim dalıdır.

#### MOLİBDEN KAPLAMALAR

Yanık izlerinden kaçınılması için kompresyon segmanlarının çalışma yüzeyi (yağ sıyırma segmanlarında değil) molibden ile doldurulabilir veya tüm yüzeyi kaplanabilir. Kaplama işlemi, hem alev ile püskürtme hem de plazma ile püskürtme yöntemi ile gerçekleştirilebilir. Molibden, yüksek erime noktası sayesinde (2620 °C) sıcaklığa karşı çok yüksek direnç sağlar. Ayrıca kaplama metodu sayesinde gözenekli bir malzeme yapısı elde edilir. Segmanların çalışma yüzeylerinde (Şek. 2) bu şekilde oluşan mikro boşlukların içinde motor yağı depolanabilir. Bu da aşırı zorlu çalışma durumlarında bile segman çalışma yüzeyinin yağlanması için yeterli miktarda yağ bulunmasını sağlar.

#### Özellikler

- Sıcığa karşı yüksek direnç
- İyi acil durum özellikleri
- Kromdan daha yumuşak yapı
- Krom segmanlara kıyasla aşınmaya karşı daha düşük direnç (kirlere karşı daha hassas)
- Segman titremesine karşı daha hassas yapı (dolayısıyla vuruntulu yanma ve diğer yanma bozuklukları gibi aşırı yüklenme durumlarında molibden kırılmaları olasılığı)



Molibden kaplamada mikro gözenekler

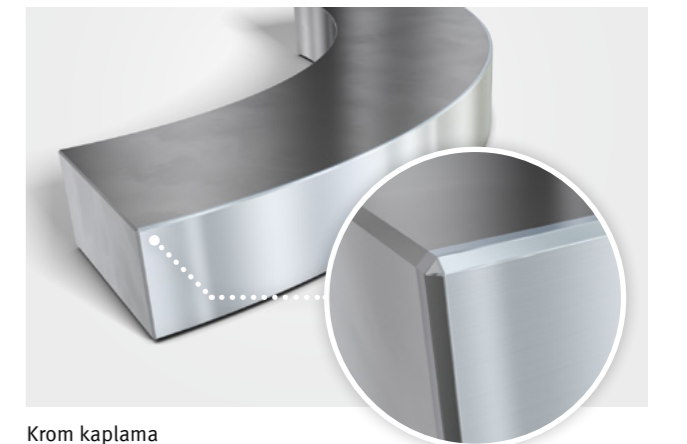
#### GALVANİK KAPLAMALAR

##### KROM KAPLAMALAR

Krom kaplamaların çoğu galvanik tekniklerle gerçekleştirilir.

#### Özellikler

- Uzun çalışma ömrü (aşınmaya karşı direnç)
- Sert, dayanıklı yüzey
- Daha az silindir aşınması (kaplamasız piston segmanlarına kıyasla yakl. %50)
- Yanık izlerine karşı iyi direnç
- Molibden kaplamalara göre daha zayıf acil durum özellikleri.
- Aşınmaya karşı iyi direnç sayesinde; takviyesiz piston segmanlarına, çelik lamelli yağ sıyırma segmanlarına veya U-Flex yağ sıyırma segmanlarına kıyasla daha uzun çalışma süresi



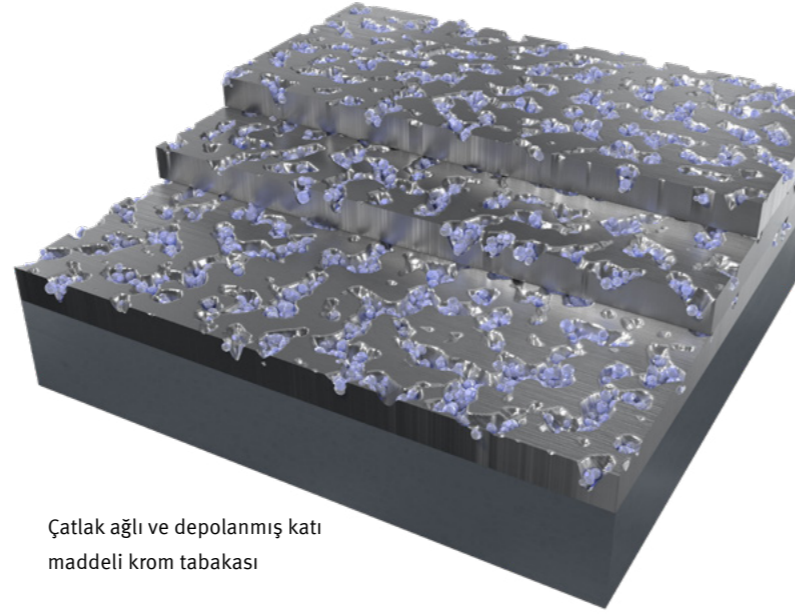
Krom kaplama

### CK KAPLAMALAR (KROM-SERAMİK) VE DC KAPLAMALAR (DİAMOND COATED – ELMAS KAPLI)

Bu kaplamalar, sabit bağlantılı katı maddelerin depolandığı bir çatlak ağına sahip, galvanik bir şekilde uygulanan bir krom tabakasından meydana gelir. Depolama maddesi olarak seramik (CK) veya mikro elmaslar (DC) kullanılır.

#### Özellikler

- Son derece pürüzsüz yüzey sayesinde en düşük sürtünme kayıpları
- Depolanan katı maddeler sayesinde en yüksek aşınma direnci ve uzun çalışma ömrü
- Yanık izlerine karşı iyi direnç
- Piston segmanı tabakasından az miktarda kendiliğinden aşınma ve buna bağlı olarak aynı seviyede düşük silindir aşınması



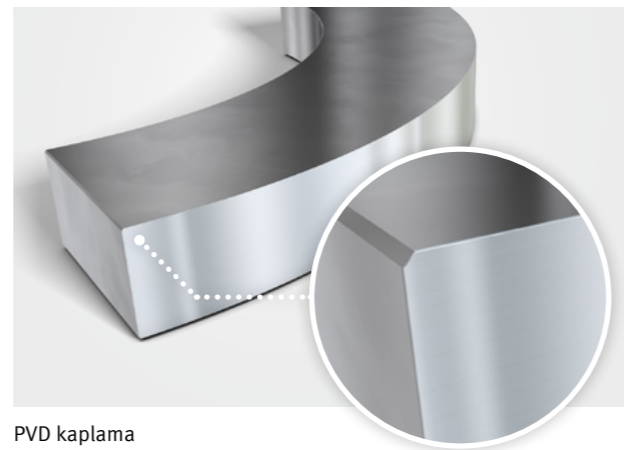
Çatlak ağı ve depolanmış katı maddeli krom tabakası

### PVD KAPLAMALAR

PVD kısaltması "Physical Vapour Deposition" (Fiziksel Buhar Biriktirme) kaplama tekniği için kullanılır. Vakum bazlı bu kaplama tekniğinde, katı madde tabakaları (CrN – Krom(III)-nitrid) doğrudan piston segmanı çalışma yüzeyinde buharlaştırılır.

#### Özellikler

- Son derece pürüzsüz yüzey sayesinde en aza indirilen sürtünme kayıpları.
- Yüksek sertlikte olan, çok ince ve sıkı tabaka yapısı sayesinde aşınma dayanıklılığı.
- Yüksek aşınma direnci sayesinde daha uzun süre korunan segman konturu. Böylece örneğin PVD kaplamalı bir yağ sıyırma segmanında, segman gerginliği daha da azaltılarak sürtünme gücünde kayda değer avantajlar elde edilmektedir.



PVD kaplama

### 1.5.3 TABAKALARIN AYRILMASI

Püskürtme metodu ile uygulanmış molibden ve ferro oksit tabakalarında bazen çalışma yüzeylerindeki kaplama tabakalarının ayrılması söz konusu olabilir. Piston segmanlarının montajında yapılan hatalar (segmanlar pistonlara geçirilirken segmanların çok fazla açılması ve segmanların Şek. 1'de gösterildiği gibi açılması) bunun başlıca sebebidir. Segmanlar pistona hatalı şekilde geçirilirken sadece segmanın sırtındaki kaplama atar (Şek. 2). Kaplamanın segman uçlarından ayrılması, yanma bozuklukları (örneğin vuruntulu yanma) nedeniyle segmanda titreme olduğuna işaret eder.



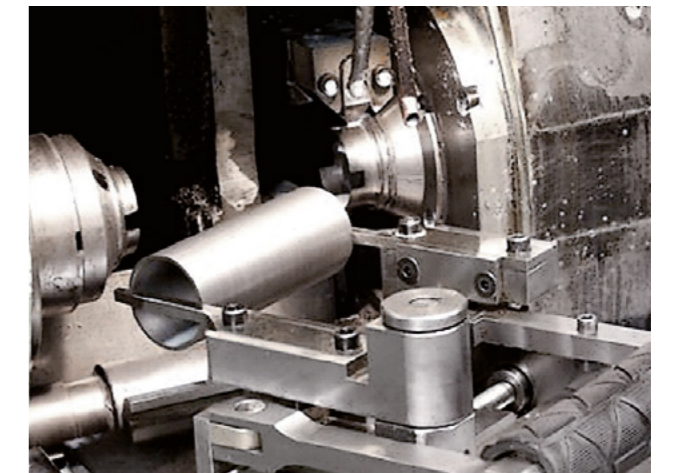
Şek. 2: Segman sırtından ayrılan kaplama.



Şek. 1: Piston üzerine çekme sırasında piston segmanlarının dönmesi ve açılması

### 1.5.4 ÇALIŞMA YÜZEYLERİNİ İŞLEME (TORNALAMA, DÜZLEŞTİRME, TAŞLAMA)

Döküm demirden üretilmiş takviyesiz piston segmanlarının çalışma yüzeyleri genelde sadece ince tornalama işleminden geçirilmiştir. Takviyesiz segmanların hızlı alışma süresinden dolayı, çalışma yüzeyinin taşlanması veya düzleştirilmesinden vazgeçilir. Kaplanmış veya sertleştirilmiş yüzeylerde çalışma yüzeyleri ya taşlanır ya da düzleştirilir. Bunun sebebi; aşınmaya karşı yüksek dirence sahip olan segmanların, yuvarlak bir şek. almalarının ve tam sızdırmazlığa sahip olmalarının çok uzun sürmesidir. Bunun sonucunda performans (güç) kaybı ve yüksek yağ tüketimi meydana gelebilir.



Çalışma yüzeylerinin işlenmesi için torna tezgahı

### 1.5.5 KAVİSLİ (YUVARLAK) ÇALIŞMA YÜZEYİ ŞEKİLLERİ

Taşlama ve düzleştirme işlemlerinin uygulanmasının bir diğer sebebi de çalışma yüzeyinin şeklidir. Dikdörtgen piston segmanlarının (takviyesiz) çalışma yüzeyi, yukarı ve aşağı hareket nedeniyle (Şek. 1) ve segmanın yuva içinde hareket etmesi (segman torsiyonu) sonucu bir süre sonra kavisli (yuvarlak) bir şek. alır. Bu durum, yağlama tabakasının oluşturulması ve segmanların çalışma ömrü bakımından olumludur.

Kaplamalı piston segmanlarının üretimi sırasında, segmanlara henüz üretim aşamasındayken hafif kavisli bir şek. verilir. Bu sayede istenen şekle girmeleri için segmanların alıştırılmasına gerek olmaz ve çalışma yüzeyleri hazır bir şekle sahip olur. Böylece hem alışma safhasındaki yüksek aşınma hem de buna bağlı yağ tüketimi önlenmiş olur. Segman çalışma yüzeyinin noktasal teması sayesinde silindir duvarında daha yüksek bir spesifik bastırma basıncı ve dolayısıyla daha iyi bir gaz ve yağ sızdırmazlık etkisi elde edilir. Ayrıca, henüz keskin segman kenarlarından dolayı hatalı temas oluşma tehlikesi de azalır. Krom segmanlar, rodaj esnasında yağ tabakasının bastırılmasını önlemek için kenar oluklarında zaten pahlanmıştır. Aksi takdirde çok sert olan krom tabakası ciddi aşınmaya yol açabilir ve çok daha yumuşak olan silindir duvarında hasara sebep olabilir.

Segmanlar üretilirken oluşturulan veya segmanların alışmasıyla birlikte oluşan simetrik ve yuvarlak segman çalışma yüzeyleri (Şek. 2) son derece iyi kaydırma özellikleri sunar ve tanımlanmış bir yağlama tabakası kalınlığı oluşturur. Pistonun yukarı ve aşağı hareketi sırasındaki yağlayıcı film kalınlığı, simetrik yuvarlaklığa sahip segman çalışma yüzeyinde eşittir. Segmanın yağ tabakası üzerinde süzülmesini sağlayan kuvvetler her iki yönde de eşit büyüklüktedir.

Eğer yuvarlaklık henüz segman üretiminde oluşturuluyorsa, daha iyi bir yağ tüketimi kontrolü için asimetrik yuvarlaklık oluşturma imkanı vardır. O zaman yuvarlaklığın tepe noktası çalışma yüzeyinin ortasında değil biraz daha altındadır (Şek. 3).

Çalışma yüzeyindeki bu asimetrik bölümlenme, segmanın yukarı ve aşağı hareketi sırasında farklı bir çalışma davranışının oluşmasına neden olur. Yukarı hareket sırasında yüzeyin daha büyük olması nedeniyle segman yağdan daha fazla uzaklaşır ve



Şek. 1: Alışma aşınması ile sağlanan yuvarlaklık



Şek. 2: Simetrik ve yuvarlak segman çalışma yüzeyi

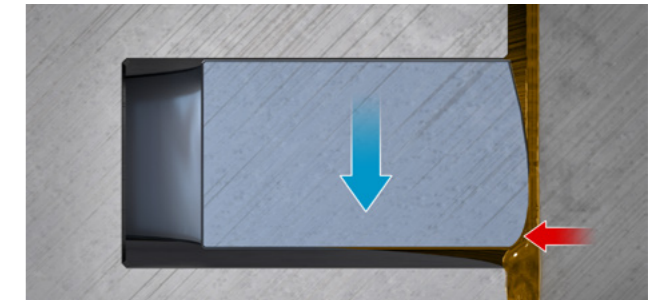


Şek. 3: Asimetrik ve yuvarlak segman çalışma yüzeyi

yağ sıçraması da daha az olur. Aşağı hareket sırasında yüzeyin daha küçük olması nedeniyle piston segmanı daha az süzülür ve yağ sıçraması daha fazla olur (Şek. 4 ve 5). Dolayısıyla asimetrik ve yuvarlak şekle sahip olan segmanlar, özellikle dizel motorlardaki dezavantajlı işletme koşullarında yağ tüketimi kontrolünde de rol oynar. Bu durum örneğin tam yükte çalışma sonrasındaki uzun rölanti evrelerinde meydana gelir ve tekrar gaz verildiğinde egzoz kanalına yağ atılması ve mavi duman çıkması ile kendini gösterir.



Şek. 4: Yukarı hareket sırasındaki kuvvetli süzülme



Şek. 5: Aşağı hareket sırasındaki hafif süzülme

### 1.5.6 YÜZEY İŞLEMLERİ

Piston segmanlarının yüzeyleri modele göre parlak, fosfatlı veya bakır kaplı olabilir. Bu sadece segmanların korozyon karakteristiğini etkiler. Parlak segmanlar yeni iken güzel görünürler, ancak pas oluşumuna karşı tamamen korumasızdırlar. Fosfat kaplı segmanların siyah mat bir yüzeyi vardır ve fosfat tabakası sayesinde pas oluşumuna karşı korunur.

Bakır kaplı segmanlar da paslanmaya karşı iyi şekilde korunur ve rodaj sırasında yanık izi oluşumuna karşı hafif bir korumaya sahiptirler. Bakırın belli bir kuru yağlama etkisi vardır ve böylece rodaj sırasında minimum düzeyde acil durum özelliğine sahiptir.

Ancak yüzey işlemlerinin segmanların fonksiyonu üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Bu nedenle piston segmanının renginden yola çıkarak kalite ile ilgili bir sonuca varılamaz.



## 1.6 FONKSİYONLARI VE ÖZELLİKLERİ

### 1.6.1 TEĞETSSEL GERİLİM

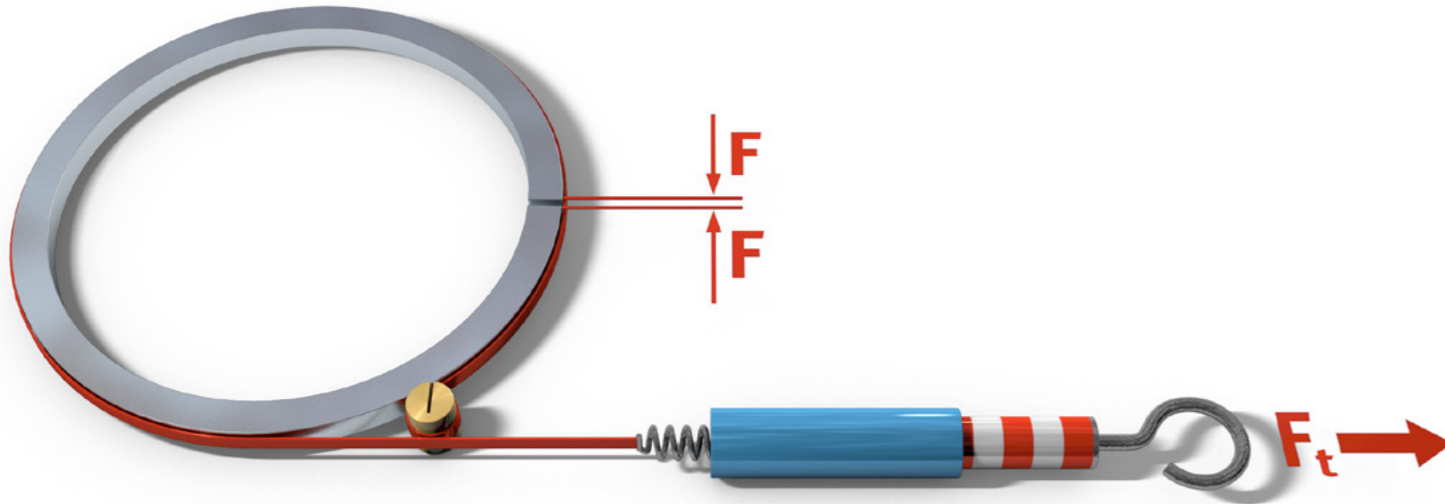
Piston segmanlarının gerilmemiş durumdaki çapı, monteli durumdaki çaptan daha büyüktür. Bu, segman takılı vaziyetteyken silindir içinde gerekli olan bastırma basıncının sağlanması için gereklidir.

Silindir içindeki bastırma basıncının ölçümü pratikte zor bir işlemdir. Bu nedenle, segmanı silindir duvarına bastıran çapsal kuvvet, teğetsel kuvvet için kullanılan bir formül yardımıyla hesaplanır. Teğetsel kuvvet, segman uçlarını segman sonu boşluğuna kadar çekmek için uygulanması gereken kuvvettir (Şek. 1). Teğetsel kuvvet, segmanın etrafına yerleştirilen esnek bir çelik şeritle ölçülür. Daha sonra şerit, piston segmanı için öngörülen segman sonu boşluğu değerine ulaşıncaya kadar çekilerek kapatılır. Teğetsel kuvvet sonra kuvvet ölçerle okunabilir. Yağ sıyırma segmanlarının ölçümü daima genişleme yayı yerleştirilmiş vaziyette gerçekleştirilir.

Tam doğru ölçüm yapılmasını sağlamak için, ölçüm düzeni titreşime tabi tutularak genişleme yayının segman gövdesinin arkasında doğal şeklini alması sağlanır. Üç parçalı çelik lamelli segmanlarda, segmanın yapısı nedeniyle segman paketinin ayrıca aksel olarak da sabitlenmesi gerekir, aksi takdirde çelik lameller yana doğru çekilir ve ölçüm yapılamaz. Şek. 1'de teğetsel kuvvet ölçümü şematik olarak gösterilmiştir.

#### BİLGİ

Karışık sürtünme veya uzun süreli çalışma nedeniyle piston segmanlarında meydana gelen radyal aşınmadan dolayı teğetsel gerilim kaybı oluşur. Gerilimin ölçülmesi, sadece kesiti halen tam olan yeni segmanlarda mantıklıdır.

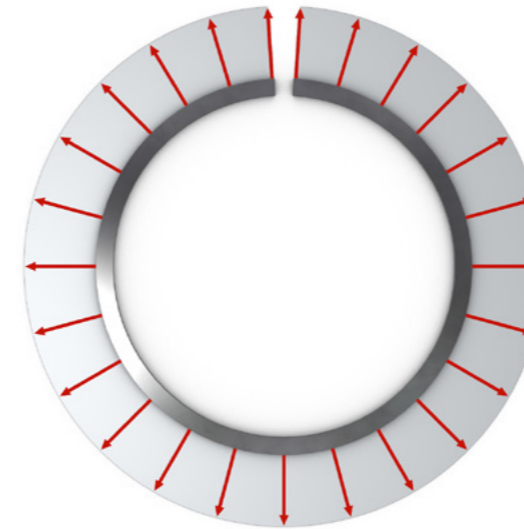


Şek. 1: Teğetsel kuvvet ölçümü

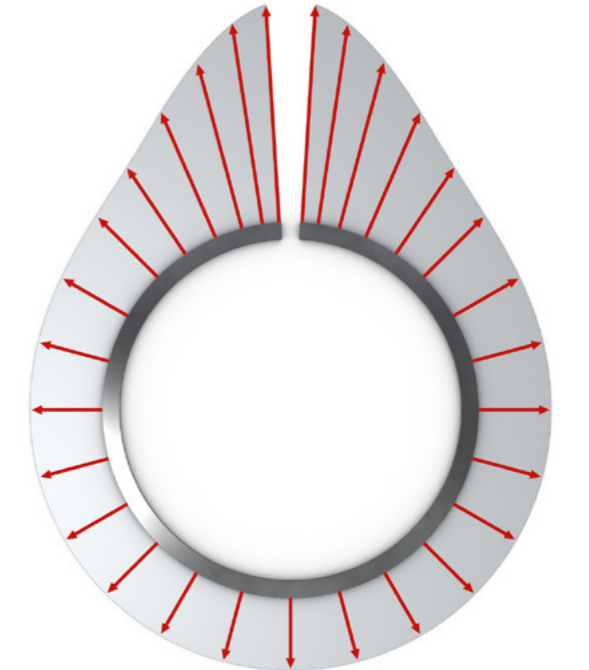
### 1.6.2 RADYAL BASINÇ DAĞILIMI

Radyal basınç dağılımı; malzemenin elastikiyet modülüne, sıkılmamış vaziyetteki ağız açıklığına ve segmanın kesitine bağlıdır. Radyal basınç dağılımının iki farklı çeşidi mevcuttur. En basit olanı simetrik radyal basınç dağılımıdır (Şek. 2). Simetrik radyal basınç dağılımı özellikle esnek bir segman taşıyıcısından veya iç gerilimi nispeten düşük olan çelik lamellerden oluşan çok parçalı yağ sıyırma segmanlarında görülür. Arkada bulunan genişleme yayı segman taşıyıcısını veya çelik lamelleri silindir duvarına bastırır. Gerilmiş durumdayken (montaj durumu) segman taşıyıcısının arka tarafına veya çelik lamellere doğru destek sağlanan genişleme yayı sayesinde radyal basınç simetrik etki eder.

