



KOLBENSCHMIDT



# KNOWLEDGE POOL

## PISTON HASARLARI – TANINMASI VE GIDERILMESI

TAKING RESPONSIBILITY IN A CHANGING WORLD



RHEINMETALL



## MOTORSERVICE GRUBU

### TEK ELDEN KALITE 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 tedarikçisi 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**



#### 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 hataları 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 ihmal içeren bir davranışımız sonucu oluşmamışsa, 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.



## KONU

Bu broşür pistonlarda, silindir çalışma yüzeylerinde ve silindir gömleklerinde meydana gelebilecek çeşitli hasarlara yönelik bilgi vermektedir. Uzmanlara teşhis ve sebeplerin tespit edilmesi konusunda yardımcı olur ve deneyimsiz kişilere temel bilgiler sunar.

Her zaman açık ve belirgin olmayan hata sebeplerinin tanımlanabilmesi için motor hasarlarının değerlendirmesinde genel kapsamlı bir izleme gereklidir. Bazı motor onarım çalışmalarından sonra yeniden hasar ve bozulmalar söz konusu olur, çünkü önceden hasarlı parçaların değiştirilmesine rağmen hasar sebepleri giderilmemiş olabilir. Parçanın ne kadar süre kullanıldığı veya hasarın kapsamı hakkında herhangi bir bilgi olmadan, uzmana hasarın oluşma kaynağı hakkında çok kez sadece tek bir bozuk parça sunulur. Ancak bu şekilde hasara özel bir teşhis değil, sadece genel bir teşhis yapılabilir.

## YARDIM

Hasarların tanınması her zaman kolay bir işlem değildir. Özellikle fotoğraflarla hasarları tanımlamak çoğu zaman son derece zordur. Bu nedenle her bir hasar türüne bir şematik hasar resmi eklenmiştir (Şek. 1). Şematik resimler, fotoğraflardaki hasarların daha iyi tanımlanmasına yardımcı olur. Burada ilgili hasar, 1:1 gösterilmez, söz konusu resimler sadece kısmen ek bilgilerin de bulunduğu örneklerdir. Farklı noktalarda veya parçalarda karakteristik izleri olan hasarlar, birden fazla şematik resim ile açıklanmıştır.

Bu broşürün ekinde en önemli teknik terimleri içeren bir açıklamalı sözlük bulabilirsiniz.



Şek. 1

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>SAYFA</b>
<b>1. HIZLI HATA TEŞHİSİ</b>	<b>6</b>
<b>2.1 YETERSİZ YAĞ BOŞLUĞUNDAN DOLAYI KRAPAJ HASARI</b>	<b>10</b>
2.1.1 Yetersiz yağ boşluğundan dolayı krapaj hasarları ile ilgili genel bilgiler	10
2.1.2 Yetersiz yağ boşluğundan dolayı piston etek yüzeyinde krapaj hasarı	11
2.1.3 45° krapaj	12
2.1.4 Piston eteğinin alt ucunda yetersiz yağ boşluğundan dolayı krapaj hasarı	14
<b>2.2 YAĞLAMA EKSİKLİĞİNDEN DOLAYI KRAPAJ HASARI</b>	<b>15</b>
2.2.1 Yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarları ile ilgili genel bilgiler	15
2.2.2 Piston eteğinde yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarı	16
2.2.3 Piston eteğinde karşı baskı yerleri olmayan, tek taraflı krapaj hasarı	17
2.2.4 Yakıt taşması nedeniyle yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarı	18
2.2.5 Dizel pistonlarda piston başı krapaj hasarları	19
2.2.6 Yanmış piston segmanları sonucunda oluşan yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarı	20
<b>2.3 AŞIRI ISINMADAN DOLAYI KRAPAJ HASARI</b>	<b>22</b>
2.3.1 Aşırı ısınmadan dolayı krapaj hasarları ile ilgili genel bilgiler	22
2.3.2 Aşırı ısınmadan dolayı ağırlıklı olarak piston başında oluşan krapaj hasarı	23
2.3.3 Aşırı ısınmadan dolayı ağırlıklı olarak piston eteğinde oluşan krapaj hasarı	24



İÇİNDEKİLER	SAYFA