Dört zamanlı motorlarda kullanılan kompresyon segmanlarında simetrik radyal basınç dağılımından vazgeçilmiştir. Yüksek devirlerde segman uçlarının titreşim eğilimine karşı gelmek için simetrik dağılım yerine armut şeklinde bir dağılım (pozitif oval) kullanılmaktadır (Şek. 3). Segman titreşimi daima segman uçlarından başlar ve buradan tüm segmanın çevresine iletilir. Segman uçlarındaki bastırma kuvvetinin artırılması buna karşı gelir, çünkü piston segmanları bu bölgede silindir duvarına daha kuvvetli şekilde bastırılır ve böylece segman titreşimi etkili bir şekilde azaltılır veya kesilir.



Şek. 2:  
Simetrik radyal basınç  
dağılımı



Şek. 3:  
Pozitif-oval radyal basınç  
dağılımı

### 1.6.3 BASTIRMA BASINCININ YANMA BASINCI SAYESİNDE GÜÇLENDİRİLMESİ

Bastırma basıncının, motor çalışırken kompresyon segmanları üzerinde etkili olan yanma basıncı sayesinde güçlendirilmesi piston segmanlarının iç geriliminden çok daha önemlidir.

Birinci kompresyon segmanına ait toplam bastırma kuvvetinin %90'ı çalışma taktı sırasında yanma basıncı tarafından oluşturulur. Basınç, Şek. 1'de gösterildiği gibi kompresyon segmanlarının arkasına yerleşir ve bu segmanları silindir duvarına daha kuvvetli şekilde bastırır. Bastırma kuvvetinin güçlendirilmesi genelde birinci kompresyon segmanı üzerinde etkilidir ve zayıflamış bir şekilde ikinci kompresyon segmanında da devam eder.

İkinci piston segmanı için olan gaz basıncı, birinci kompresyon segmanının segman sonu boşluğu değiştirilerek kontrol edilebilir. Biraz daha büyük bir segman sonu boşluğu sayesinde örneğin ikinci kompresyon segmanının arka tarafına daha fazla yanma basıncı ulaşır ve burada da bastırma kuvveti güçlendirilmiş olur.



Şek. 1: Bastırma basıncının güçlendirilmesi

Kompresyon segmanlarının daha fazla sayıda olması durumunda ikinci kompresyon segmanından sonra yanma basıncının sağladığı güçlendirme artık meydana gelmez.

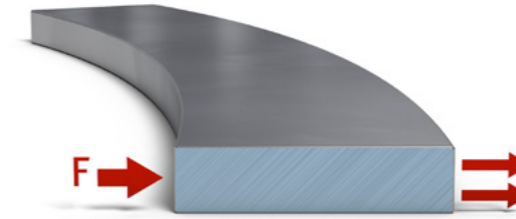
Sadece yağ sıyırma görevi olan segmanlar sadece özgerilimleri ile çalışırlar. Gaz basıncı burada, segmanların özel şekline dolayı bastırma kuvvetini güçlendirici etki gösteremez. Ayrıca, piston segmanındaki kuvvet dağılımı piston segmanı çalışma yüzeyinin şekline bağlıdır. Konik segmanlarda ve yuvarlatılmış kompresyon segmanlarında gaz basıncı, piston segmanı çalışma yüzeyi ile silindir duvarı arasındaki sızdırmazlık boşluğunun içine de ulaşır ve böylece piston segmanının arkasındaki gaz basıncına karşı etkili olur (bkz. Bölüm 1.3.1 Kompresyon segmanları).

Yuvanın alt kenarında kompresyon segmanı üzerinde etkili olan eksenel bastırma kuvveti sadece gaz basıncı sayesinde oluşur. Segmanların iç gerilimi eksenel yönde etki etmez.

#### BİLGİ

Motor rölantide çalışırken silindirlerin çok iyi dolmaması nedeniyle, segmanların bastırma kuvvetinde daha az güçlendirme sağlanır. Bu, özellikle dizel motorlarda hissedilir. Uzun süre rölantide çalışan motorlarda, gaz basıncı desteği olmaması sonucu sıyırma etkisinin zayıf olması nedeniyle yağ tüketimi daha yüksektir. Motorlar çoğu zaman uzun rölanti evrelerinden sonra tekrar gaz verildiğinde egzozdan mavi yağ dumanı atar, çünkü silindir ve egzoz kanalında yağ toplanmıştır ve ancak gaz verildiğinde yakılır.

### 1.6.4 SPESİFİK BASTIRMA BASINCI

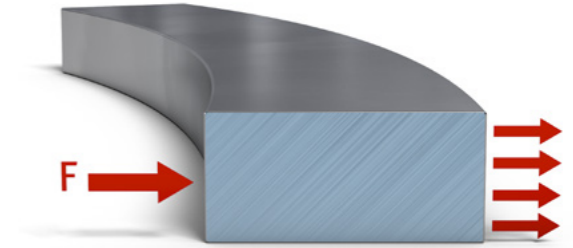


Şek. 2 ve Şek. 3: Segman gerginliği ve spesifik bastırma kuvveti

Spesifik bastırma basıncı segmanın gerginliğine ve segmanın silindir duvarına oturma yüzeyine bağlıdır. Spesifik bastırma kuvveti iki katına çıkarılacaksa iki seçenek vardır: Ya segman gerginliği iki katına çıkarılır ya da segmanın silindirdeki oturma yüzeyi ikiye bölünür. Şek. 2 ve 3'te, segman gerginliği iki katına çıkarıldığı veya ikiye bölündüğü halde silindir duvarına etkili olan kuvvetin (spesifik bastırma kuvveti = kuvvet x alan) hep aynı olduğu görülmektedir.

Yeni motorlarda eğilim daha alçak segman yüksekliklerine doğrudur, çünkü motordaki iç sürtünme azaltılmak istenmektedir. Ancak bunu başarmak için segmanın silindir duvarına olan etkili temas yüzeyini küçültmek gerekmektedir. Segman yüksekliği yarıya düştüğünde piston segmanı gerginliği ve böylece sürtünme de yarıya düşer.

Geriye kalan kuvvet daha küçük bir alan üzerine etkili olduğundan, yarıya düşen alan ve yarıya düşen gerginlik durumunda silindir duvarında mevcut olan spesifik bastırma basıncı (kuvvet x alan), iki katı alan ve iki katı gerginlik için olan kuvvet ile aynı büyüklüktedir.



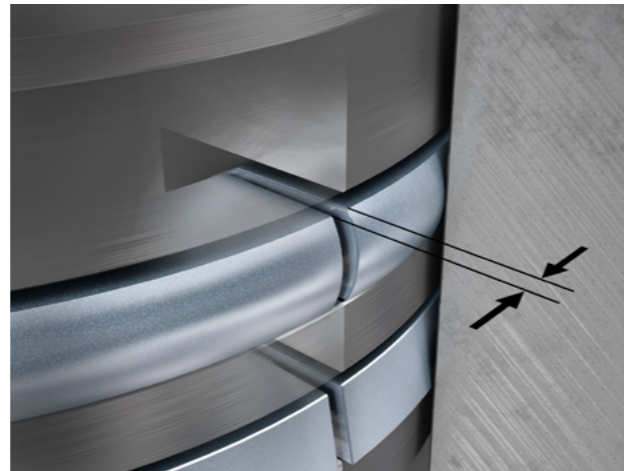
#### DİKKAT

Sızdırmazlık davranışındaki bastırma basıncının değerlendirilmesi için sadece segman gerginliği esas alınmaz. Piston segmanları karşılaştırılırken daima çalışma yüzeyinin boyutuna da bakılması gerekmektedir.

## 1.6 FONKSİYONLARI VE ÖZELLİKLERİ

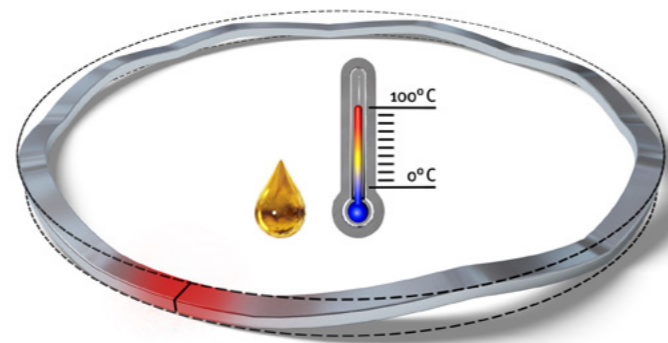
### 1.6.5 SEGMAN SONU BOŞLUĞU

Segman sonu boşluğu (Şek. 1), piston segmanlarındaki işlevselliğin sağlanması için önemli bir tasarım özelliğidir. Söz konusu boşluk, emme ve egzoz valflerindeki valf boşluğu ile kıyaslanabilir. Üniteler ısındığında, doğal ısı genleşmesinden dolayı uzama veya çapta genişleme meydana gelir. Çalışma sıcaklığındaki fonksiyonun güvence altına alınması için; ortam sıcaklığı ile işletme sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkına bağlı olarak soğuk durumdaki boşluğun biraz daha fazla veya az ayarlanması gerekir.



Şek. 1: Monteli durumdaki segman sonu boşluğu

Piston segmanlarının doğru şekilde çalışması için, segmanların segman yuvaları içinde serbestçe dönebilmeleri temel koşuldur. Piston segmanlarının yuvaların içine sıkışması halinde, segmanlar ne sızdırmazlık görevini yerine getirebilir ne de ısıyı tahliye edebilir. İşletme sıcaklığında da korunması gereken segman sonu boşluğu, ısı nedeniyle genişleme durumunda piston segmanı çevre ölçüsünün daima silindir çevresinden küçük kalmasını sağlar. Eğer segman sonu boşluğu ısı nedeniyle genişleme sayesinde ortadan kalkarsa, piston segmanının uçları birbirine preslenir. Hatta daha fazla baskı uygulandığında, uzunluk değişikliğini dengelemek için piston segmanının bükülmesi gerekecektir. Piston segmanı, ısı genişlemesinden dolayı radyal yönde açılmadığından, uzunluk değişikliği sadece aksel yönde telafi edilebilir. Şek. 2'de, silindir içinde yer kalmadığı zaman segmanın nasıl bir deformasyona uğradığı gösterilmiştir.



Şek. 2: İşletme sıcaklığında piston segmanı deformasyonu

Aşağıdaki hesaplamada, 100 mm çapındaki bir piston segmanına ait çevre uzunluğunun işletme sıcaklığında nasıl değiştiği gösterilmiştir.

#### Hesaplama örneği

Silindir çapı	d = 100 mm
Ortam sıcaklığı	t <sub>1</sub> = 20 °C = 293 K
İşletme sıcaklığı	t <sub>2</sub> = 200 °C = 473 K
Döküm demirin uzama katsayısı	α = 0,000010 K <sup>-1</sup>

#### Piston segmanının çevresi

$$U = d \times \pi$$

$$U = 100 \times 3,14 = 314 \text{ mm}$$

$$U = l_1$$

#### Piston segmanının çalışma sıcaklığı altında uzunluk değişimi

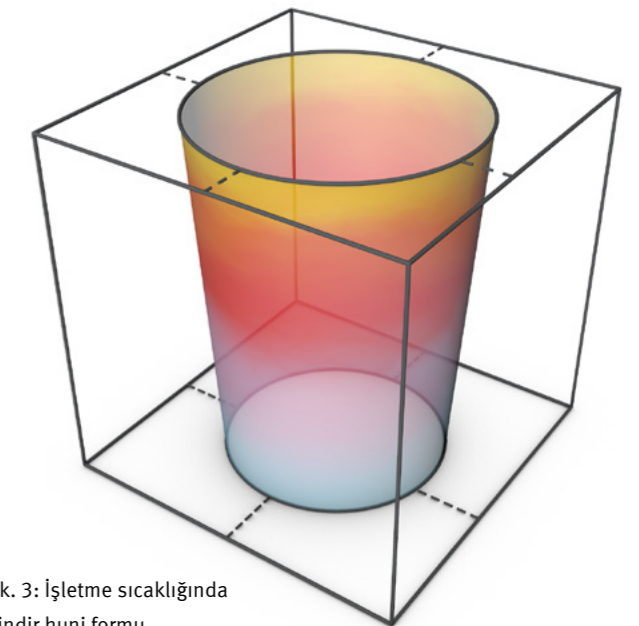
$$\Delta l = l_1 \times \alpha \times \Delta t$$

$$\Delta l = l_1 \times \alpha \times (t_2 - t_1)$$

$$\Delta l = 314 \times 0,000010 \times 180 = 0,57 \text{ mm}$$

Bu örnekte doğru fonksiyonun sağlanması için gerekli olan segman sonu boşluğu en az 0,6 mm'dir. Ancak, sadece piston ve piston segmanları değil silindir deliğinin çapı da işletme sıcaklığında meydana gelen ısınmadan dolayı büyür. Bundan dolayı segman sonu boşluğu yine biraz küçük olabilir. Sıcaklık nedeniyle genişleme sonucunda silindir deliği de genişler ancak uzunlamasına yönde piston segmanı kadar genişlemez. Bir tarafta silindir bloğunun yapısı pistonun yapısına göre daha katıdır, diğer taraftan da silindir yüzeyi pistonun segmanlarla birlikte ısındığı kadar ısınmaz.

Genleşme nedeniyle silindir deliğinin genişlemesi de tüm silindir gömleği boyunca eşit değildir. Silindir, üst bölümde yanma olayının verdiği ısıdan dolayı alt bölüme kıyasla daha fazla ısınacaktır. Silindirin eşit olmayan genişmesi nedeniyle, silindir şekline farklılık gösteren hafif bir huni şeklini alan bir sapma elde edilecektir (Şek. 3).

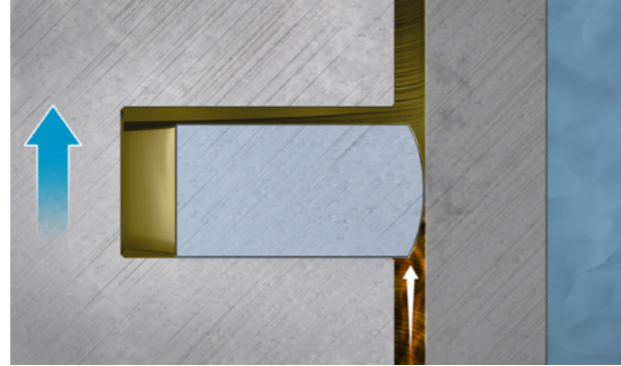


Şek. 3: İşletme sıcaklığında silindir huni formu

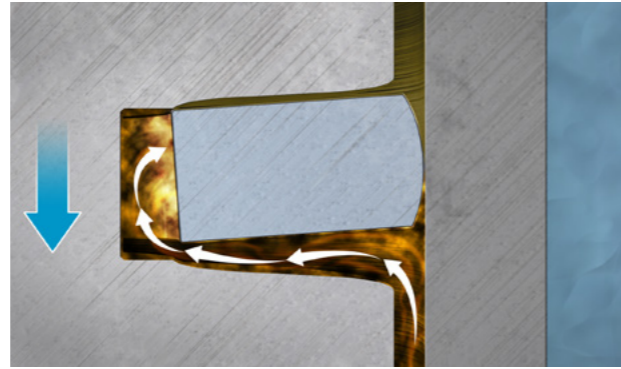
### 1.6.6 PİSTON SEGMANI SIZDIRMAZLIK YÜZEYLERİ

Piston segmanları sadece çalışma yüzeyinde değil alt kenarda da sızdırmazlık sağlar. Çalışma yüzeyindeki sızdırmazlık etkisi silindir duvarına doğru sızdırmazlığın sağlanmasından sorumludur; alt kenar ise segmanın arka tarafının sızdırmazlığının sağlanması içindir. Bu nedenle segmanın sadece silindir duvarına iyi temas etmesi yetmez, aynı zamanda piston yuvasının alt kenarına da düzgünce temas etmesi gerekir (Şek. 1). Eğer bu temas mevcut değilse, yağ veya yanma gazları segmanın arka tarafından geçerek segmanı aşabilir.

Yandaki resimlerde, aşınma nedeniyle (kir ve uzun süre çalışma) segmanın arka tarafında artık sızdırmazlık sağlanmadığı ve segman yuvasının içinden yüksek gaz ve yağ transferinin gerçekleştiği kolaylıkla görülebilmektedir. Bu nedenle aşınmış segman yuvalarına yeni segmanların takılması mantıklı bir işlem değildir. Yuvanın kenarındaki düzensizlikler segmana karşı sızdırmazlık sağlamaz ve yuva yüksekliğinin artması segmana daha fazla hareket alanı tanır. Segman, yükseklik boşluğunun fazla olması nedeniyle yuvanın içinde doğru şekilde yönlendirilmediği için, segman yuvanın kenarından çok daha kolay kalkar, yağ pompalanır (Şek. 2 ve 3), segman titremesi ve sızdırmazlık kaybı meydana gelir. Ayrıca segmanın çalışma yüzeyinde aşırı yuvarlaklık meydana gelir. Bu da çok kalın bir yağ tabakasının oluşması ve yağ tüketiminin artması anlamına gelir.



Şek. 1: Yuva kanadı ile sızdırmazlık



Şek. 2: Emme stroku



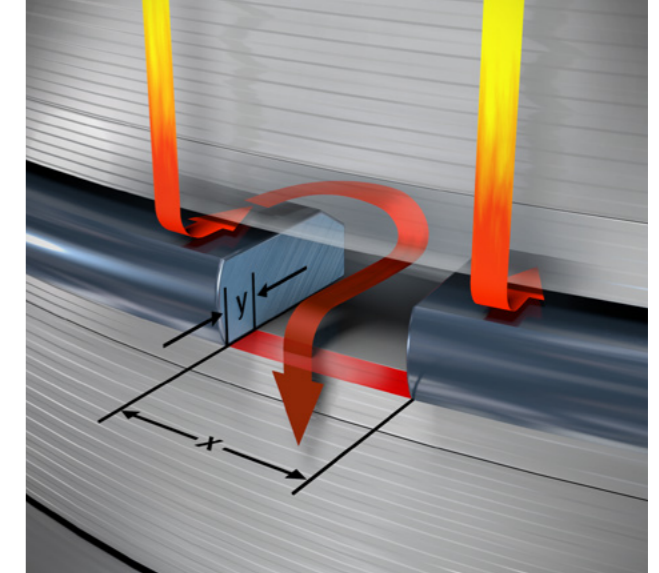
Şek. 3: Kompresyon stroku

### 1.6.7 KISMA BOŞLUKLARI VE BLOW-BY

Yapısal özellikler nedeniyle motor imalatında kullanılan piston segmanları ile %100 gaz sızdırmazlığının sağlanması mümkün olmadığından blow-by gazları olarak da adlandırılan gaz kaçakları meydana gelir. Yanma gazları piston ve piston segmanlarındaki en küçük sızdırmazlık boşluklarından geçerek krank karterine ulaşır. Buradaki kaçak gaz miktarı, segman sonu boşluğu ve yarım piston hareketi boşluğundan oluşan kısma açıklığının büyüklüğü (Şek. 4'te x ve y) tarafından belirlenir. Kısma açıklığı, gösterilen grafiğin aksine gerçekte çok küçüktür. Maksimum blow-by gaz çıkışı için pratik kural olarak emilen hava miktarının yakl. %0,5'i ile hesaplama yapılır. İşletim sırasında piston segmanı pozisyonuna bağlı olarak çok veya az miktarda blow-by gazı üretilir. Birinci ve ikinci kompresyon segmanının segman sonu boşlukları piston segmanı oluklarının içinde örtüyorsa, biraz daha fazla blow-by üretilir. Segmanlar, segman yuvalarının içinde dakikada birkaç tur döndüğünden işletim sırasında bu durum düzenli aralıklarla tekrar tekrar meydana gelir. Segman sonu boşlukları tam olarak karşı karşıya pozisyonda olduğunda, kaçak gazın sızdırmazlık labirentinden geçmesi daha uzun sürer ve böylece daha az gaz kaybı meydana gelir. Krank karterine ulaşan blow-by gazı, karter havalandırması üzerinden emme kanalına iletilir ve yanma prosesine dahil edilir. Bunun sebebi gazların sağlığa zararlı özelliklerinin bulunmasıdır. Bu gazlar motorda tekrar yakılarak zararsız hale getirilir. Krank karterindeki aşırı basınç nedeniyle motorun radyal keçelerinde çok fazla yağ çıkışı olacağı için de krank karterinin havalandırılması gerekir.

Eğer blow-by çıkışı yüksekse, piston segmanlarının uzun bir çalışma süresinden sonra ciddi şekilde yıprandığına işaret eder veya piston tabanında yanma gazlarının krank karterine geçmesine izin veren çatlaklar oluşmuştur. Hatalı bir silindir geometrisi (bkz. Bölüm 2.3.5 Silindir geometrisi ve yuvarlaklık) de yüksek bir blow-by gaz çıkışına neden olabilir.

Stasyon motorlarda veya deney standı motorlarında blow-by gaz çıkışı sürekli olarak ölçülür ve kontrol edilir ve oluşan motor hasarları için uyarı indikatörü olarak kullanılır. Eğer ölçülen blow-by gaz miktarı maksimum izin verilen değeri aşarsa, motor otomatik olarak kapatılır. Bu şekilde, çok ağır ve pahalı hasarlarından kaçınılabılır.



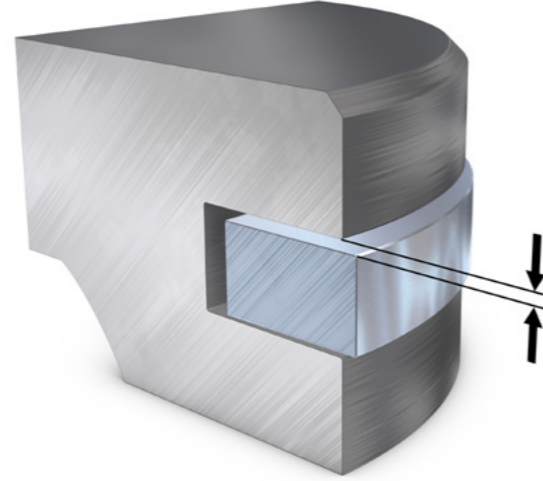
Şek. 4: Kısma açıklığı

### 1.6.8 SEGMAN YÜKSEKLİK BOŞLUĞU

Segman yükseklik boşluğu (Şek. 1) segman segman yuvasındaki aşınmanın sonucu değildir. Yükseklik boşluğu, piston segmanlarında doğru fonksiyonun sağlanması için önemli bir ölçüdür. Segman yükseklik boşluğu, segmanların piston segmanı oluklarında serbestçe hareket edebilmelerini sağlar (ayrıca bkz. Bölüm 1.6.11 Piston segmanı hareketleri).

Boşluk, segmanın işletme sıcaklığında tutulması mümkün olmayacak ve segmanın arkasına yerleşmesi için kanalın içine yeterli miktarda yanma basıncının girmesi sağlanacak büyüklükte olmalıdır (bunun için ayrıca bkz. Bölüm 1.6.3 Bastırma kuvvetinin yanma basıncı sayesinde güçlendirilmesi).

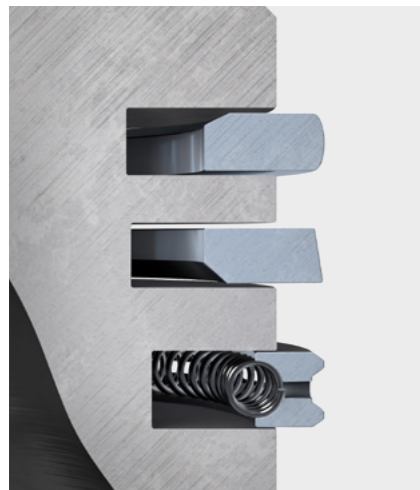
Ancak segman yükseklik boşluğu çok fazla da olmamalıdır, aksi takdirde segmana daha az aksel kılavuzlama yapılır. Bu sayede, segman titreşimi eğilimi (Bölüm 2.6.7 Segman titreşimi) ve aşırı torsiyon da teşvik edilir. Dolayısıyla, piston segmanı aşınır (segman çalışma yüzeyi aşırı yuvarlaklaşır) ve yağ tüketimi artar (Bölüm 1.6.6 Piston segmanı sızdırmazlık yüzeyleri).



Şek. 1: Segman yükseklik boşluğu

### 1.6.9 SEGMAN TORSİYONU

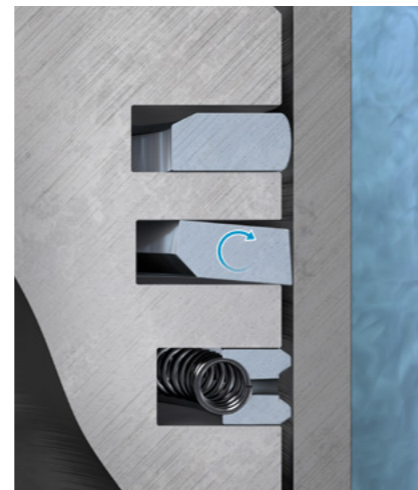
Piston segmanlarında açılan iç kenar faturaları veya iç kenar pahları, segmanlar gerilmemiş (monte edilmiş) durumdayken bir torsiyon oluşmasını sağlar. Segmanlar gerdirilmemiş yani sökülmüş durumdayken torsiyon etkili değildir (Şek. 2) ve segman yuvasının içinde düz bir şekilde durur. Segman monte edilmiş yani gerilmiş durumdayken, iç kenar pahı veya iç kenar faturası nedeniyle malzemenin bulunmadığı daha zayıf olan tarafa doğru çekilir. Segman burkulur veya torsiyon gerçekleşir. Alt veya üst kenardaki pahın veya iç faturanın pozisyonuna bağlı olarak pozitif ve negatif torsiyonlu piston segmanından bahsedilir (Şek. 3 ve 4).



Şek. 2:  
Gerilmemiş durumdaki piston segmanları –  
Torsiyon henüz etkili değil



Şek. 3:  
Pozitif torsiyon



Şek. 4:  
Negatif torsiyon

### İŞLETME KOŞULLARI ALTINDA SEGMAN TORSİYONU

Pozitif ve negatif torsiyonlu segmanlarda eğer segman üzerinde yanma basıncı etkili değilse torsiyon etkilidir (Şek. 5). Yanma basıncı segman yuvasının içine girdiği anda piston segmanı yuvasının alt kenarına doğru bastırılır ve böylece daha iyi bir yağ tüketimi kontrolü gerçekleşir (Şek. 6).

Pozitif torsiyonlu dikdörtgen ve konik segmanlar prensip olarak iyi bir yağ sıyırma karakteristiğine sahiptir. Ancak piston aşağıya doğru hareket ederken silindur duvarında meydana gelen sürtünme sonucu segman yuvasının alt kenarından hafifçe yukarı kalkabilir ve bu durum sızdırmazlık boşluğunun içine yağ girerek yağ tüketimine sebep olabilir.

Negatif torsiyonlu segman, segman yuvasının alt kenarında dıştan ve üst kenarında içten sızdırmazlık sağlar. Bu şekilde yuvasının içine yağ girmesi engellenir. Bu nedenle negatif torsiyonlu segmanlar ile, özellikle kısmi yük işletiminde olan ve yanma odasında vakum bulunan durumlarda yağ tüketimine olumlu etki yapılabilir. Negatif torsiyonlu konik segmanlarda, çalışma yüzeyindeki açı yakl. 2° ile normal konik segmanlara kıyasla biraz daha büyüktür. Bu fazlalık, negatif torsiyon açısının kısmen kaybolması nedeniyle gereklidir.



Şek. 5:  
Yanma basıncı yok



Şek. 6:  
Yanma basıncı var

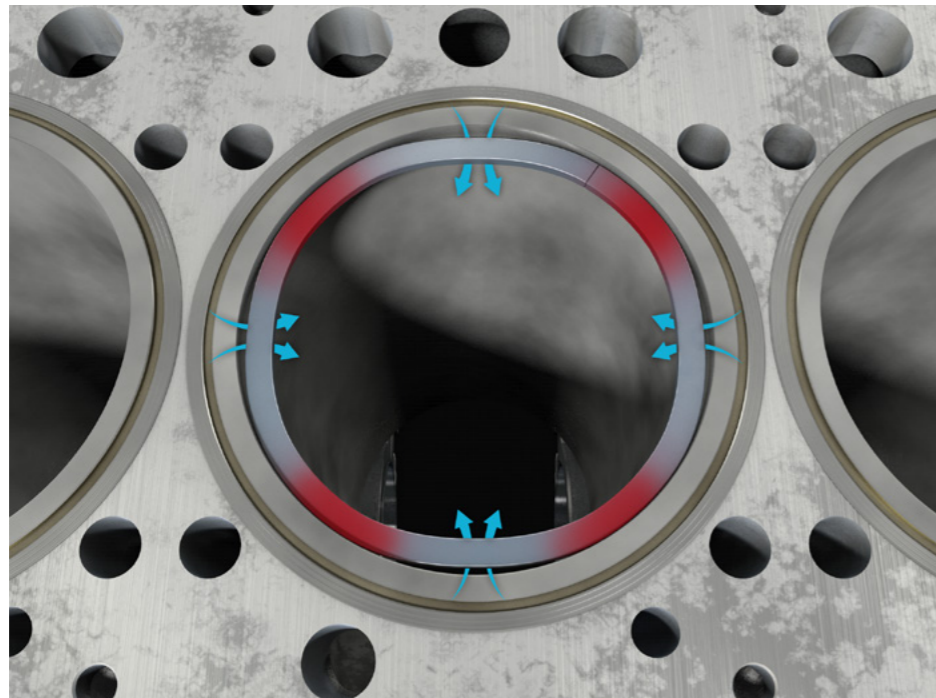
### 1.6.10 ŞEK. DOLDURMA KABİLİYETİ

Şek. doldurma kabiliyeti; iyi bir sızdırmazlık etkisinin elde edilmesi için segmanın silindir duvarının şekline ne kadar iyi uyum gösterdiğini ifade eder. Bir segmanın Şek. doldurma kabiliyeti, segmanın veya segman gövdesinin elastikiyetine (iki parçalı yağ sıyırma segmanları) veya çelik lamellere (çok parçalı yağ sıyırma segmanları) ve segmanın/ segman gövdesinin silindir duvarındaki bastırma basıncına bağlıdır. Segmanın/ segman gövdesinin elastikiyeti ne kadar fazla ve bastırma basıncı ne kadar yüksekse Şek. doldurma kabiliyeti de o kadar iyidir. Büyük segman yükseklikleri ve büyük segman kesitleri büyük bir rijitliğe sahiptir ve daha ağır olmalarından dolayı işletimde daha yüksek kütle çekim kuvveti oluşturur. Bunların Şek. doldurma kabiliyeti, daha düşük yüksekliğe ve daha düşük kesite ve böylece daha düşük kütle çekim kuvvetine sahip olan segmanlara göre iyi değildir.

Çok parçalı yağ sıyırma segmanlarındaki Şek. doldurma kabiliyeti çok iyidir, çünkü bu segmanların gövdesi ve çelik lamelleri çok esnektir ve aynı zamanda bu elemanlar yüksek gerginlik taleplerini karşılamak zorunda değildir.

Bu broşürde açıklandığı gibi, çok parçalı yağ sıyırma segmanlarında bastırma kuvveti ilgili genişleme yayından gelir. Segman gövdesi veya çelik lameller çok esnek olup iyi uyum sağlayabilirler.

Şek. sapmalarından dolayı silindirin yuvarlaklığında bozukluk ve silindirde düzensizlik olduğunda, Şek. doldurma kabiliyetinin iyi olması özellikle önemli hale gelir. Bu bozukluklar, çekme ve deformasyondan dolayı (termik ve mekanik) ve işleme ve montaj hatalarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca bkz. Bölüm 2.3.5 Silindir geometrisi ve yuvarlaklık.



Şek. 1: Zayıf Şek. doldurma kabiliyeti

### 1.6.11 PİSTON SEGMANI HAREKETLERİ

#### SEGMAN ROTASYONU

Piston segmanlarının mükemmel şekilde alışması ve sızdırmazlık sağlayabilmesi için segman yuvalarının içinde dönebilmeleri gerekir. Segman rotasyonu bir taraftan honlama pürüzlülüğü (çapraz desen) sayesinde ve diğer taraftan pistonun üst ve alt ölü noktasındaki hareketi sayesinde oluşur. Burada daha geniş honlama açıları daha az segman rotasyonunun, daha dik açılar ise daha yüksek segman dönüş hızlarının elde edilmesini sağlar. Segman rotasyonu ayrıca motorun devrine bağlıdır. Segman rotasyonunun boyutları hakkında fikir vermesi için dakikada 5 ile 15 devir arasındaki devir değerleri gerçekçi değerlerdir.

İki zamanlı motorlarda segmanlar dönmeye karşı emniyete alınmıştır. Bu sayede segman uçlarının gaz kanalları içine doğru esnemesi de engellenmiş olur. İki zamanlı motorlar genel olarak iki tekerlekli araçlarda, bahçe aletleri ve benzer aletlerde kullanılır. Burada engellenen segman rotasyonu nedeniyle segmanlarda eşit olmayan aşınmaların oluşması, segman yuvalarında koklaşma olması ve çalışma ömrünün kısıtlanması gibi durumlar beklenmelidir. Bu tür kullanımda, motorun çalışma ömrünün daha düşük olacağı zaten öngörülmüştür. Asfaltta hareket ettirilen dört zamanlı normal bir motordan çok daha yüksek kilometre performansı beklenmektedir.

Segman uçlarının montaj sırasında birbirlerine 120° döndürülmesi, sadece yeni motorun daha iyi çalışmaya başlaması içindir. İşletimin devamında rotasyon konstrüktif olarak engellenmediği takdirde (iki zamanlı motorlar), piston segmanları yuvanın içinde akla gelebilecek herhangi bir pozisyonda durabilir.

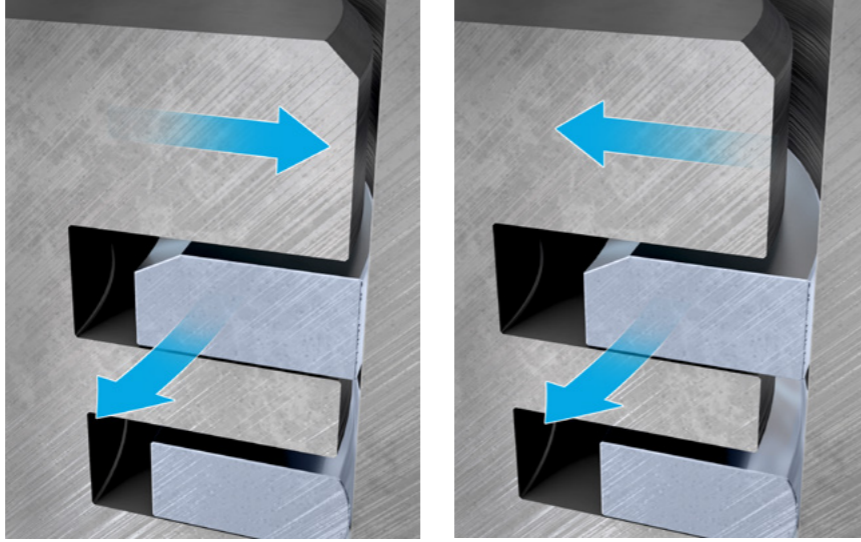
#### EKSENEL HAREKET

Segmanlar ideal durumda kanalın alt kenarının üzerindedir. Bu sızdırmazlık fonksiyonu için önemlidir, çünkü segmanlar sadece çalışma yüzeylerinde değil alt kenarlarında da sızdırmazlık görevini yerine getirirler. Kanalın alt kenarı segmanı, segmanın arka tarafından gelen gaz veya yağ geçişine karşı korur. Piston segmanının çalışma yüzeyi, ön taraf ile silindir duvarı arasında sızdırmazlık sağlar (bkz. Bölüm 1.6.6 Piston segmanı sızdırmazlık yüzeyleri).

Pistonun yukarıya ve aşağıya hareketi ve yön değişimi sayesinde segmanlara atalet kuvvetleri de etki eder ve bu kuvvetler segmanları kanalın alt kenarında havaya kaldırır. Yuvanın içindeki yağ tabakası, piston segmanlarının merkezkaç kuvvetleri nedeniyle yuvarlanarak alt kenarından kalkmasını önler. Burada genellikle aşınmadan dolayı segman yuvalarının genişlemesi ve segman yükseklik boşluğunun çok fazla olması nedeniyle sorunlar meydana gelir. Bu durum segmanın pistonda oturduğu yüzeyden kalkmasına ve uçlardan başlayan bir segman titremesine yol açar. Dolayısıyla piston segmanında sızdırmazlık kaybı ve yüksek yağ tüketimi oluşur. Bu durum daha çok emme stroku sırasında pistonun aşağıya doğru hareket etmesiyle birlikte yanma odasında oluşan vakum nedeniyle segmanların yuva tabanından kalktığı ve yağın segmanın arka tarafından geçerek yanma odasına çekildiği zaman söz konusudur. Diğer üç strokta segmanlar yanma odasındaki basınç sayesinde alt segman kenarına doğru bastırılır.

**RADYAL HAREKET**

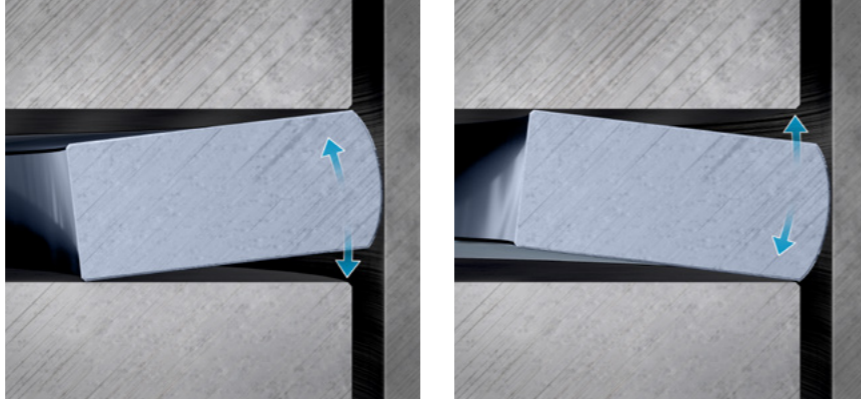
Aslında segmanlar radyal olarak ileri geri hareket etmezler, piston silindir deliği içindeki tersine hareketi ile yaslandığı silindir duvarını bir taraftan diğer tarafa taşır. Bu değişim, pistonun üst ölü noktasında ve alt ölü noktasında gerçekleşir. Böylece segman yuvaran içinde radyal olarak hareket eder. Radyal hareket sayesinde, oluşan karbon tabakası ovularak giderilir (özellikle trapez segmanlarda) ve çapraz honlama deseni ile bağlantılı olarak segman rotasyonu gerçekleşir.



Piston segmanının radyal hareketi

**SEGMAN TORSİYONU**

Atalet kuvvetleri, segman torsiyonu ve segman yükseklik boşluğu sayesinde şekilde gösterilen segman hareketi meydana gelir. 1.5.5 Kavisli (yuvarlak) çalışma yüzeyi şekilleri bölümünde açıklandığı gibi, piston segmanları zamanla yuvarlak Şek. alır.



Segman torsiyonu

**2 MONTAJ VE SERVİS****2.1 KULLANILMIŞ ÜNİTELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Piston, silindir, motor yağı ve piston segmanlarından oluşan sızdırmazlık sisteminin bir parçası olan segmanlar, görevlerini ancak diğer component fonksiyonlarının izin verdiği ölçüde yerine getirebilir. Çünkü, sızdırmazlık componentlerinden birinin verimlilik derecesi aşınma nedeniyle düşükse, sızdırmazlık sisteminin toplam verimlilik derecesi düşer.

Kullanılmış olan piston segmanı kaydırma ortağı parçalarının (piston ve silindir) tekrar kullanılması ayrıntılı şekilde kontrol edilmelidir. Sızdırmazlık sistemi, içindeki en zayıf komponenti kadar güçlüdür. Bu nedenle bir motoru sadece piston segmanlarını değiştirerek onarmaya çalışmak yaşanan sorunları çözmeyecektir. Eğer segmanlar aşınmışsa, piston segmanlarıyla birlikte çalışan diğer kaydırıcı parçaların da aşınmış olduğu varsayılabilir. Aşınan bir pistonun veya aşınan bir silindir gömleğinin tekrar kullanılıp sadece segmanların değiştirilmesi istenen sonuçları getirmeyecektir. Performans kayıplarını veya yüksek yağ tüketimini bu şekilde gidermeye çalışmak ümitsiz bir girişimdir ve herhangi bir başarı sağlayacak olsa dahi bu başarı kısa süreli olacaktır.

Bu duruma yol açan sebepler örneğin 1.6.6 Piston segmanı sızdırmazlık yüzeyleri bölümünde açıklanmıştır.



## 2.2 KULLANILMIŞ PİSTONLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

### 2.2.1 SEGMAN YUVALARININ ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmış olan pistona yeni segmanlar takılacağı zaman, pistonun tekrar kullanılabilir olup olmadığına segman yükseklik boşluğuna bakılarak karar verilir. İlgili piston segmanı Şek. 1'de gösterildiği gibi temizlenmiş olan segman yuvası içine yerleştirilir ve bir kalınlık mastarı ile ölçülür. Çalışmış olan bir piston içindeki yeni piston segmanı ölçüleceği zaman, segmanı piston üzerine monte etmektense şekilde gösterilen yöntemi uygulamak daha başarılı sonuç verecektir. Segmanı piston üzerine takma ve sökme işlemi birkaç kez gerçekleştirilirse, bazı durumlarda segman malzemesi deforme olabilir ve bu da segman fonksiyonunu etkileyebilir.

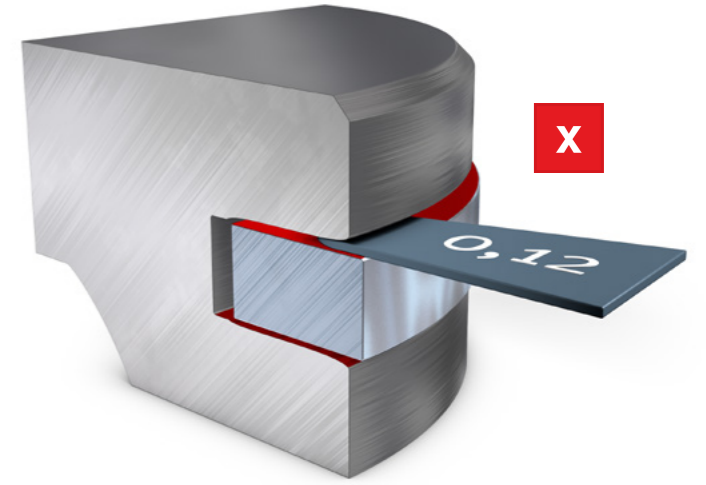


Şek. 1: Segman yüksekliği boşluğunun ölçülmesi

#### ⚠ DİKKAT

Aşınma ölçüsü, ölçülecek segman yuvasının dış kenarıyla ilişkili bir ölçüdür, yani Şek. 2'de gösterildiği gibi 0,12 mm kalınlığındaki bir kalınlık mastarının piston segmanı ile segman yuvası arasına sokulabilmesi mümkün olmamalıdır. Bu ölçülerdeki bir kalınlık mastarı söz konusu aralığa giriyorsa segman yuvasında zaten aşınma gerçekleşmiş demektir.

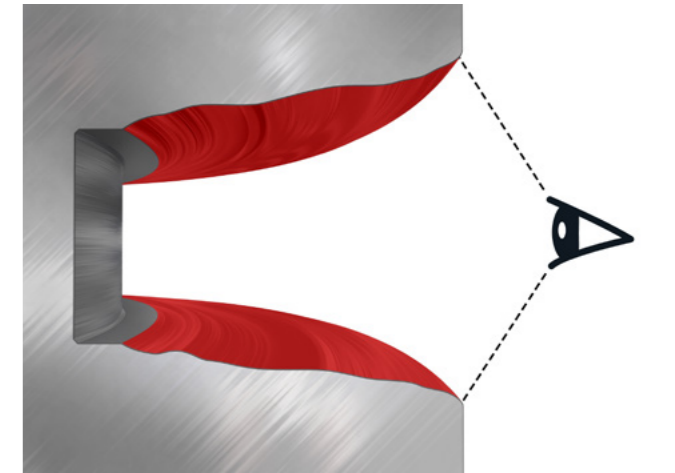
Segman yüksekliği boşluğu (mm)	Pistonun kullanılabilirliği
0,05 – 0,10	✓ Piston kullanılabilir
0,11 – 0,12	! Çok dikkatli olunmalıdır
> 0,12	✗ Piston aşınmıştır ve değiştirilmesi zorunludur



Şek. 2: Aşınmış segman yuvası

Trapez segmanlarda segman yüksekliği boşluğunun kontrolü, pistona takılı ve gerilmemiş olduğu durumlarda yapılması mümkün değildir. Segmanın trapez geometrisine sahip olması nedeniyle trapez kanalındaki doğru yükseklik boşluğu ölçüsü ancak, piston segmanı silindir ölçüsüne kadar gerildiğinde veya silindir içine monte edildiğinde oluşur.

Bu durumda ölçüm işlemi zorlukla gerçekleştirilebilir. Bu sebepten dolayı kontrol işlemi sadece, kanal aşınmasının gözle kontrol edilmesi ile sınırlı olur (Şek. 3).



Şek. 3: Yuva gözle kontrol

## 2.3 KULLANILMIŞ SİLİNDİR DELİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### 2.3.1 ÇOK PARLAK SİLİNDİR ÇALIŞMA YÜZEYLERİ (PİK DÖKÜM SİLİNDİR)

Uzun çalışma sürelerinden sonra oluşan doğal aşınmanın veya yoğun kire ve karışık sürtünmeye maruz kalınan kısa süreli çalışmaların bir sonucu olarak, silindir yüzeyinde artık honlama pürüzlülüğünün kalmadığı çok parlak ve kaygan bir yapının oluşması söz konusu olabilir.

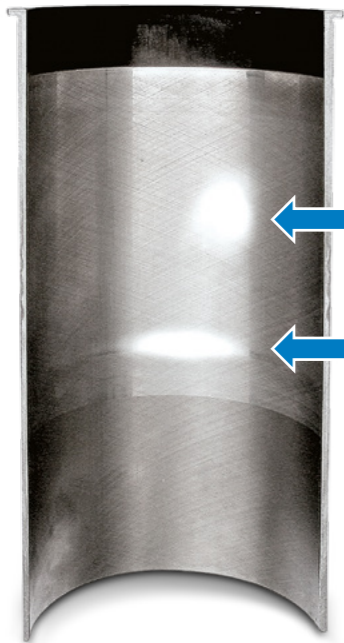
Aşınma nedeniyle bütün honlama pürüzlerinin yok olması, silindir deliğinin aşındığına yönelik güvenilir bir göstergedir. Bu durumun uygun ölçüm aletleri ile ölçülmesine gerek yoktur. Bu tür silindirlerin her zaman değiştirilmesi (silindir gömlekleri)

veya yeniden işlemden geçirilerek delinmesi ve honlanması (motor blokları) gerekir.

Kısa sayılabilecek çalışma sürelerinin ardından silindir çalışma yüzeyinde bölgesel olarak oluşan parlak kısımlar (bu bölgede honlama pürüzlülüğü tamamen ortadan kalkmıştır), bu parlak bölgelerde karışık sürtünme ve bunun sonucu olarak da silindirde daha yüksek aşınma meydana geldiğinin göstergesidir. Bu tür bölgesel olarak sınırlı parlak bölümlerin iki ana sebebi vardır.

### 2.3.2 SİLİNDİR GEOMETRİSİNDEKİ BOZULMA NEDENİYLE OLUŞAN BÖLGESEL PARLAK KISIMLAR

Silindir geometrisindeki bozulma nedeniyle silindirin bazı bölgelerinde yuvarlaklık bozulur (Şek. 1). Parlak kısımlar aynı zamanda silindir geometrisinde bozulmaların oluştuğu yerlerdir. Piston segmanları, silindir geometrisinin bozulduğu ve çap ölçüsünde küçülmenin oluştuğu bu bölümde malzemeyi tıraşlarlar.



Şek. 1: Bölgesel sınırlı parlak kısımlar

Lokal olarak silindir ölçüsünün küçülmesi nedeniyle tepe noktalarında segman geçerken ve bununla bağlantılı olarak silindir duvarına temas etmesi nedeniyle yetersiz yağlama ve karışık sürtünme meydana gelir.

#### Aşınma sebepleri

- Soğutma suyuna olan ısı iletiminin zayıf (kirlenme) olması nedeniyle bölgesel aşırı ısınmalar
- Öngörülen sıkma torklarına uymama, yanlış o-ring kullanımı veya gerilime bağlı diğer deformasyonlar

#### Çözümü

- Kuru ve sulu silindir deliklerinde, silindir ana deliği iyice temizlenmeli ve gerekirse işlemden geçirilmelidir
- Silindir kapağının montajı sırasında sıkma talimatlarına harfiyen uyulmalıdır
- Hava soğutmalı dilimli silindirlerde soğutma kanatları düzenli olarak temizlenmelidir
- Soğutma sistemi fonksiyonunun usulüne uygun çalışması garanti edilmelidir (sirkülasyon hızı, temizlik)
- Öngörülen conta segmanları kullanılmalıdır (ölçüler, materyal bileşimi)

### 2.3.3 ÜST SİLİNDİR BÖLGESİNDEKİ PARLAK KISIMLAR VE PERDAH YERLERİ (BORE POLİSHİNG)

Silindir gömleğinin ateş bölgesinin etkisinde kalan üst bölümünde (Şek. 2) parlak yerler oluşur. Bunun sebebi düzensiz yanma nedeniyle oluşan sert kalıntılar, kötü kaliteli yağ kullanımı, motorun sık olarak rölantide veya kısmi yük altında çalışması nedeniyle oluşan düşük yanma sıcaklıklarıdır. Yağ karbon tabakası (Şek. 3) silindir duvarında aşınmaya, yağ tabakasının zarar görmesine, sürtünmeye, yüksek segman aşınmasına ve bunların sonucu olarak yüksek yağ tüketimine neden olur.

#### Çözümü

- Motorun talimatlarda açıklanan şekilde kullanılmalıdır
- Öngörülen yağ kaliteleri kullanılmalıdır
- Markalı yakıtlar kullanılmalıdır
- Enjeksiyon sisteminde talimatlara uygun bakım, kontrol ve ayar yapılmalıdır



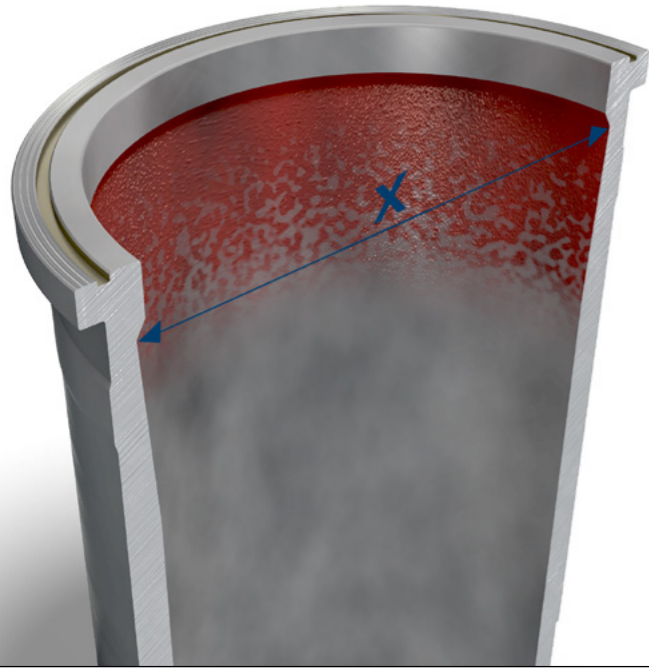
Şek. 2: Üst silindir bölgesindeki parlak kısımlar ve perdah yerleri



Şek. 3: Yanma yolundaki yağ karbon tabakası

### 2.3.4 ÜST VE ALT ÖLÜ NOKTA AŞINMASI

Üst ve alt ölü nokta aşınması (Şek. 1), uzun çalışma süresi sonucunda piston segmanlarının üst ve alt ölü nokta bölümünde oluşan aşınmadır. Bu bölümlerde piston hızı düşüktür ve hatta ölü noktada piston kısa süreli olarak durma noktasına gelir. Piston segmanının silindir duvarına doğru olan nispi hızı azaldığından ve kısa süre için artık yağ tabakası üzerinde süzülür durumda olmadığından yağlama etkisi azalır, bunun sonucu olarak da silindir duvarına metal teması söz konusu olur.



Şek. 1: Üst ve alt ölü nokta aşınması

Üst ve alt ölü nokta aşınması, yapısal özellikler nedeniyle pistonların üst ölü noktalarına yakın bölgelerde en yüksektir, çünkü bu bölümlerde silindir yüzeyi kızgın yanmaya maruz kalır ve yağlama etkisi zayıflar.

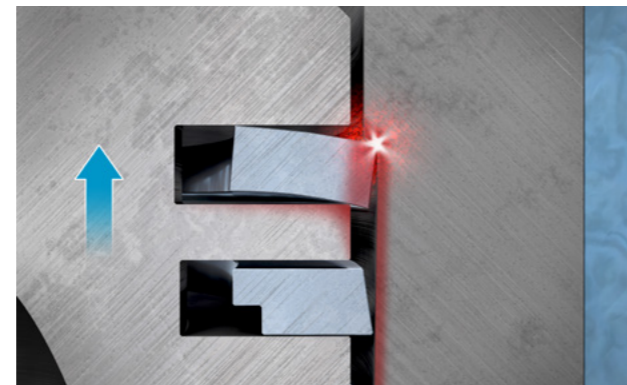
Üst ve alt ölü nokta aşınma derecesi, silindir gömleği veya motor bloğunun tekrar kullanılabilirliğini belirler. Aşınma tabloda belirtilen değerlerin üzerine çıktığında silindir gömleğinin değiştirilmesi veya motor bloğunun honlanması gerekir. Silindirin başka bir bölümünde aynı büyüklükte bir aşınma meydana geldiğinde de aşağıda açıklanan aşınma ölçüleri bu durum için de geçerlidir.

Şek. 3'te, aşınmış silindir deliği içine yeni bir piston monte edildiğinde neler olabileceği gösterilmiştir. Yeni pistonda hiçbir şekilde segman yuvası aşınması olmayacağından ve piston segmanının kenarları daha keskin olacağından, çalışma sırasında piston segmanının kenarı silindirin aşınma kenarına çarpacaktır. Bunun sonucunda yüksek mekanik kuvvetler, yüksek aşınma, piston segmanı titremesi ve buna bağlı yüksek yağ tüketimi oluşacaktır.

Motor yapı türü	Hedef aşınma sınırı "X"
Benzinli motorlar	≥ 0,1 mm
Dizel motorlar	≥ 0,15 mm



Şek. 2: Eski pistonda piston segmanı çarpması



Şek. 3: Yeni pistonda piston segmanı çarpması

### 2.3.5 SİLİNDİR GEOMETRİSİ VE YUVARLAKLIK

Piston segmanı sızdırmazlığının sağlanması için silindir geometrisinin mükemmel olması şarttır. Silindir deliklerindeki Şek. farkları, yuvarlaklık bozuklukları, ölçü hataları ve çekmeler gibi durumlar piston segmanlarında sızdırmazlık sorunlarına neden olur.

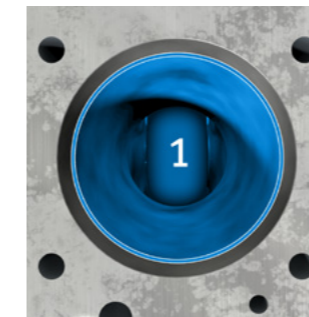
Böylece silindir içine daha fazla yağ girişi gerçekleşir, yüksek blow-by gaz emisyonu olur, sıcaklık ve performans sorunları yaşanır. Bunlar da yine kısa sürede aşınma olmasına ve pistonun zarar görmesine neden olan durumlardır.

#### SİLİNDİRLERDEKİ YUVARLAKLIK BOZUKLUKLARININ SINIFLANDIRILMASI

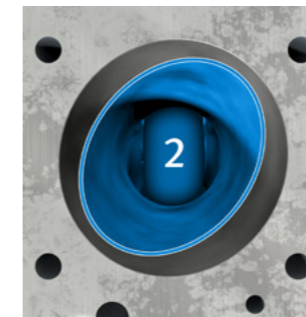
Delik geometrisindeki yuvarlaklık bozuklukları derecelere ayrılır. Yuvarlaklık açısından aksel yönde hiçbir bozukluğu ve Şek. farklılığı bulunmayan mükemmel silindir delikleri 1. derece delik olarak sınıflandırılır. Genellikle üretim hatalarının veya ısının yeterince giderilememesinin bir sonucu olarak oluşan oval delikler, 2. derece yuvarlaklık bozukluğu olan delikler olarak sınıflandırılır. Üçgen şeklindeki 3. derece yuvarlaklık bozuklukları genellikle 2. ve 4. derece yuvarlaklık bozukluklarının birleşmesinden kaynaklanır. Kare şeklindeki Şek. hatalarını sınıflandıran 4. derece yuvarlaklık bozuklukları genellikle silindir kapağı civatalarının yanlış şekilde sıkılmasından kaynaklanan çekmeler sonucunda ortaya çıkan bozukluklardır.

Yuvarlaklık bozukluğu ölçüsü, sıfır ile milimetrenin birkaç yüzde biri arasındaki yer alabilir. Piston montaj boşluğu veya piston çalışma boşluğunun düşük olduğu bazı motorlarda bu bozukluklar, milimetrenin yüzde birinden (0,01 mm) fazla olduğunda çok fazla sayılır. Piston segmanları ancak, aksel yönde oval ve hafif trapez geometriye sahip 2. derece yuvarlaklık bozukluğu olan silindir deliklerinin sızdırmazlığını güvenli bir

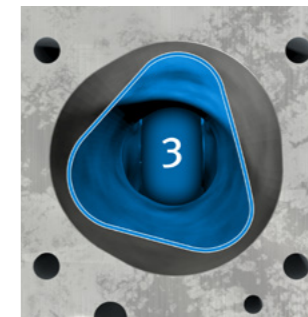
şekilde sağlayabilirler. Genellikle yanlış civata sıkma ve/veya üretim hatasından kaynaklanan 3. ve 4. derece yuvarlaklık bozukluklarında segmanlar sızdırmazlık fonksiyonlarının sınırlarına çok hızlı şekilde erişir. Özellikle segman kalınlıklarının yaklaşık bir milimetre veya daha altında olduğu yeni tür piston yapılarında sızdırmazlık sorunları, yuvarlaklık bozukluğu olan silindir deliklerinde daha dramatik hale dönüşür. Segman kalınlığının konstrüktif açıdan azaltılması motor içindeki sürtünme kayıplarını ve böylece yakıt tüketimini azaltmaya yöneliktir. Bu tür segmanların silindir duvarına olan temas yüzeyinin azaltılması daha düşük bir segman gerginliği gerektirir. Aksi takdirde segmanların spesifik yüzey presi çok büyük olacaktır ve tribolojik özellikler kötüleşecektir. Delik geometrisinde bozukluk olmadığında, tasarım özelliklerine bağlı bu düşük segman gerginliğinin olumsuz bir etkisi yoktur. Segmanların sızdırmazlığı çok iyidir, düşük sürtünme kayıplarına sebep olurlar ve çalışma ömürleri uzundur. Yuvarlaklık bozukluğu ve çekme olan silindirelerde düşük segman gerginliği, segmanların silindir duvarına hiç uymamasına veya çok yavaş şekilde uymasına ve böylece yerine getirmesi gereken sızdırmazlık fonksiyonunu sağlayamamasına yol açar.



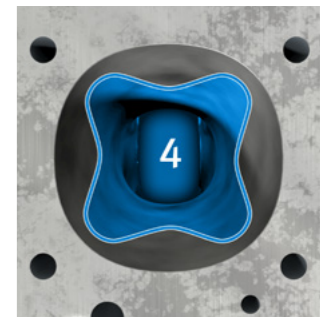
1. Derece



2. Derece



3. Derece



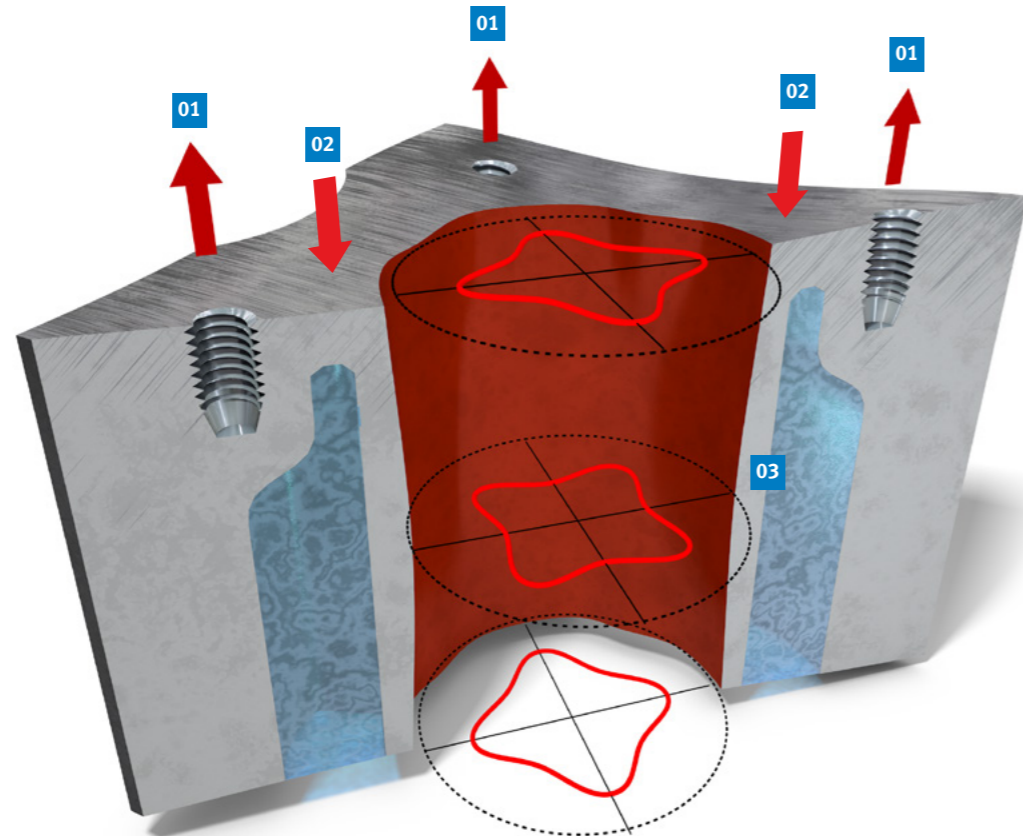
4. Derece

### 2.3.6 SİLİNDİR DELİKLERİNDEKİ YUVARLAKLIK BOZUKLUKLARININ VE ÇEKMELEİN SEBEP- LERİ

Silindir deliklerindeki yuvarlaklık bozukluğunun ve çekmelerin sebepleri şunlardır:

- İşletim sırasında soğutma suyu sirkülasyonundaki arızadan dolayı ısı gidermenin düzgün olmaması nedeniyle veya hava soğutmalı motorlarda kirlenmiş, yağlanmış soğutma kanatları ve/veya havalandırma sorunlarından dolayı oluşan ısı çekmeleri. Silindir içinde lokal olarak silindir hareket yüzeylerinde oluşan aşırı ısınmalar bu bölgelerde ısı genişlemelerine sebep olur ve bu durum, silindirin ideal formunun bozulmasına yol açar
- Motorun çalışma esnasında farklı ısı genişmesine maruz kalmasından dolayı kaynaklanan konstrüktif türdeki ısı çekmeleri
- Silindirin işlenmesi esnasında kötü yağlama ve soğutmadan kaynaklanan ısı çekmeleri
- Honlama işlemindeki yüksek işleme basıncı veya yanlış takım kullanımı nedeniyle oluşan yuvarlaklık bozuklukları
- Şek. bozuklukları ve civataların talimatlara aykırı şekilde sıkılması nedeniyle silindirde oluşan gerilme çekmeleri

Şek. 1'de, yapısal özellikler nedeniyle talimatlara uygun sıkılmış silindir kapağı civatalarında bile oluşabilecek çekmeler sonucu ortaya çıkan 4. derece yuvarlaklık bozuklukları gösterilmiştir.

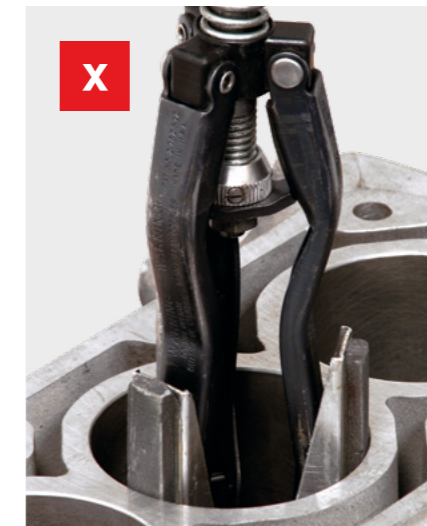


- 01 Silindir kapağı sabitleme civataları için sıkma kuvveti  
02 Silindir kapağı ve silindir kapağı contası için bastırma kuvveti  
03 Silindir deformasyonu (aşırı derecede abartılmış olarak gösterilmiştir)

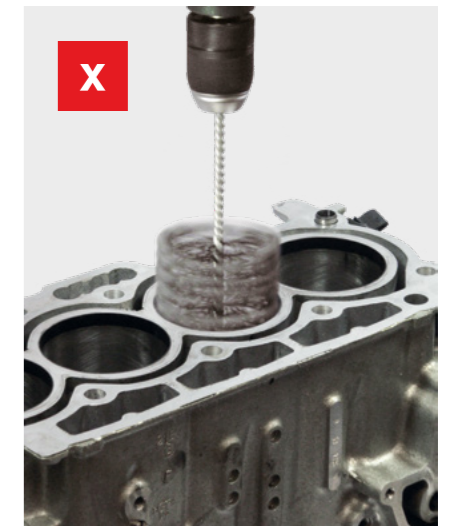
Şek. 1: 4. derece silindir çekmesi

### 2.3.7 KULLANILMIŞ SİLİNDİR DELİKLERİNİN YENİDEN İŞLENMESİ

Piston veya piston segmanı değiştirme işlemlerinde genellikle honlama fırçaları veya yaylı honlama taşları (Şek. 2 ve 3) ile çalışılır. Ancak bu işleme adımının gerçek honlama işlemi ile pek ilgisi yoktur. Bu çalışmada az veya çok derecede aşınan silindir hareket yüzeyi sadece temizlenir ve biraz pürüzlük verilir. Bu işlemde silindir geometrisinin iyileştirilmesi mümkün değildir. Taşlama takımlarının yaylı olması nedeniyle taşlar her türlü yuvarlaklık bozukluğu ve çekme ile uyum sağlar. Silindir geometrisinin düzeltilmesine herhangi bir etki yapmaz. Ayrıca bastırma basıncının düşük olması nedeniyle, yağlama etkisinin iyileşmesine katkıda bulunabilecek makul bir yüzey pürüzlülüğü neredeyse hiç elde edilemez. Burada sadece yeni piston segmanları için biraz daha fazla sürtünme direnci oluşturulur ve segmanlar bu sayede silindir duvarına daha hızlı şekilde uyum sağlarlar. Silindir yüzeyindeki mevcut aşınma bu işlem ile yok edilemez veya iyileştirilemez. Bu nedenle honlama fırçaları veya yaylı honlama taşları ile silindir çalışma yüzeylerinde kalıcı bir iyileşmenin elde edilmesi hedeflenmez – sadece biraz daha iyi bir görünüm elde edilir ve alışma süresinin de hafifçe kısalması sağlanır. Bu özellikleri nedeniyle bu yöntemin bir bakım veya onarım yöntemi olarak görülmemesi gerekir.



Şek. 2: Yaylı honlama taşları



Şek. 3: Honlama fırçaları

## 2.4 PİSTON VE PİSTON SEGMANI MONTAJI

Piston segmanları ile ilgili en büyük sorunlar ve hasarlar, segmanların pistonlar üzerine talimatlara aykırı şekilde takılmaları nedeniyle oluşur. Burada piston segmanları en yüksek mekanik yüklenmeye maruz kalan parçalardır. Segmanın talimatlara aykırı şekilde takılması, segmana üretim esnasında verilen kontürü ve radyal basınç dağılımını da olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle segmanın yerine getirmesi gereken sızdırmazlık fonksiyonu çok az veya hiç gerçekleşmez.

Piston segmanı sadece, segman iç çapı piston dış çapının üzerine geçecek kadar açılmalıdır. Segman ağızlarının daha fazla açılması segmanın özellikle segman sırtında (Şek. 1) deforme olmasına yol açar ve bunun sonucunda da monteli durumdayken ciddi sızdırmazlık sorunları yaşanır.

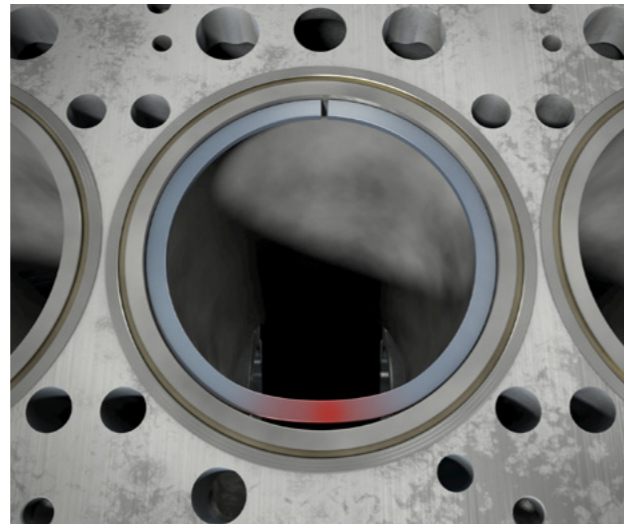
Kırılmalar, tabakaların ayrılması (özellikle molibden dolgulu segmanlarda), segman sırtında düşük baskı kuvveti ve orak şeklindeki yarıklar (Şek. 2) gibi sorunlar piston segmanının fonksiyonunu olumsuz etkiler veya tamamen arızalanmasına yol açar.

### **⚠ DİKKAT**

Daha fazla gerginlik sağlamak amacıyla piston segmanları kesinlikle yukarı doğru eğilmemelidir! Segman uçları açılırken segman sadece bir yerde – segman sırtında bükülür. Segmanın daha fazla gerginlik sağlaması bu şekilde elde edilemez. Tam tersine: Segmanın aşırı derecede bükülerek açılması sonucunda segman, silindirik yapısını kaybeder ve hiçbir zaman normal derecedeki sızdırmazlık fonksiyonunu doğru şekilde yerine getiremez.



Şek. 1: Piston segmanının pistonun üzerine aşırı çekilmesi



Şek. 2: Aşırı çekme nedeniyle orak şeklinde yarıklar (boşluklar) oluşması

### 2.4.1 PİSTON SEGMANLARININ TAKILMASI VE SÖKÜLMESİ

- Kullanılmış pistonlar üzerindeki kirleri itinalı bir şekilde temizleyin. Segman yuvaları içinde yağ karbonu ve kir bulunmamasına dikkat edin. Gerektiğinde yağ drenaj deliklerini matkap ucu veya başka uygun bir alet ile temizleyin.
- Yağ karbon artıklarını temizlerken yuva kenarlarına zarar vermeyin. Alt yuva kenarı bir sızdırmazlık yüzeyidir. Çizikler nedeniyle oluşacak hasarlar motor işletmesinde yüksek yağ tüketimine yol açacak veya yüksek Blow-by gaz emisyonuna sebep olacaktır.
- Piston segmanlarının takılması ve sökülmesi işleminde mutlaka bir piston segmanı pensesi kullanın. Örneğin tel veya tornavida gibi farklı yardımcı malzemeler kullanmanız piston segmanına ve pistona zarar verir.
- Segmanları kesinlikle eliniz ile takmayın (istisna: Çelik lamel yağ segmanları hariç). Elle taktığınızda segman için sadece kırılma, bükülme ve aşırı genişleme tehlikesi olmaz aynı zamanda segmanın kırılması veya keskin segman kenarları nedeniyle yaralanma tehlikesi de söz konusu olur.



Piston segmanı montaj seti  
Ürün No. 12 00001 16 900 (binek otomobil)  
Ürün No. 12 00002 16 900 (ticari araç)

### **⚠ DİKKAT**

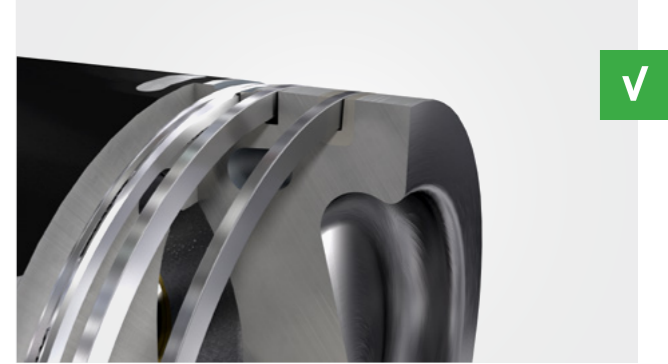
Piston segmanının kırılmadan elle hızlı bir şekilde takılması teknik elemanın becerikli olduğu izlemine verse de bu durum piston segmanının daha montaj esnasında hasar görmesine yol açar.



- Segmanı kesinlikle şekilde gösterildiği gibi pistonun üzerine çekmeyin. Segman büküldüğünde ve yuva içine düz şekilde oturmadığında yuva içinde dönmez ve tek yönlü aşınır veya artık doğru sızdırmazlık sağlamaz. Daha kötüsü molibden kaplamalı segmanlarda molibden tabakasının ayrılması veya çatlaması söz konusu olabilir. Kaygan tabaka daha montaj esnasında kaybolmamışsa en geç motor çalışmaya başladığında kaybolacaktır. Kaygan tabaka ayrılır, piston ve silindir hasar görür, kızgın yanma gazları piston ve silindir duvarı arasından geçeceğinden piston silindir deliği içine kaynarak sıkışacaktır. Etrafa saçılacak parçacıklar pistonu ve silindir çalışma yüzeylerine zarar verir.
- Piston segmanlarını gereksiz yere söküp takmaktan kaçının. Segmanlar her montajda bir miktar bükülür. Örneğin ölçmek için ön montajı yapılmış pistonların üzerindeki segmanları sökmeyin.
- Segmanların montaj sıralamasına mutlaka uyun: Önce yağ sıyırma segmanını monte edin, sonra ikinci kompresyon segmanını ardından da birinci kompresyon segmanını monte edin.



- Segmanın segman yuvası içine çepeçevre şekilde oturup oturmadığını kontrol edin, segman çalışma yüzeyi piston şaftının dışına çıkmamalıdır. Bu nokta önemlidir, çünkü yuva taban boşluğu olmadığında (yanlış segman veya yuva tabanında koklaşma) segman fonksiyonu sağlanamaz.



- Montaj işaretlerini dikkate alın. "Top" yazısı bu tarafın, yanma odasına doğru yukarı bakması gerektiği anlamına gelir. Tam emin olmadığınızda veya segmanın üzerinde "Top" yazısı bulunmadığında, segmanı yazılı tarafı yukarı gelecek şekilde monte edin.



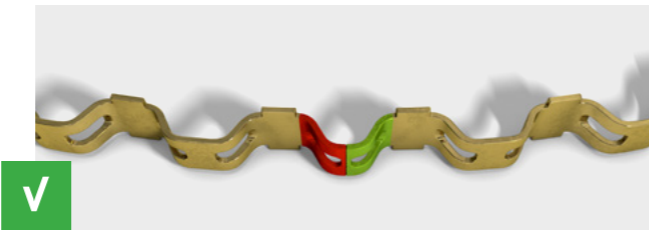
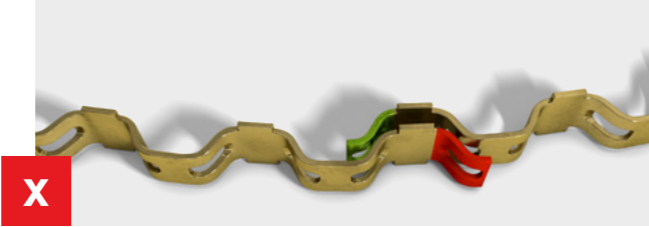
- Segmanların segman yuvaları içinde serbestçe dönüp dönmediğini (rotasyon) kontrol edin.



- İki parçalı yağ sıyırma segmanlarında daima hortum yayının pozisyonuna dikkat edin. Hortum yaylarının uçları daima segman uçlarının karşısında durmalıdır.



- Üç parçalı segmanlarda, yağ sıyırma fonksiyonunun garanti edilmesi için genişleme yayının doğru konumda olması şarttır. Ön montajı yapılmış segmanların olduğu pistonları monte etmeden önce de genişleme yaylarının konumunu her zaman kontrol edin. Yay uçları taşınma sırasında gerilmemiş durumdadır ve üst üste kayabilir. Yay uçlarındaki her iki renkli işaretleme de görülebilir olmalıdır. Bu işaretler görülüyorsa yay üst üste gelmiştir ve segman fonksiyonunu yerine getiremez. Üç parçalı yağ sıyırma segmanının bütün segman ağız uçları (iki çelik lamel ve genişleme yayı) birbirlerine 120° açı ile döndürülmüş olarak monte edilmelidir.



- Montaja hazır durumdaki pistonun segman uçlarını, birbirlerine yaklaşık 120° açı ile döndürülmüş olacak şekilde döndürün. Böylece motorun ilk kez çalıştırılması sırasında pistona ve segmana yardımcı olursunuz. Sebabi: Motor ilk kez çalıştırılırken piston segmanları henüz alışmadığından kompresyon biraz daha düşüktür. Segman ağız uçlarının birbirlerine doğru döndürülmesi ile motorun ilk kez çalıştırılması sırasında, zor çalışmaya sebep olan çok fazla blow-by gazı çıkışı engellenir.



## 2.4.2 PİSTONUN SİLİNDİR DELİĞİ İÇİNE YERLEŞTİRİLMESİ

- Rektifiye çalışmaları kapsamında yapılmamışsa, motor bloğunun yüzeyindeki conta artıklarını itinalı bir şekilde temizleyin.
- Bütün vida dişli delikler içinde muhtemelen bulunabilecek olan pislik, yağ ve soğutma maddesi artıklarını itina ile temizleyin.
- Temizleme çalışmalarının tümünü pistonu silindir içine yerleştirmeden önce tamamlayın.
- Pistonun tüm yüzeylerine temiz motor yağı sürün – Piston pimini ve biyel yatağını da unutmayın.
- Pistonun montaj yönünü dikkate alın (montaj pozisyonu işaretleri valf ceplerinde, pistonun tabanında yazılıdır).
- Silindir deliğini tekrar temiz bir bez ile temizleyin ve deliğe de motor yağı sürün.
- Piston segmanı sıkıştırma bandında hasar veya oyuk bulunup bulunmadığını kontrol edin, bulunması halinde tamir edin veya yeni takım kullanın.
- Pistonu monte ederken germe bandı veya konik montaj kovanının silindir kapak yüzeyi üzerinde tam düz durmasına dikkat edin.
- Pistonu motor içine montaj aleti kullanmadan takmayın (yaralanma tehlikesi, segmanın kırılma tehlikesi).





Şek. 1: Silindir deliğinde çok fazla kenar pahı – Piston segmanı montaj sırasında piston segmanı sıkıştırma bandı ile silindir arasında yaylanır ve piston bloke olur



Şek. 2: Silindir deliğinde az kenar pahı – piston segmanı boşluk üzerinde kayar

- Pistonu monte ederken aşırı basınç uygulanmamalıdır. Piston silindir içine girmiyorsa mutlaka germe bandı kontrol edilmelidir. Bandın ağzını segmanların ağız uçları ile üst üste gelecek şekilde döndürmeyin.
- Montaj işlemi için çekiç sapı kullanıldığında, piston tabanı üzerine sadece çekiğin kendi ağırlığı kadar bir kuvvet uygulanmalıdır. Kesinlikle çekiç ile piston üzerine vurup pistonu zorlayarak silindir içine takmaya çalışmayın. Piston segmanları montaj sırasında kırılmasalar bile, motor çalıştıktan sonra da bükülmeleri ve fonksiyonlarını kaybetmeleri söz konusu olabilir.
- Zorlanarak yapılan montaj işlemi sadece segmanlara zarar vermez aynı zamanda piston da zarar görebilir. Bu durum özellikle benzinli motorlardaki pistonlar için geçerlidir. Bu tip motorlarda ateş veya segman kanatları çok incedir ve hafif bir darbe aldıklarında kırılabilir. Bunun sonucunda motorda performans (güç) kaybı yaşanır ve kısa zamanda yüksek masraflı tamirlerin yapılması zorunlu olur.
- Pistonların takılması tamamlandıktan sonra silindir içine pislik ve kum girmesini önleyin. Silindir içine pislik girmesini önlemek için deliklerin üzerini temiz bir bez ile örtün veya deliklere bez tıkayın. Özellikle tozlu ortamda ve/veya açık havada çalışıldığında bu noktaya dikkat edilmelidir.

## 2.5 MOTORUN ÇALIŞTIRILMASI VE RODAJ

### 2.5.1 GENEL

Motor rodajı, hareket eden bütün ünitelerin birbirlerine alışması süreci olarak tanımlanır. Bu tanım temel olarak doğrudur ve özellikle piston segmanları için önemlidir. Piston segmanları, yerine getirmeleri gereken fonksiyonları nedeniyle çok daha yüksek bir yük altındadır, sadece içinde hareket ettikleri yüzeye alışmak zorunda olmayıp aynı zamanda bu bölümde sızdırmazlık işlevini mükemmel şekilde yerine getirmek zorundadırlar. Bu nedenle piston segmanları talimatlara uygun şekilde iyi bir alıştırmaya sürecinden geçmelidir. Basınçlı yağ ile beslenen bütün üniteler, alışma evresinde piston segmanları kadar yüksek bir yüklenme altında kalmaz.

Rektifiye işleminden geçmiş motorların işletmeye alınması ve alıştırmaya süreci hakkında müşteriler ve teknik elemanlar daima farklı görüşlere sahiptirler. Bir yandan 500 ile 1500 km arasında bir alıştırmaya mesafesine gerek olduğu savunulurken, diğer yandan alıştırmaya süresinin gerekli olmadığı görüşü hakimdir. Alıştırma süresine gerek olmadığı görüşünü savunanlar, özel bir motor rodajını öngörmeyen motor üreticilerinin bilgilerini de temel alır. Her iki görüş de doğrudur ve haklı yönleri vardır. Burada yapılması gereken tek ayırım, yeni motorlar ile rektifiye işleminden geçmiş motorları ayrı olarak ele almaktır.



## 2.5.2 YENİ MOTORLARIN RODAJI

Günümüzdeki fabrika çıkışlı yeni motorlar en modern üretim yöntemleri uygulanarak üretilir. Daha önceden genellikle motorda bir alışma süresinin geçirilmesi ile sağlanan uyum, ünitelere yönelik özel üretim süreçleriyle uygun özellikte kaydırma ortaklarının üretilmesi sayesinde artık önceden elde edilebilmektedir. Bu üretim çok özel üretim süreçleri ile gerçekleştirilir (örneğin silindir hareket yüzeyleri), ayrıca diğer kaydırma ortakları da çok hassas bir işlemeyle üretilir. Burada temel olarak, işleme süreçlerinde oluşan ince çapakların ve yüzey pürüzlerinin düzleştirme işlemleri ile ortadan kaldırılması söz konusudur. Eskiden bu işlemi alışma süresinde birbirlerine alışması gereken parçalar üstleniyordu. Fakat bu süreç ciddi bir malzeme kaybı yaşanmadan gerçekleşmiyordu. Örneğin piston segmanları ilk işletim saatlerinde, aşınma stoklarının önemli bir bölümünü bu yolda tüketiyorlardı. Her bir miligram emisyon çıkışının önemli olduğu günümüzde, motorların daha ilk çalışmaya başladığı saatten itibaren teknik özelliklerinde tanımlanmış olan yakıt tüketimi ve egzoz gazı emisyonlarını yerine getirmeleri gerekmektedir.

Kaymalı yüzeylerin sürtünme ve ortalamanın üzerinde gerçekleşen bir aşınma ile birbirlerine alıştığı motor rodajı süreci günümüz modern motor üretiminde akla bile gelmemektedir.

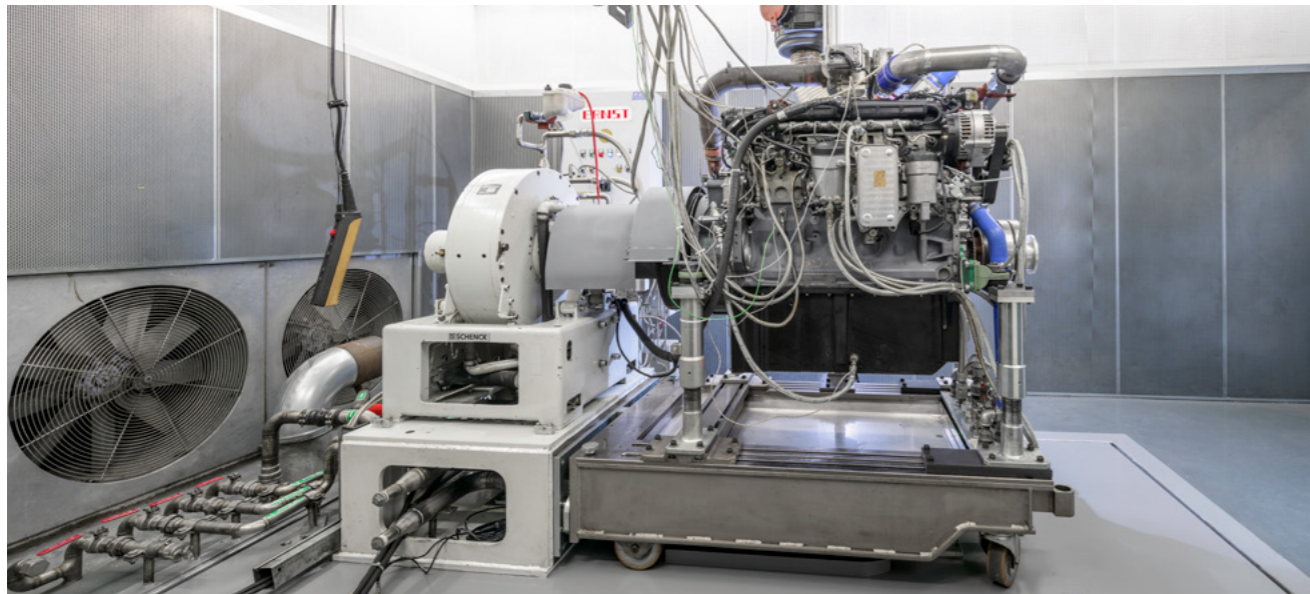
Bunun dışında son tüketiciler 25 yıl öncesinde optimal motor ömrü olarak kabul edilen motor kullanım ömrünün birkaç katını talep etmektedirler. Günümüz otomotiv sektöründe müşterinin sipariş ettiği yeni bir otomobil, üretim bandını terk ettikten sonra müşteriye teslim edilinceye kadar sayısız lojistik merkezleri ve nakliye süreçlerinden geçmekte ve bu süreçlerde motor daima kısaca çalıştırılıp daha işletme sıcaklığına erişmeden hemen tekrar kapatılmaktadır. Böyle bir organizasyon ağında motor 150 kez soğuk çalıştırılıp daha işletme sıcaklığına erişmeden kapatılmayı sorunsuzca kaldırabilmelidir. Örneğin otomobiller gemi ile başka ülkelere ve kıtalara gönderilir. Eğer günümüzde halen motorun alışma süresi geçerli olsaydı motor bu şartlar altında çok kötü bir başlangıç yapmış olurdu.

Yeni motorlarda alıştırma safhasına gerek duyulmamasına diğer bir gerekçe olarak, günümüz trafik yoğunluğu nedeniyle araçların neredeyse performans sınırlarına hiç ulaşmayacak şekilde kullanılmak zorunda kalması olarak gösterilebilir. Günümüzde hız sınırı olmayan otoyollarda dahi uzun süre azami hız ile seyretmek veya motorun anma performansına erişmek mümkün olamamaktadır. Eskiden 30 kW motor gücüne sahip bir aracı olan ve günümüze oranla nispeten düşük azami hız yapabilen bir aracın sürücüsü, normal şehirler arası yollarda uzun süre aracını tam gaz ile sürebiliyordu.

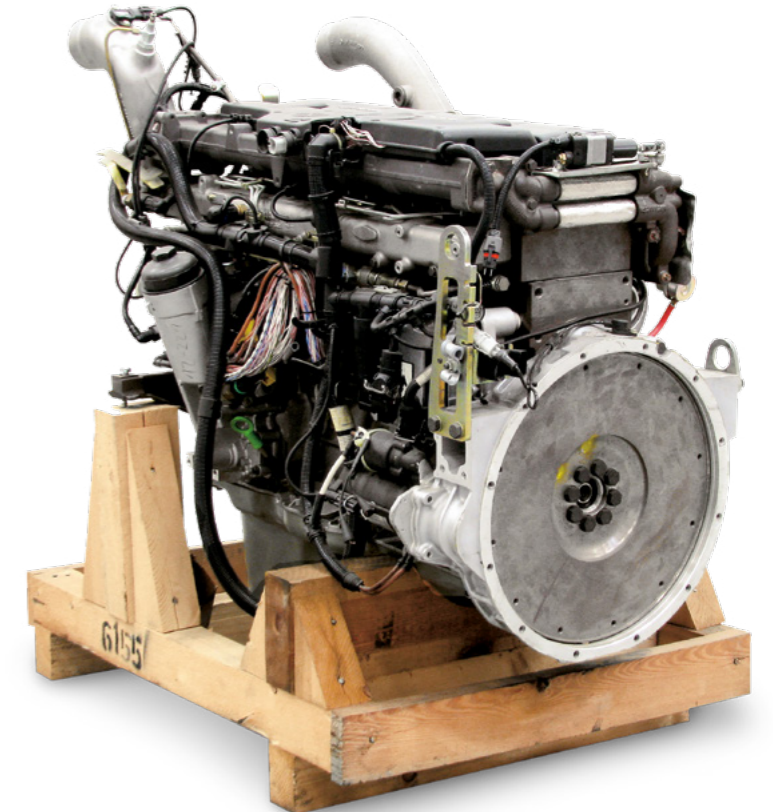
## 2.5.3 REKTİFİYE YAPILMIŞ VEYA ONARIMDAN GEÇMİŞ MOTORLARIN RODAJI

Yeni motorlardan farklı olarak, rektifiye işleminden geçmiş yani yeni silindir gömlekleri kullanılmış veya silindir delikleri bir üst boyuta kadar genişletilmiş ve honlanmış motorlarda rodaj safhası gereklidir. Motor onarma işletmelerinde (tamirhaneler), motorun ilk üretildiği motor fabrikalarında olduğu kadar temiz ve hassas çalışmalar gerçekleştirilmesi her zaman mümkün olmamaktadır (makine parkına ve işletme donanımına göre değişir).

Kullanılmış motorlar rektifiye işleminden sonra aynı yeni durumdaki gibi motor olmazlar. Genellikle yeni ve kullanılmış parçalar kombine edilir ve maliyet sebeplerinden dolayı motorların tümü yenilenmez. Alıştırma safhası en çok silindir delikleri, silindir kapakları veya krank milleri işleminden geçmiş motorlar için gereklidir. Bu işletmelerde ilk üretimdeki aynı işletme parametrelerine erişmek, değerler bilinmediğinden veya mevcut işleme tezgahları sadece standart işleme olanaklarına izin verdiğinden genellikle mümkün değildir. Bu sebeplerden dolayı rektifiye işleminden geçmiş motorların aşağıda açıklanan alıştırma talimatlarına göre çalıştırılması gereklidir.



Motor test standında alışma ve aşınma testleri



### 2.5.4 REKTİFİYE İŞLEMİNDEN GEÇMİŞ MOTORLAR İÇİN GEÇERLİ RODAJ TAVSİYELERİ

- Motorun rodajını her zaman yol üzerinde veya motor test standında gerçekleştirin
- Aracı tam kapasite ile yüklemeyin
- Motoru sürekli olarak azami devrinin maks. 2/3 oranına kadar değişken devir sayıları ile çalıştırın
- Sürüş sırasında vitesleri hemen yükseltin, motoru düşük devir ile kullanmaktan kaçının, viteslerde azami devire çıkmayın
- Aracınızı uzun süre yağ yollarında sürmeyin (çok fazla yük altında çalıştırmayın)
- Uzun süre yokuş aşağı yollarda seyretmeyin (çok az yük ve avantaj sağlamayan itme)
- Motor freni donanımlarını kullanmayın
- Aracınız ile otoyolda ve azami hız ile seyretmeyin – aracınızı trafiğin sıkışık olduğu kuyruklara sürmeyin
- Şehirler arası sürüşler ve akıcı şehir trafiği avantaj sağlar – ancak aracınızı dış sıcaklığın çok yüksek olduğu, çok fazla trafik lambasının olduğu yerlerde ve uzun bekleme yapılan "iş saatlerinde" kullanmayın

#### **⚠ DİKKAT**

Fabrikadan yeni çıkan araçlar için rodaj talimatları vardır. Aynı talimatlar rektifiye işleminden geçmiş motorlar için de geçerlidir. Tanımlanmış bir rodaj programıyla sürüş gerçekleştirmek için bir motor deney standı veya test yeri bulunmuyorsa motorun rodajı yolda yapılmalıdır.

#### **ALİŞTİRMA AŞAMASINDA SÜREKLİ YAĞ KONTROLÜ**

Alıştırma aşamasında yağ tüketimi yüksek olabilir. Her 50 – 100 km'de bir yağ seviyesini kontrol etmenizi ve gerekirse yağ ilave etmenizi tavsiye ederiz. Yağ çubuğunda yağ seviyesinin ciddi oranda azaldığını tespit ettiğinizde yağ kontrolünü daha kısa aralıklar ile yapın. Aşırı miktarda yağ doldurmayın.

#### **1000 KM'DEN SONRA YAĞ DEĞİŞTİRME**

Yeni motorlarda uzun süreden beri ilk 500 ile 1000 km arasında yağ değiştirme işlemine gerek duyulmamasına rağmen rektifiye işleminden geçmiş motorlarda 1000 km sonra yağ değiştirme yapılmalıdır.

Önceden meydana gelen motor hasarları veya çeşitli parçalarda ek işlemler sonucu oluşan kirler, çoğu zaman hala motorun yağ sirkülasyonunda bulunmaktadır. Buna ilave olarak yenilenen motor parçalarında alıştırma işlemleri sonucu oluşan metal aşınması vardır. Aşınmayı teşvik eden bu tür kirlenmeler, alıştırma işleminden sonra bir yağ değişiminin uygulanmasıyla giderilmelidir.

#### **⚠ DİKKAT**

Bu yağ değişiminde yağ filtresi de değiştirilmelidir.

#### **⚠ DİKKAT**

Motorun saatlerce rölantide çalıştırılması motor için mutlak derecede zararlıdır!

Motorun rodajı rölanti devrinde yapılmaz. Hatta tam tersine motor zarar görebilir. Motor rölanti devrinde çalışırken yataklar ve piston yeterli miktarda yağlanmaz. Motor rölanti devrinde çalışırken yağ pompası çok az yağ pompaladığından yağlama yetersizdir. Yataklardan geçen yağ miktarı asgari düzeydedir ve elverişsiz bir zamanlamayla gerçekleşir. Rodaj işlemleri nedeniyle yüksek sürtünme ısısı meydana geldiğinden soğutma ve yağlama için yeterli miktarda yağ pompalanmaz.

Yetersiz yağ akışı nedeniyle, yağ besleme kanallarının ve borularının havası doğru şekilde tahliye edilmez ve temizlenmez. Metal aşınma artıkları, rektifiye işlemi artıkları veya yağ besleme sisteminde bulunan önceki hasar hızlı bir şekilde kaymalı yataklardan ve silindir duvarından temizlenemez. Bu artıklar rodaj bölgesinde kalır ve burada yeniden ek aşınma oluşturur.

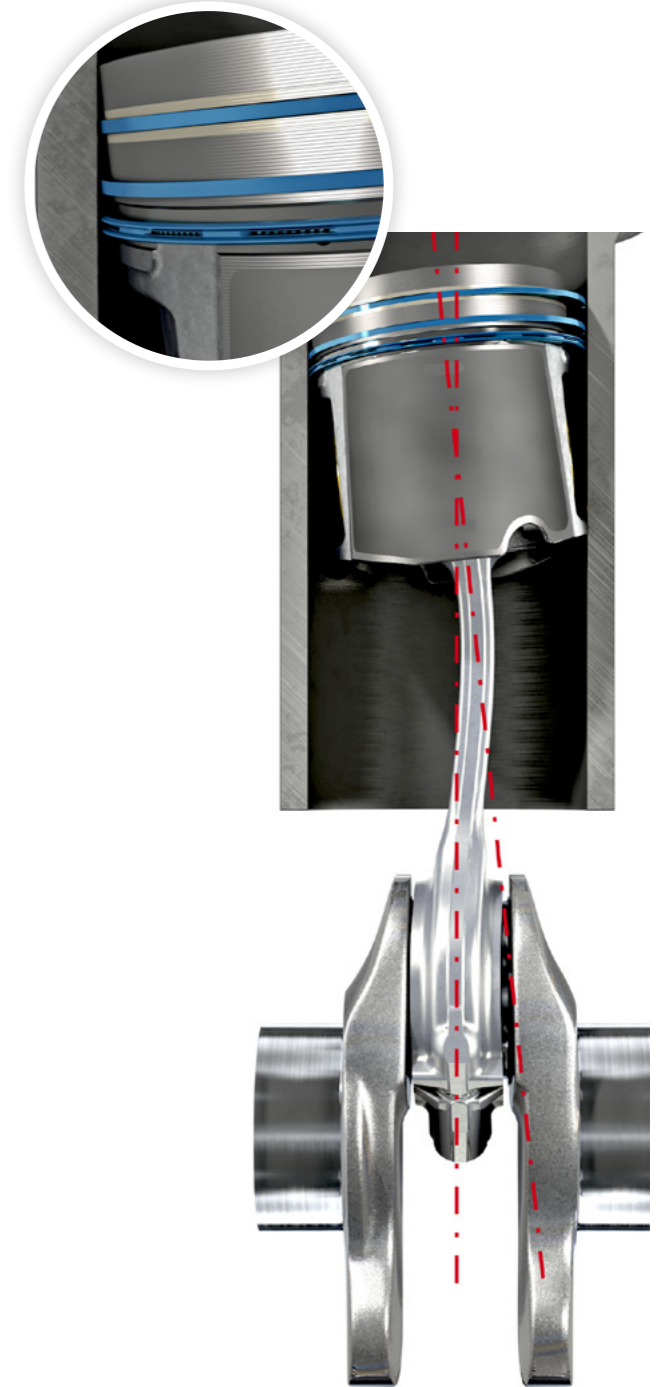
Yakıt sistemi de unutulmamalıdır. Özellikle yeni veya yenilenmiş enjektörler ile donatılmış dizel motorlarda enjektörlerin doğru şekilde yıkanması çok önemlidir. Rölanti devrinde püskürtülen yakıt miktarı çok azdır. Biraz zor hareket eden enjektör iğnesi muhtemelen açmayacak veya yakıtı doğru şekilde zerrecikler haline getirmeyecektir.

## 2.6 SIZDIRMAZLIK SORUNLARI VE PİSTON SEGMANI HASARLARI

### 2.6.1 PİSTONLARIN DÜZGÜN HAREKET ETMEMESİ

Motor hasarlarının oluşması sonucunda yine biyel dönmesi/ bükülmesi meydana gelir. Rektifiye işleminde büyük ve küçük biyel yuvasının paralellığı kontrol edilmediğinde veya biyel doğrultulmadığında motorun ilerideki çalışmalarında piston, silindir içinde düzgün hareket etmeyecektir. Piston segmanları silindir içerisinde dairesel olarak hareket etmez, aksine elips şekli alır. Bu nedenle ciddi sızdırmazlık sorunları meydana gelir. Piston segmanları silindirin bir tarafında alt kenar üzerinde, diğer tarafında ise üst kenar üzerinde dururlar. Segman, segman yuvası içinde dönebilme özelliğini koruduğu sürece kısa bir süre sonra yuvarlak kavslı bir şekle alacaktır. Bu yuvarlaklık istenen yapısal yuvarlaklığın ciddi oranda üzerine çıkar, bu durumda yağlama tabakası önemli derecede kalınlaşır ve iyi bir yağ sıyırma işlemi mümkün olmaz. Bunun dışında pistonun eğik hareket etmesi nedeniyle segmanlarda pompalama etkisi yapar ve yanma odasına daha fazla yağ girmesine sebep olur.

Piston segmanları genellikle, bu eğik hareket nedeniyle artık dönemez hale gelir ve elips şeklinde yaylanır. Bunun sonucunda farklı oranda bir radyal aşınma meydana gelir ve genelde piston segmanları kırılır.



## 2.6.2 OVAL DELİK

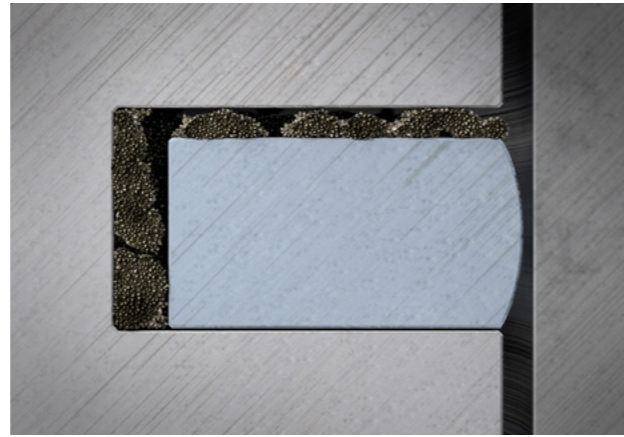
Oval delikli silindirlerdeki düşük piston segmanı gerginliği, segmanların silindir duvarına hiç uymamasına veya çok yavaş şekilde uymasına ve dolayısıyla da yerine getirmesi gereken sızdırmazlık fonksiyonunu sağlayamamasına yol açar.

## 2.6.3 SEGMANLARIN TUTULMASI VE ROTASYON ENGELLERİ

Sızdırmazlık sorunları çoğunlukla, dört zamanlı motorlardaki segmanlar yuvaların içinde serbestçe hareket edemediği zaman ortaya çıkar. Böyle bir durumda pistonlarda ve silindirlerde hasar oluşması kaçınılmazdır (aşırı ısınma ve piston sıkışması). Trapez segmanlarda (Bkz. Bölüm 1.3.1 Kompresyon segmanları), segmanların şekillerinden dolayı segman yuvalarının içinde sıkışma veya bloke olma durumu daha az görülür.

### Segmanların bloke olma sebepleri ve bunları giderme olanakları

- Segmanlar yuva içinde aksel olarak sıkışmamalıdır. Piston segmanlarının tam düz olması sağlanmalıdır. Piston segmanlarının piston üzerine yanlış şekilde çekilmesi sonucu bükülmeleri mutlaka önlenmelidir (bkz. Bölüm 2.4.1 Piston segmanlarının takılması ve sökülmesi).
- Segman yuvasının ölçüleri piston segmanına uymak zorundadır.
- Segman yuvalarının kirden ve diğer artıklardan temizlenmiş olması şarttır (Şek. 1).
- Motor yağı, motor üreticisinin öngördüğü spesifikasyona sahip olmak zorundadır. Yanlış yağ kullanımı koklaşmaya ve segmanların yuvalar içinde sıkışmasına yol açar.
- Motorun bitkisel yağlarla ve alternatif yakıtlarla çalıştırılması.
- Eğrilmiş biyel çubukları ve bu nedenle pistonların silindir deliği içinde eğik hareket etmesi.



Şek. 1: Segman yuvasında kir birikmesi

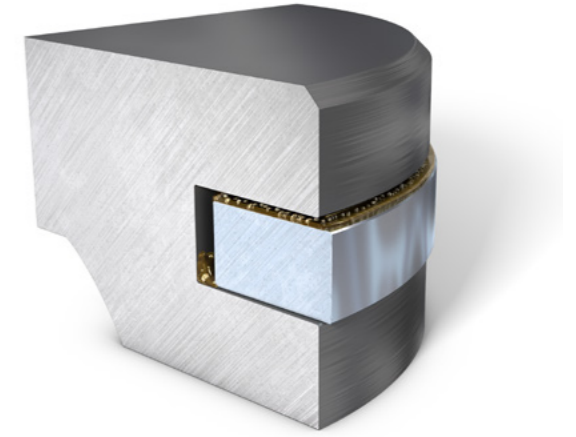
## 2.6.4 KİRLLENME

Motorun içine kir girmesi, motorun ve dolayısıyla piston segmanlarının da erkenden aşınmasına neden olan en yaygın görülen nedenlerden biridir. Kirlenme sonucu oluşan hasarların iki ana sebebi vardır:

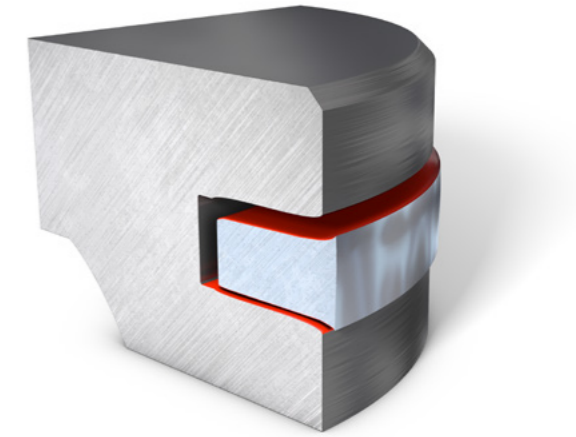
### Sebepe 1

Kir, emilen hava ile silindirin içine ulaşır. Bu durum, hep hava filtresinin bakımı ihmal edildiği zaman gerçekleşir. Eğer araç hava filtresiz olarak kullanılıyorsa veya emiş sisteminde kaçak varsa ve kir hava filtresinin yanından geçerek yanma odasına ulaşırsa. Yanma odasında bulunan kir normal olarak piston segmanı oluklarının içine de girer ve orada bulunan yağla birleşerek aşındırıcı bir macun haline gelir (Şek. 2). Bu şekilde aşınan piston segmanlarının yüksekliği azalır ve piston segmanı olukları genişler (Şek. 3). Piston segmanlarında kir nedeniyle oluşan aşınma, temel olarak segman kenarlarına aksel yönde etki eder. Segman radyal yönde de (çalışma yüzeyinde) karışık sürtünmeden dolayı aşınır ancak bu aşınma segmanın kenarlarında olduğu kadar yüksek derecede değildir. Segmanın kenarlarındaki yuvarlanma izleri, kanalların içinde kir olduğuna dair sıkça görülen bir işarettir. Çoğunlukla ince kumdan oluşan kir, segmanların dönme hareketi ve pistonun vurma hareketi ile bağlantılı olarak segman kenarına karakteristik deseni çizer.

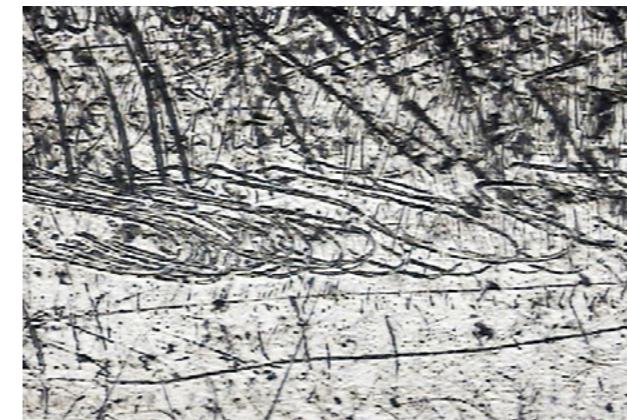
Segmanlar çalışma sırasında genelde yuvarlanma izleri, kanalların içinde kir olduğundan, aşınma durumu segmanın üst kenarında ortaya çıkar. Yuvarlanma izleri de yine buralarda görülür (Şek. 4 ve 5).



Şek. 2: Segman yuvasındaki kirler ve yağ tortuları birikerek aşındırıcı bir macun haline gelir.



Şek. 3: Aşınma sonucu yüksekliği azalan piston segmanı nedeniyle piston segmanı oluğu genişler



Şek. 4 ve 5: Üst segman kenarındaki yuvarlanma izlerine örnekler

**Sebepe 2**

Kir, önceden meydana gelen bir hasar ve/veya iyi yapılmayan bir onarım/rektifiye nedeniyle yağ sirkülasyonunda kalmaya devam eder. Bu durumda kir, krank karterinden başlayarak silindir duvarlarını ve pistonları aşındırmaya başlar. Kir zerrecikleri, kirlenen yağ sirkülasyonları aracılığıyla da motordaki tüm yatak yerlerine ulaşır. Yağ filtresi motordaki yağı filtreler, ancak yağ sirkülasyonu çoğu zaman doğru şekilde temizlenmez. Yağ sirkülasyonunun temiz tarafında bulunan kir, yatak yerlerine ulaşır ve orada erken aşınmaya veya hasara yol açar.

Motor arızası durumunda, motor yağı filtresi motorun içindeki artıklardan dolayı bypass valfi açılacak derecede tıkanır. Bu durumda motor yağı filtrelenmeden yağlama yerlerine ulaşır. Bu durum, yatakların tamamen yağsız kalması nedeniyle oluşacak çok ciddi motor arızalarından kaçınmak için motor tasarlarken göze alınır.

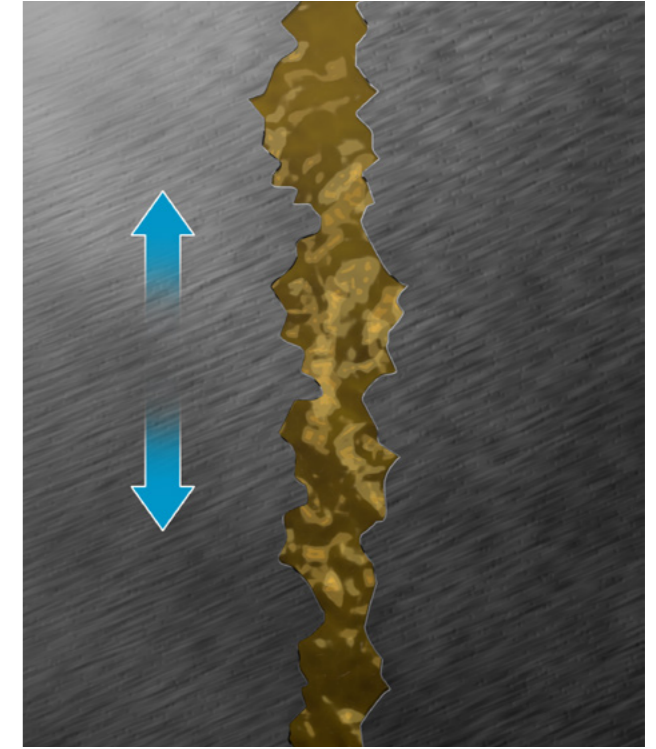
Bir motor arızası meydana geldiğinde, yağ soğutucusunun içinde ve soğutucusunun yağ hatlarında genellikle çok miktarda kir bulunmaya devam eder. Bu yüzden, yeni veya rektifiye edilmiş bir motoru temizlenmemiş bir yağ soğutucusuna bağlamak ve motoru çalıştırmak sorumsuzca bir davranıştır.

**⚠ DİKKAT**

Yağ soğutucusunun bir motor arızası nedeniyle kirlenmesi halinde, soğutucusunun temizlenmesi pek başarılı bir sonuç vermez. Bu durumda, eski yağ soğutucusunun kullanılması sonucunda ortaya çıkabilecek bir hasar riskini ortadan kaldırmak için yeni bir motor yağı soğutucusunu kullanmak daha iyi bir tercihtir.

Karışık sürtünme, piston segmanlarında ve silindir yüzeyinde çok yüksek radyal aşınmaya neden olur. Bu aşınma, yağ sıyırma segmanının her iki sıyırma kenarında çok kolay görülebilir. Şek. 3'te bir tane yeni segman ve bir tane de karışık sürtünme sonucu aşınmış olan yağ sıyırma segmanı gösterilmiştir. Her iki sıyırma kenarı tamamen kaybolmuştur. Segmanın çıkarıldığı motorda aşırı yüksek yağ tüketimi söz konusu olmuştur. Sadece yağ sıyırma segmanları ile sınırlı kalmayan bu tür radyal aşınmalar, neredeyse her zaman motora aşırı yakıt dolması sonucu oluşur.

Aşınma özellikle tüm pistonlarda eşit düzeyde olmadığı zaman, aşınmanın motora aşırı yakıt dolması nedeniyle oluşan karışık sürtünmeden kaynaklandığı söylenebilir. Hatta bu durum çok sık meydana gelir ve segmanların muhtemelen kötü malzeme kalitesi veya silindirin hatalı şekilde işlenmesi nedeniyle aşınmadığının bir göstergesidir. O zaman aşınma, sadece belli silindirelerde değil tüm pistonlarda ve piston segmanlarında eşit şekilde görülürdü.

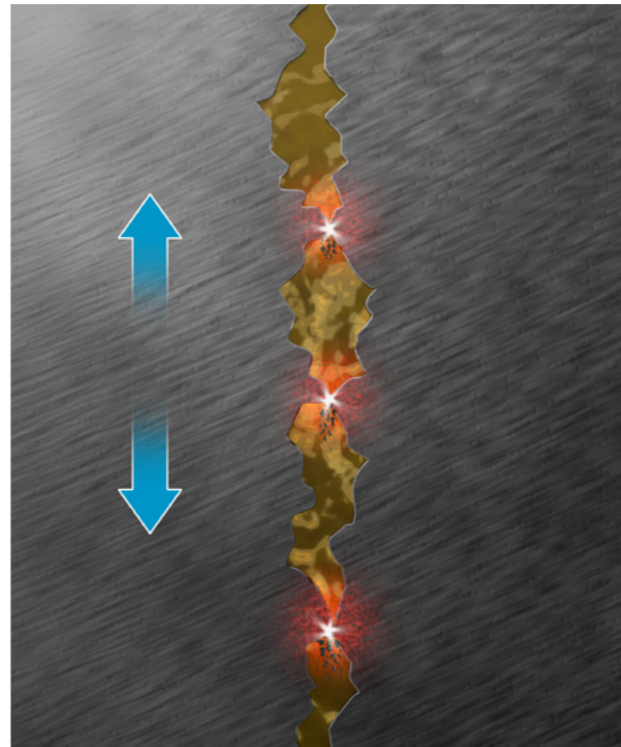


Şek. 2: Yeterli kalınlıkta yağ tabakası – metalik temas yok

**2.6.5 YAKIT TAŞMASI**

Kirden kaynaklanan hasarlardan sonra, motora aşırı yakıt dolması nedeniyle oluşan hasarlar ve aşınmalar piston segmanlarında en sık görülen ikinci hasar sebebidir. Motora aşırı yakıt dolduğunda, silindir duvarındaki yağ tabakası, piston segmanları silindir duvarında metal metale sürtecek ve dvar kalınlığında çok hızlı bir kayıp olacak derecede etkilenir. Piston segmanlarının silindir duvarı ile metal teması (Şek. 1) sadece kısa süreli olarak ve istisnai durumlarda (örneğin soğuk çalıştırmada) gerçekleşebilir ve motorun diğer işletim durumları için yasaktır. Pistonların, piston segmanlarının ve silindir deliklerinin çalışma ömrü ciddi şekilde etkilenir ve önemli derecede kısalır. Normal durumda, silindir içinde kayan parçalar yağ tabakası sayesinde (metal teması olmayacak şekilde) birbirinden ayrılmıştır (Şek. 2). Buradaki yağ tabakası, silindir içinde kayan parçaların yüzeylerindeki pürüzlerden daha kalın olmak zorundadır.

Motor çalışırken, yanma bozuklukları nedeniyle silindir duvarında sıklıkla yakıt birikir ve yakıt yoğunlaşması da görülebilir. Böylece yağ tabakası inceltir veya yıkanır. Bu şekilde oluşan karışık sürtünme, piston segmanlarının birkaç bin kilometre sonra tamamen aşınmasına yol açar. Performans düşer ve motorun yağ tüketimi artar.



Şek. 1: Karışık sürtünme – Piston segmanı ve silindir duvarı arasında metalik temas



Şek. 3: Yeni ve aşınmış yağ sıyırma segmanı

Motora aşırı yakıt dolmasından dolayı karışık sürtünme aşınması hem benzinli hem de dizel motorlarda görülen bir hasardır.

Benzinli motorda (özellikle de karbüratörlü eski motorlarda) sık olarak gerçekleşen kısa mesafeli sürüşler ve motor teklemesi ana nedenlerdir. Benzinli motorlar ilk çalışmada ve ısınma safhasında, çalışma sıcaklığındaki durumlarına kıyasla çok daha fazla yakıtı ihtiyaç duyar. Sık olarak yapılan kısa mesafeli sürüşlerde, bazı durumlarda silindir duvarında yoğuşan ve yapışan yakıtın buharlaşmaması ve motor yağı ile birleşmesi söz konusu olabilir. Bunun sonucunda yağ inceler ve motor yağındaki viskozite kaybından dolayı karışık sürtünme meydana gelir. Benzinli motorda arızalı bujiler veya ateşleme bobinlerinden dolayı da motora aşırı yakıt dolar, çünkü yakıt ateşlenmez ve yakılamaz.

Dizel motorlarda içeri püskürtülen yakıt, yanma odasında yüksek düzeyde sıkıştırılmış havada ateşlenir. Sıkıştırma olmadığında (kötü dolum) veya yakıt kalitesi kötü olduğunda ateşleme gecikmesi gerçekleşir, yakıt tam olarak yakılmaz ve yanma odasının içinde sıvı yakıt birikir.

#### Dizel motorda motora aşırı yakıt dolmasının diğer sebepleri

- Hatalı ve sızdıran enjeksiyon memeleri
- Enjeksiyon pompasında arıza ve hatalı pompa ayarı
- Hatalı şekilde yerleştirilmiş ve monte edilmiş enjeksiyon hatları (titreşim oluşumu)
- Sızdırmazlık yüzeylerinde sonradan işlem yapılması ve yanlış kalınlıkta silindir kapağı contalarının kullanılması sonucu oluşan yanlış piston çıkıntı ebadı nedeniyle mekanik arızalar (pistonun silindir kapağına çarpması)
- Tıkanmış hava filtreleri nedeniyle kötü dolum
- Bozuk veya aşınmış turbo nedeniyle kötü dolum
- Aşınmış veya kırılmış piston segmanları nedeniyle kötü dolum
- Kötü yakıt kalitesi (kötü kendiliğinden ateşleme ve yakıtın tam olarak yanmaması)



#### DİKKAT

Bu tür hasarlarda da, aşınmanın sadece belirli silindirlere mi yoksa tüm silindirlere mi olup olmadığı ayırt edilmelidir. Tüm silindirlere hasar varsa, yakıt kalitesinin veya dolunun kötü olması gibi genel bir neden söz konusu olabilir. Münferit silindirlere daha ziyade hatalı enjeksiyon memeleri, enjeksiyon hatları, bujiler veya yüksek gerilim hatları arıza sebebi olabilir.

## 2.6.6 PİSTON SEGMANI KOPMALARI

Piston segmanı kopmaları; aşırı aşınma, segman titremesi veya segmanların montajında yapılan hatalar nedeniyle meydana gelir.

Piston segmanları çalışırken aşırı işletme koşulları olmadığı sürece kırılma gerçekleşmez. Segmanlar pistonu takılırken etkili olan mekanik zorlama işletim esnasındaki zorlamadan çok daha yüksektir. Piston segmanlarının, pistonu geçirilirken dayanmak zorunda olduğu bükme gerilimi silindir içine monte edilirken uygulanan gerilimden çok daha fazladır. Tekstür veya malzeme hatası olan bir segman henüz takılırken kırılır.

Eğer piston onarımından hemen sonra motorun içinde kırılmış piston segmanı bulunursa, bu segmanlar çoğunlukla hatalı piston montajı veya hatalı montaj aletleri sayesinde önceden hasar görmüştür veya kırılmıştır. Segmanlar işletim sırasında uzun süre çalıştıktan sonra kırılabilir.

Bu kırılma, radyal veya aksel duvar kalınlığı aşınmadan olayı önemli derecede azalmışsa gerçekleşir. Segman çoğu zaman, aşırı yüksek segman yüksekliği boşluğu nedeniyle titremeye başlar ve üzerine tesir eden zorlamaya artık dayanamaz. Segman genelde çok sayıda küçük parça şeklinde kırılır.

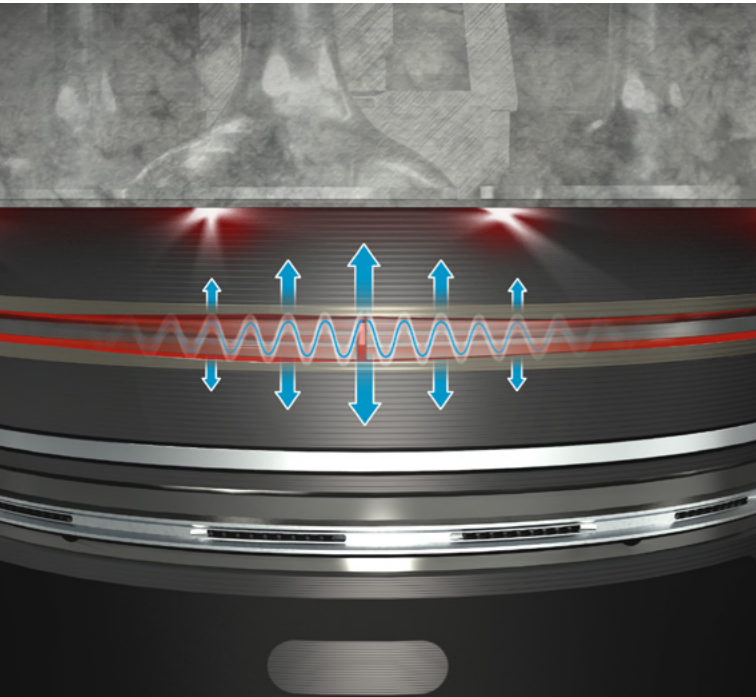
Ancak segmanların kırılması için malzeme kalınlığının zayıflaması şart değildir. İşletim sırasında yanma bozuklukları meydana gelirse, aşınma olmamış olsa bile sadece yüksek zorlanmadan dolayı segmanların kırılması söz konusu olabilir. Yanma odasına yanlışlıkla su veya yağ girmesi sonucunda da segmanlar kırılabilir. Sıvıların sıkıştırılması mümkün değildir. Sıvı miktarı sıkıştırma odasının hacmini aştığında, sıvı ya pistonun yanından geçecektir ya da pistonu veya piston segmanlarını kıracaktır. Ayrıca biyel çubuğu da eğrilebilir veya silindir duvarı/silindir gömleği kırılabilir.



Kırılmış piston segmanı

## 2.6.7 SEGMAN TİREMESİ

Segman titremesi özellikle benzinli motorlarda orta yükte ve yüksek devir sayılarında meydana gelebilir. Piston segmanının alt kenar oturma yüzeyinden yukarı kalkması ve ayrıca segmanın silindir duvarına radyal olarak yaslanamaması (çökmesi) nedeniyle sızdırmazlık etkisinin kaybolması titreme olarak tanımlanır. Her iki durum da performans (güç) kaybına ve yüksek yağ tüketimine yol açar, çünkü sızdırmazlık fonksiyonu olumsuz etkilenmiştir veya ortadan kalkmıştır.



Şek. 1: Piston ve silindir kapağı arasındaki metalik temas nedeniyle segmanda titreme

### EKSENEL SEGMAN TİREMESİ

Eksenel segman titremesi segman uçlarından segmanın içine iletilir. Segman uçları, özel konumlarından dolayı olumsuz işletim koşullarında alt temas yüzeyinden yukarı kalkma eğilimine sahiptirler. Titreşime sokulan segman uçları, titreşimi dalga şeklinde tüm piston segmanına iletir.

#### ⚠ DİKKAT

Düşük segman yüksekliği, düşük atalet kuvvetlerinden dolayı titreşime daha az eğilimlidir. Segman uçlarındaki yüksek bastırma basıncı titreşim eğilimine karşı etki eder.

#### Eksenel segman titreşiminin sebepleri

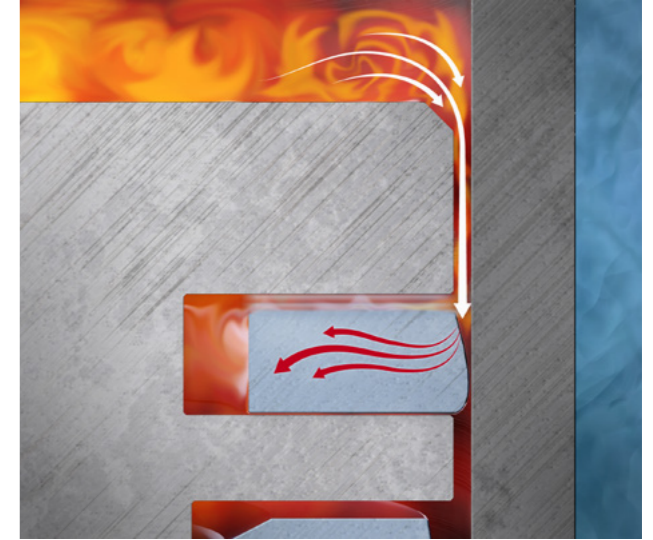
- Fazla büyük segman yükseklik boşluğu
- Segman gerginliğinin kaybı (aşınma) ve bu nedenle segman uçlarında kötü bastırma karakteristiği, özellikle de armut şeklinde radyal basınç dağılımına sahip piston segmanlarında (ayrıca bkz. Bölüm 1.6.2 Radyal basınç dağılımı)
- Rektifiye hataları nedeniyle pistonun silindir kapağı ile mekanik teması, özellikle de dizel motorlarda (Şek. 1)
- Motor kontrol sistemindeki bir arızanın oluşması (yakıt karışımı, ateşleme) ve yakıt kalitesinin yetersiz olması (düşük oktan sayısı, mazot karışması) nedeniyle vuruntulu yanma
- Aşınmış piston segmanı olukları
- Kanal tabanındaki yağ karbonu tortulanmaları (sebepler: çok yüksek yanma sıcaklıkları) ve/veya yetersiz motor yağı kaliteleri nedeniyle yuva tabanda çok düşük gaz hacmi

### RADYAL SEGMAN TİREMESİ

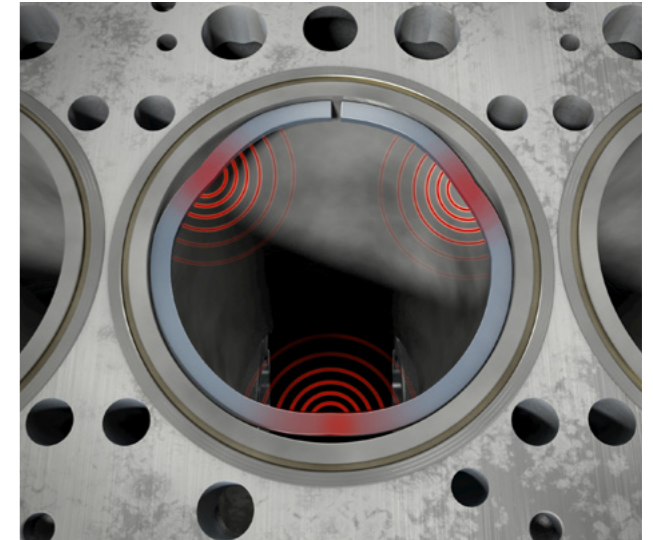
Yanma sırasında segman çalışma yüzeyindeki gaz basıncının aşırı yükselmesi (Şek. 2) kuvvet oranını kısa süreli olarak bozar, piston segmanı çalışma yüzeyinden kalkar ve artık doğru sızdırmazlığı sağlayamaz. İşlemin sürekli tekrarlanması piston segmanında titreşimlere neden olur.

#### Radyal segman titreşiminin sebepleri

- Aşınmış piston segmanları (radyal duvar kalınlığının azalması) ve bununla bağlantılı olarak piston segmanının silindir duvarındaki bastırma kuvvetinin kaybolması ve segman rijitliğinin azalması
- Tam olarak yuvarlak olmayan silindir delikleri ve buna bağlı olarak, yanma basıncının piston segmanı çalışma yüzeyi ile segman boşluğu arasındaki sızdırmazlık boşluğuna çok daha fazla girmesi
- Bükülmüş biyel çubukları nedeniyle pistonun eğik çalışması: Segman, silindir deliğindeki eğik çalışması sayesinde hafif oval bir yörünge şeklini çizer. Böylece, pistonun daha az yaslandığı silindir tarafında piston segmanı ile silindir duvarı arasındaki ateş bölümüne çok daha fazla yanma gazı girer
- Segman yüksekliği boşluğunun çok fazla olması nedeniyle piston segmanının çalışma yüzeyinde mevcut olan aşırı ve yuvarlak şekilli aşınma
- Hatalı honlama nedeniyle oluşan (sac ceketi oluşumu) hasarlı segman kenarları: Segman kenarlarından yırtılmıştır ve yarıklar oluşmuştur (özellikle çalışma yüzeyi kaplaması olmayan döküm segmanlarda), sızdırmazlık yarığının içine gaz girer ve piston segmanını çalışma yüzeyinden yukarıya kaldırır.



Şek. 2: Segman çalışma yüzeyindeki gaz basıncı



Şek. 3: Piston segmanının çalışma yüzeyinden kaldırılması

## 2.7 YAĞLAMA VE YAĞ TÜKETİMİ

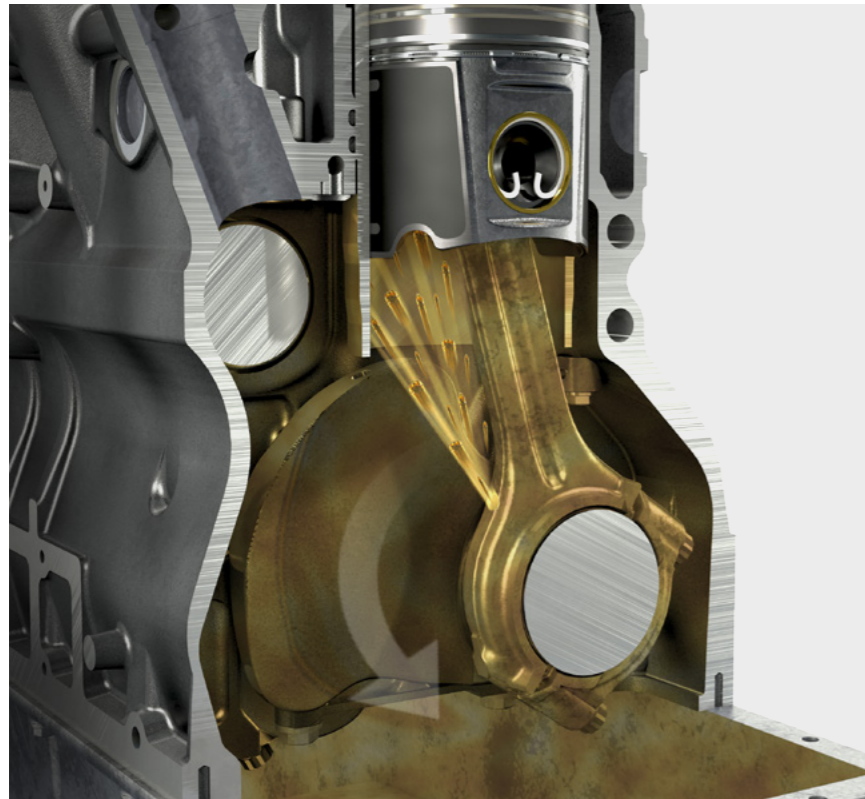
### 2.7.1 GENEL

Dört zamanlı motorda piston genelde krank milinin attığı ve sıçrattığı yağ ile yağlanır. Ancak normal durumda krank milinin krank kolları yağın içine dalmaz. Krank kollarının yağın içine dalması yağın köpürmesine ve ayrıca performans kaybına neden olur. Silindir duvarının yağlanması için gerekli olan yağ, amacına uygun şekilde ana yataklardaki ve kol yataklarındaki yatak yerlerinden gelir. Krank mili döndüğü için bu yağ damlacık şeklinde tüm krank karterinde dağıtılır ve piston üst silindir bölgesine geldiği zaman silindir duvarının üzerine püskürtülür.

Daha yüksek zorlanmaya maruz kalan motorlarda veya yataklardan az miktarda yağ çıkan motorlarda, piston basınç tarafındaki silindir duvarına ilaveten yağ püskürten içi boş biyel çubukları kullanılarak silindir duvarının yağlanması sağlanır (Şek. 1). Piston püskürtme ile soğutma özelliği sayesinde daha iyi ısı giderme sağlanan pistonları olan motorlarda bu tür önlemlerin alınması gerekli değildir.

Doğrudan gerçekleşen yağlı soğutma sayesinde pistonun içine yeterli miktarda yağ geri gelir ve bu yağ silindir duvarını yağlar.

Silindir duvarında damla şeklindeki yağ miktarlarının; devir sayısı, yağ basıncı ve konstrüktif özelliklere bağlı olarak yağ sıyırma segmanları tarafından sıyırılması ve dağıtılması gerekmektedir. Minimum yağ tüketimi ile optimum yağlama etkisinin elde edilmesi için, silindir duvarının üzerindeki yağlama tabakası sadece 1–3 µm kalınlığında olabilir. Daha ince bir yağlama tabakası karışık sürtünmeye ve yüksek aşınmaya neden olur. Daha kalın bir yağlama tabakası ile genellikle yakıt tüketimini yükseltir. Yağ tabakasının ince veya kalın olmasını sağlayan sebepler örneğin 1.5.5 Kavisli (yuvarlak) çalışma yüzeyi şekilleri bölümünde açıklanmıştır.



Şek. 1: Biyeldeki yağ sıçratma delikleri, çalışma yüzeyinin yağlanmasını garanti eder

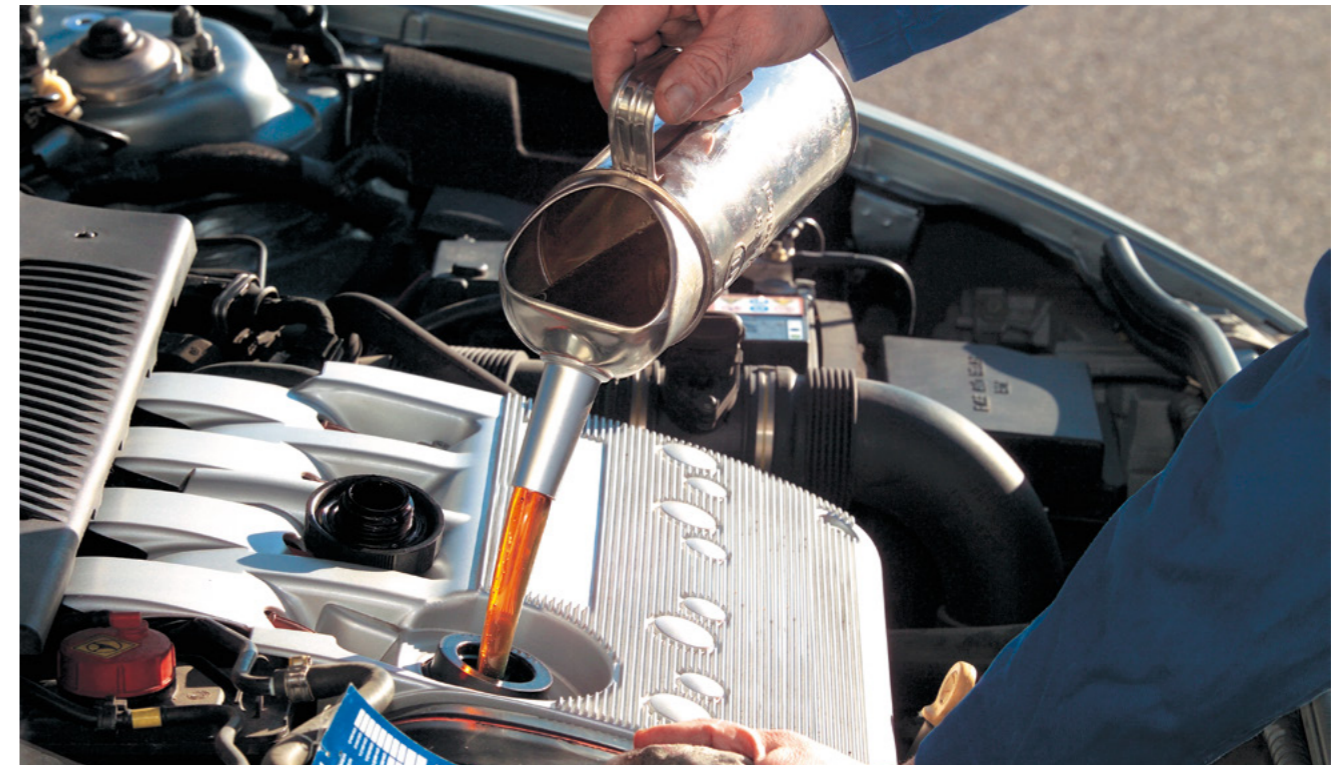
### 2.7.2 MOTOR YAĞI

Motor yağı motorun içinde bulunan en önemli bileşendir. Eğer motordaki üniteler ve parçalar yağla yağlanmasaydı ve soğutulmasaydı, bugün tanıdığımız ve kullandığımız bir içten yanmalı motorun çalışması mümkün olmazdı. Yağ motor içinde kayan parçaları ince bir yağ tabakası sayesinde birbirinden ayırır ve yağlama sayesinde söz konusu parçalar arasındaki metal sürtünmeyi ve aşınmayı önler. Motor yağı ayrıca, motorun içinde ısıyı ve kiri taşıma görevine de sahiptir.

#### Motor yağının önemli görevleri

- Yağlama (karşılıklı hareket eden metal yüzeyleri ayırmak)
- Soğutma (ısı iletimi)
- Kirlerin taşınması
- Kesme etkilerine karşı dayanıklılık (örneğin keskin segman kenarlarının neden olduğu etki)
- Yanma odası ile krank karteri arasındaki sızdırmazlığın ve supap kılavuzları üzerinden emme ve egzoz kanalları ile valf düzeni arasındaki sızdırmazlığın sağlanması

- Katı yabancı maddelerin, tozların, metal artıklarının ve kurum ya da cüruf gibi yanma ürünlerinin ayrılması
- Motor parçalarını agresif yanma ürünlerinin sebep olduğu korozyona karşı korumak için metal yüzeyde koruyucu tabakaların oluşturulması
- Asidik yanma ürünlerinin kimyasal dönüşüm yoluyla nötralize edilmesi
- Kuvvetlerin hidrolik zincir gerdiricilerine ve valf iteceklerine aktarılması
- Motor yağında eskimeye bağlı oluşumların ve yanma kalıntılarının yağda çözünür sabunlarla çözülmesi sayesinde motor parçalarının temiz tutulması
- Aşınmaya karşı koruma (karşılıklı hareket eden motor parçalarında)
- İstenmeyen yanma ürünlerinin zararsız hale getirilmesi





Motor yağı temel bir yağdan ve katkı maddelerinden oluşur. Temel yağın özelliklerini iyileştirmek için yağa katkı maddeleri ilave edilir. Katkı maddelerinin oranı ve karışımı, yağdan beklenen özelliklere göre belirlenir.

#### Katkı maddelerinin etki ettiği veya katkı sağladığı durumlar

- Viskozite ve akış karakteristiği
- Yüzey aktif karakteristik
- Nötralizasyon kabiliyeti
- Sızdırmazlık malzemelerine karşı nötr özellik
- Düşük köpürme eğilimi
- Uzun kullanım ömrü, uzun yağ değişim aralıkları
- Düşük yağ tüketimi
- Düşük yakıt tüketimi
- Yakıtla uyumluluk
- Çevreye uyumluluk

Motor yağı, eskimeye ve kontaminasyona bağlı olarak kendi kendine tükenir. Yağdaki katkı maddeleri tüketilir ve agresif yanma maddeleri ve kir nedeniyle yağ kirlenir. Yağın eskimesi kısmen yüksek sıcaklıklardan kaynaklanmaktadır.

Motor yağı, uzun zincirli hidrokarbon moleküllerinden oluşur. Yağın viskozitesi, molekül zincirlerinin uzunluğu sayesinde belirlenir. Uzun moleküllerin viskozitesi kısa moleküllerden daha yüksektir. Uzun molekül zincirleri, motorun işletimindeki kesme etkileri nedeniyle daha kısa parçalara bölünür. Bu durum viskoziteyi ve yağlama özelliklerini olumsuz etkiler. Yağ aşırı zorlu durumlara karşı daha dirençsiz hale gelir ve istenen yağlama özelliklerini sağlamakta zorlanır veya artık sağlayamaz.

Mümkün olduğunca çok sayıda kir parçacığını gidermeye çalışmak için motor yağını motor dışında yapılan ince filtreleme işlemlerinden geçirmek anlamsızdır. Yağın kendisi sorun teşkil etmektedir yağın taşıdığı kir değil.

Not: Bazı ülkelerde yağ bezlerden geçirilerek filtrelenir ve sonra tekrar satılır.

Yanma prosesi sayesinde, yağı zamanla çürüten asitler ve diğer zararlı maddeler oluşturulur. Ayrıca, yüksek ısı etkisi, düşük sıcaklıklarda kaynayan yağ bileşenlerinin buharlaşmasını sağlar ve böylece burada da karışımda değişiklik meydana gelir. Bu nedenle, yağ değişimi yapmaksızın ömür boyunca yağ kullanımını vaat eden çok ince filtrelerin kullanımı şüpheli bir durumdur.

Her motorda normal bir yağ tüketimi olduğundan ve eninde sonunda motorda yağ kalmayacağından yağ ilave edilmesi ve ayrıca pahalı katkı maddelerinin eklenmesi zaten gereklidir. Bu tür ilave sistemlerin montajı, aracın sahibi için ekonomik açıdan pek mantıklı olmayacaktır.

#### Özet

Hem temel yağ hem de katkı maddeleri zamanla kendi kendini tüketir ve yağın düzenli aralıklarla yenilenmesi zorunlu hale gelir (yağ değişimi). Yağ değişimi ve filtre değişimi sayesinde, zararlı yanma ürünleri motordan çıkarılır ve zararsız hale getirilir. Yeni yağ daha iyi yağlama ve temizleme yapar ve yağın maruz kaldığı tüm zararlı etkilere karşı tekrar rezerv sunar.



### 2.7.3 GENEL YAĞ TÜKETİMİ

Uzmanlar için yağ tüketimi demek, yanma odasına giren ve orada yanan yağ miktarı demektir. Ancak bu yağ, contaların içinden geçerek motorun dışına damlayan yağ değildir. Bu durumda yağ kaybı söz konusudur yağ tüketimi değil.

#### Yağ tüketiminin ana sebepleri

- Turbodaki arızalar (arızalı yatak, tıkanmış yağ geri dönüş hatları)
- Mekanik enjeksiyon pompalarındaki arızalar (aşınmış pompa parçaları)
- Aşınmış valf şaftı contaları ve supap kılavuzları
- Piston-piston segmanı-silindir deliği sızdırmazlık sisteminde arıza (bkz. Sonraki bölüm)

#### BİLGİ

Bu konu ile ilgili ayrıntılı bilgileri "Yağ tüketimi ve yağ kaybı" isimli broşürümüzde bulabilirsiniz



### 2.7.4 PİSTON-PİSTON SEGMANI-SİLİNDİR DELİĞİ NEDENİYLE YAĞ TÜKETİMİ

#### YAPISAL ÖZELLİKLERE BAĞLI NORMAL YAĞ TÜKETİMİ

Krank karterinden gelen ve piston-piston segmanı-silindir deliği bölümünden geçerek yanma odasına ulaşan yağ yakılır ve yağ tüketimine yol açar. İçten yanmalı motorun yapısal özellikleri ve piston-piston segmanı-silindir deliği sızdırmazlık sistemi nedeniyle, motorun çalışması sırasında belirli bir "normal" yağ tüketimi gerçekleşir.

Motor yağı, silindir duvarının üzerinde ince bir yağ tabakası şeklinde (yakl. 1–3 µm kalınlık) bulunur ve çalışma stroku sırasında pistonun aşağıya hareketinde sıcak yanmaya maruz kalır. Her çalışma strokunda mevcut olan sıcak yanma gazları nedeniyle buharlaşma ve az miktarda yağ yanması da meydana gelir ve bunlar zamanla yağ tüketimi şeklinde kendini gösterir.

Ayrıca, pistonun üst ölü noktadaki hareket yönü değişimi ve ortaya çıkan atalet kuvvetleri nedeniyle piston segmanlarındaki yağ sızdırır. Segmanlardan sızrayan bu yağ bir sonraki çalışma strokunda yakılır.

#### YÜKSEK VE AŞIRI FAZLA YAĞ TÜKETİMİ

Sadece piston-piston segmanı-silindir deliği sızdırmazlık sistemi nedeniyle meydana gelen aşırı fazla yağ tüketimi, daima piston segmanlarının birincil derecede sorumlu tutulamayacağı sebeplerden kaynaklanmaktadır. Piston segmanları da işin içindedir ancak sebebiyet veren faktör değildir.

### Piston segmanlardaki kötü sızdırmazlık etkisi nedeniyle meydana gelen yüksek yağ tüketiminin sebepleri

- Aşınmış segmanlar (radyal ve ekstenel duvar kalınlıklarının azalması)
- Yanlış honlama
- Kirden dolayı abrasif aşınma (Bölüm 2.6.4 Kirlenme)
- Oval silindir ve/veya yuvarlaklığı bozuk silindir (ayrıca bkz. Bölüm 2.3.5 Silindir geometrisi ve yuvarlaklık)
- Kirden ve uzun çalışma süresinden dolayı aşınmış piston (segman yuvaları)
- Aşınmış silindir (yuvarlaklığı bozuk, parlamış, deforme olmuş)
- Eğrilmiş biyel çubukları nedeniyle pistonların düzgün hareket etmemesi (bkz. Bölüm 2.6.1 Pistonların düzgün hareket etmemesi)
- Yanlış yağ spesifikasyonu
- Eskimiş ve yıpranmış yağ
- Motora aşırı yakıt dolması nedeniyle karışık sürtünme (bkz. Bölüm 2.6.5 Motora aşırı yakıt dolması)
- Segman titremesi (bkz. Bölüm 2.6.7 Segman titremesi)
- Segman yuvalarının yanlış temizlenmesi nedeniyle çizilmiş sızdırmazlık yüzeyleri (yuva alt kenarları)
- Kir, karbonlaşmış yağ veya eğrilmiş segmanlar (yanlış kullanım) nedeniyle segmanların segman yuvalarına sıkışması
- Yanlış segmanlar veya koklaşma (yanlış yağ spesifikasyonu) nedeniyle yuva tabanı boşluğunun olmaması
- Yanlış segman donatımı, yanlış segman yükseklikleri, yanlış radyal duvar kalınlığı, yanlış Şek. (trapez kanal içinde dikdörtgen segman ve tersi)
- Yağ sıyırma segmanlarının yanlış montajı (genişleme yayının yanlış montajı)

### 2.7.5 YAĞ TÜKETİMLERİNİN BELİRLENMESİ (KARŞILAŞTIRMA BÜYÜKLÜKLERİ)

Yağ tüketimi miktarı çeşitli şekillerde belirlenebilir. Test yerinde yapılan motor testlerinde yağ tüketimi kilovatsaat başına gram şeklinde belirtilir. Bu denemelerde iyi sızdırmazlık sistemlerin eriştiği yağ tüketimi 0,5 – 1 g/kWh arasındadır. Yağ tüketiminin bu şekilde belirlenmesi pratik uygulama için elverişli değildir, çünkü yağ tüketimi gramı gramına tespit edilmemekte ve sürüş sırasında performans ölçülememektedir.

Bu sebepten dolayı yağ tüketimi çoğunlukla litre/1000 km veya yakıt tüketiminin yüzdesi şeklinde belirtilir. Ancak tüketimin yüzde olarak belirtilmesi kabul görülmüştür, çünkü bu değer 1000 km başına litre olarak verilen değerden daha kesindir. Bunun sebebi, motorların sabit olarak da kullanılması ve araç motorlarının kısmen önemli derecede boşta çalışma sürelerinin (trafik tıkanıklığı, trafik lambalarında bekleme, yüklemeye işlemleri, klima sisteminin çalıştırılması) olmasıdır. Buna ayrıca, araç bir kilometre dahi yol kat etmeden örneğin vinç veya pompa işletimi için yardımcı ünitelerin tahrik edilmesi için motorun çalıştırılmasına devam edilmesi gereken zamanlar da eklenir.



### 2.7.6 NE ZAMAN YÜKSEK YAĞ TÜKETİMİ SÖZ KONUSUDUR?

Ne zaman yüksek yağ tüketiminin söz konusu olduğuna dair görüşler, pratikte ve ülkeden ülkeye oldukça farklıdır. Yaygın bir varsayım veya beklenti, motorun yağ tüketmediği veya tüketmemesi gerektiğidir ancak bu yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı yanlıştır.

Her motor üreticisinin, motorlarının yağ tüketimine dair referans veya limit değerleri vardır. Eğer yüksek bir yağ tüketimi olduğu tahmin ediliyorsa, ilgili motor üreticisinde yağ tüketimi için referans veya limit değerler öğrenilmelidir. Servis el kitapları ve işletim kılavuzları çoğu durumda motorun yağ tüketimi ile ilgili bilgiler içerir.

Eğer motor üreticisi tarafından yağ tüketimine ilişkin tam bilgi verilmemişse, ticari araçlarda gerçek yakıt tüketimi esas alınarak %0,25 ile %0,5 arasında bir yağ tüketimi hesaplanabilir. Bu değer küçük binek otomobil motorlarında biraz daha az olmalıdır. Yağ tüketimi burada yakıt tüketiminin %0,1 ile %0,5'i arasındadır.

Dizel motorlar çalışma prensibi nedeniyle benzinli motorlara kıyasla daha fazla motor yağı tüketir. Turbolu motorlar da, turbo şarjı yağlaması nedeniyle turbosuz motorlardan daha fazla yağa ihtiyaç duyar.

Yağ tüketimi alıştırmaya aşaması sonrasında en düşük seviyededir ve motor ömrü boyunca tüketim artar. Bu nedenle minimum değerler daha ziyade yeni motorlar için ve maksimum değerler çalışma ömürlerinin 2/3'ünü aşmış olan motorlar içindir. Sadece kısmen onarılan motorlarda da (örneğin pistonların veya sadece piston segmanlarının değiştirilmesi), maksimum değer altına düşülebileceği beklenmemelidir. Çoğunlukla aksi durum söz konusudur. Bir motorun tüm parçaları eşit ölçüde aşınır. Eğer bunların sadece %10'u yenilenirse, kısmi onarım sayesinde ümit edilen iyileşme de en iyi şartlar altında sadece %10 olacaktır.



#### TİCARİ ARAÇ İÇİN HESAPLAMA ÖRNEĞİ

Bir ticari araç 100 km'de yaklaşık 40 litre yakıt tüketir. Bu da 1000 km'de 400 litre yakıt tüketimi demektir.

- 400 litre yakıtın %0,25 kadarı 1 litre yağ tüketimine karşılık gelir.
- 400 litre yakıtın %0,5 kadarı 2 litre yağ tüketimine karşılık gelir.



#### BİNEK OTOMOBİL İÇİN HESAPLAMA ÖRNEĞİ

Bir binek otomobil 100 km'de yaklaşık 8 litre yakıt tüketir.

- Bu da 1000 km'de 80 litre yakıt tüketimi demektir.
- 80 litre yakıtın %0,1 kadarı 0,08 litre yağ tüketimine karşılık gelir.
  - 80 litre yakıtın %0,5 kadarı 0,4 litre yağ tüketimine karşılık gelir.

## 2.7.7 YAĞ TÜKETİMİNİN TAKIMI VE KULLANIMI

### YAĞ TÜKETİMİ İLE İLGİLİ ÇEŞİTLİ FARKLI BELİRTİMLER SÖZ KONUSUDUR

#### NORMAL YAĞ TÜKETİMİ

Yağ tüketimi, üretici tarafından verilen miktarlar dahilindedir veya önceki bölümde belirtilen değerler dahilindedir. Herhangi kusur veya şikayet sebebi mevcut değildir.

#### YÜKSEK YAĞ TÜKETİMİ

Yağ tüketimi, kamyonlarda normal yağ tüketiminin yakl. iki – üç katı arasındadır. Binek otomobil motorlarında yakl. 0,5 ila 1 litre/1000 km seviyesindedir. Motor normal çalışıyor ve egzozdan mavi duman belirtileri gelmiyor.

##### **Oluşumu**

Normal motor ömrünün 2/3'ünü aşmış olan araçlar. Daha rodaj safhasında olan yeni, onarılmış ve rektifiye edilmiş motorlar da dahil. Dezavantajlı çalışma koşulları altında işletilen (yüksek ortam sıcaklıkları, sık sık kısa mesafeli sürüş, rölantide çalışma, römorklu işletim vs.) motorlar.

##### **Önlenmesi**

Gerekli değildir veya çok zorunlu değildir, ancak işletimdeki yağ seviyesinin minimuma düşmemesi için gözetlemek ve düzenli olarak yağ seviyesi kontrolü yapmak / yağ ilave etmek gereklidir. Gerekirse, yüksek yağ tüketiminin sebebi araştırılmalıdır. Motorun yanında, örneğin turbo, mekanik enjeksiyon pompası ve vakum pompaları gibi yardımcı üniteler de dikkate alınmalıdır veya tüm yardımcı ünitelere eşit dağılım da söz konusu olabilir. Gerekirse, belli onarımlar sayesinde yağ tüketiminin tekrar iyileştirilmesi mümkündür. Eğer yüksek yağ tüketimine katkıda bulunan yardımcı ünitelerden birin hasar varsa, yağ tüketimi önemli bir sızıra yapararak artmış olmalıdır.

Yağ tüketiminde ortaya çıkan bu tür sızramalar, parçaların normal aşınmasında beklenecek bir durum değildir. Egzozdan siyah duman çıkarak kendini gösteren yakıt karışımı hazırlama/ yakıt enjeksiyonu sistemindeki arızalar da pistonların ve silindirin aşınmasına ve dolayısıyla yağ tüketiminin artmasına katkıda bulunur ve bu arızalar mutlaka giderilmelidir.

#### AŞIRI YAĞ TÜKETİMİ

Yağ tüketimi binek otomobillerde 1,5 litreden fazla, ağır kamyonlarda 5 litreden fazladır. Yağ tüketimi sadece yağ ölçme çubuğundan değil, (özellikle itme safhasından sonra) mavi duman çıkmasından da görsel olarak kendini gösterir. Sonradan ilave edilen yağ miktarı nedeniyle üniteye kapsamlı bir kontrol, onarım veya rektifiye çalışması gerekli olmayacağından çok önemli bir ekstra maliyet de oluşturmaz.

##### **Oluşumu**

Tamamen yıpranmış motorlar ve hatalı veya yetersiz şekilde rektifiye edilen motorlar. Piston sıkışması, turbo hasarı, silindir kapağı hasarı veya yağ ile yağlanan diğer yardımcı ünitelerin devre dışı kalması gibi motor hasarları.



## 2.7.8 YAĞ SEVİYESİNİN VE YAĞ TÜKETİMİNİN DOĞRU ŞEKİLDE KONTROL EDİLMESİ VE BELİRLENMESİ

### YAĞ SEVİYESİ ÖLÇÜMÜ

Yağ seviyesi kontrolünde çoğu zaman okuma hataları yapılmakta ve bu hatalar yağ tüketiminin yanlış yorumlanmasına neden olmaktadır. Araç eğimli olmayan düz bir yere park edilmeli ve motor kapatıldıktan sonra beş dakika beklenerek yağın kartere dönmesi ve doğru şekilde inmesi sağlanmalıdır. Yağ çubuğu çekildikten sonra aşağıya doğru tutulmalı ve böylece yağın çubuktan aşağıya doğru akarak ölçme değerini saptırmaması sağlanmalıdır.

Eğer gerçekten yağ eksikse yavaş yavaş ve azar azar (0,1 litrelik adımlarla) yağ ilave edilir. Eğer çok hızlı ve çok fazla doldurulursa yağ seviyesi çok yüksek olacaktır. Yağ seviyesinin yüksek olması nedeniyle krank milinin yağın içine dalması halinde yağda girdap oluşur, yağ etrafa sıçrar ve damla şeklinde motor havalandırmasına doğru dışarı çıkar. Motor hava tahliyesi emme kanalına bağlı olduğu için yağ yanma odasının içine yönlendirilir ve orada yanar.

Yağ değişiminden sonra motora yağ doldurulurken belirtilen dolum miktarı değil sadece minimum işaretine kadar yağ doldurulur. Sonra basınç oluşuncaya kadar motor çalıştırılır. Motor kapatıldıktan sonra tekrar birkaç dakika beklenir ve yağın kartere geri dönmesi sağlanır. Ancak şimdi yağ seviyesi tekrar ölçülür ve maksimum işaretine kadar yağ doldurulur.

### YOLDA YAĞ TÜKETİMİ ÖLÇÜMÜ

- Yağ seviyesini doğru ölçün ve maksimum seviyeye kadar yağ ilave edin.
- Araçla 1000 km yol yapın ve aynı zamanda yakıt tüketimini de not edin.
- Yağ seviyesini 1000 km sonra tekrar ölçün ve maksimum işarete kadar yağ ilave edin. İlave edilen miktar 1000 km'de tüketilen yağ miktarıdır.
- Buna alternatif olarak daha doğru sonuç veren bir yöntem; ilave edilen yağ miktarının not edilen yakıt tüketimine bölünmesi ve yukarıda belirtilen değerlerle karşılaştırılmasıdır.
- Ölçüm için yapılacak sürüşten önce ve sonra yağın boşaltılması ve ölçülmesi pratikte kabul görmemiştir. Ölçümün, yağın toplandığı kap ve benzer malzemeler sayesinde saptırılması nedeniyle hassas bir sonuç almak mümkün değildir.

### YAĞ DOLUM MİKTARLARI

El kitabında veya işletme kılavuzunda belirtilen yağ miktarları ile çalışılırken özellikle dikkatli olunmalıdır. Çoğu zaman ilk dolum miktarı (kuru ve yağsız motor için) ve değişim miktarı (yağ filtresi değişimi ile ve yağ filtresi değişimi hariç) arasında ayırım yapılmamaktadır.

Gerçek şudur ki, yağ değişiminde belli miktarda yağ motorun içinde kalır (yağ hatlarında, kanallarda, yağ soğutucularında, yağ pompasında, yardımcı ünitelerde ve yüzeylerde yapışmış vaziyette). Eğer yağ değişiminde ilk dolum miktarı doldurulursa yağ seviyesi fazla yüksek olacaktır. Ancak aksi durum da meydana gelebilir. Değişim fazla düşük belirtilmiştir. Motor çalıştırıldığında yağ eksiktir. Eğer yağ doğru şekilde doldurulmaz ve artık kontrol edilmezse, bu durum daha sonra yağ tüketimi olarak yorumlanır. Yağın doğru viskoziteye sahip olmasına da her zaman dikkat edin. Düşük viskoziteli yağ (ince) yüksek viskoziteli yağa göre çok daha hızlı tükenir. Sadece kullanımı şart koşulan ve motor üreticisinin onayladığı yağı kullanın.

## 2.7.9 YAĞ TÜKETİMİ ŞİKAYETLERİ VE ÇÖZÜMLERİ

Yüksek yağ tüketimine dair şikayetler, ancak aracın bakımı usulüne uygun şekilde yapılmışsa ve bakım aralıklarına daima uyulmuşsa dile getirilmelidir. Ayrıca doğru yedek parçaların ve öngörülen motor yağının kullanılmış olması da şarttır. Yüksek yağ tüketimi aniden ortaya çıkmaz. Bir motor yüksek yağ tüketimi ile de sorunsuzca çalışmaya devam eder. Bakım hataları nedeniyle aşınmada artış olması genellikle daha yaşlı araçlarda görülür. Motorun bakımında tasarruf edilen para, sonuçta daha yüksek bir yağ tüketimi ve daha erken ortaya çıkan onarımlar nedeniyle yine harcanmak zorunda kalır.

Yüksek yağ tüketiminin giderilmesi için yapılan onarımların başarısı büyük ölçüde zamana ve kullanılan malzemelere bağlıdır. Böylece, onarım sonucunun iyi olup olmayacağını araç sahibi veya onarımı yapan servis belirler. Ancak şu kesindir: Yıpranmış bir motora sadece yeni piston segmanı takılarak motorun bir süre daha kullanılması mümkündür. Ancak yağ tüketiminde bir iyileşme artık gerçekleşmeyecektir.



# BİLGİ TRANSFERİ

## UZMANLARDAN UZMANLIK BİLGİLERİ

### DÜNYA ÇAPINDA EĞİTİMLER

#### Doğrudan üreticiden

Her yıl yaklaşık 4500 mekaniker ve teknisyen, tüm dünyadaki müşterilerimizin kendi yerlerinde veya Neuenstadt, Dormagen ve Tamm (Almanya) şehirlerindeki kendi eğitim merkezlerimizde verdiğimiz eğitimlerimizden ve seminerlerimizden yararlanıyor.

### TEKNİK BİLGİLER

#### İşin ustalarından uygulama bilgileri

Product Information, Service Information belgelerimiz, teknik broşürlerimiz ve posterlerimiz ile her zaman en güncel teknik bilgilere sahip olursunuz.

### TEKNİK VİDEOLAR

#### Video üzerinden bilgi aktarımı

Teknik videolarımız içinde ürünlerimiz ile ilgili uygulamalara yönelik montaj bilgilerini ve sistem açıklamalarını bulabilirsiniz.

#### YouTube

### ÜRÜNLERE ONLİNE GENEL BAKIŞ

#### Çözümlerimiz ayrıntılarıyla açıklanır

İnteraktif öğeler, animasyonlar ve video kliplerden yararlanarak, motorların içinde ve etrafında yer alan ürünlerimiz ile ilgili bilmeniz gereken tüm değerli bilgileri öğrenin.

### ONLİNE MAĞAZA

#### Ürünlerimize doğrudan erişim

Günün her saati sipariş verebilirsiniz. Ürünün mevcudiyetini hızlıca kontrol edebilirsiniz. Motor, araç, ölçüler vs. üzerinden kapsamlı ürün araması yapabilirsiniz.

### HABER BÜLTENİ

#### E-posta ile düzenli bilgilendirme

Ücretsiz haber bültenimize hemen online olarak üye olun ve ürün yeniliklerinin, teknik yayımların ve daha birçok ayrıntının yer aldığı bilgilerin size düzenli olarak gönderilmesini sağlayın.

### BİREYSEL BİLGİLER

#### Müşterilerimize özel

Bizden geniş hizmet yelpazemize ilişkin kapsamlı bilgiler ve ürünlerimizle ilgili kapsamlı hizmetler alabilirsiniz, örn. kişiselleştirilmiş satış teşvik materyalleri, satış promosyonları, teknik destek hizmetleri ve çok daha fazlası.



### TECHNİPEDIA

#### Motorlar ile ilgili teknik bilgiler

Technipedia ile, sahip olduğumuz know-how birikimini sizlerle paylaşıyoruz. Burada doğrudan işin uzmanları tarafından sunulan en doğru uzmanlık bilgilerine ulaşabilirsiniz.

### MOTORSERVICE APP

#### Teknik know-how için mobil erişim

Ürünlerimiz ile ilgili en güncel bilgilere ve hizmetlere en hızlı ve kolay şekilde erişin.

### SOSYAL MEDYA

#### Her zaman güncel



**HEADQUARTERS:**

**MS Motorservice International GmbH**

Wilhelm-Maybach-StraÙe 14–18

74196 Neuenstadt, Germany

[www.ms-motorservice.com](http://www.ms-motorservice.com)

**MS Motorservice İstanbul**

**Dış Ticaret ve Pazarlama A.Ş.**

Maslak Mh. Büyükdere Cd. No: 237

Noramin İş Merkezi Kat: 1 / 118

34398 Sarıyer – İstanbul / Türkiye

Telefon: +90 212 285 42 65

Faks: +90 212 285 42 68

[www.ms-motorservice.com.tr](http://www.ms-motorservice.com.tr)



[www.ms-motorservice.com](http://www.ms-motorservice.com)

© MS Motorservice International GmbH – 50 003 958-08 – TR – 10/18 (102018)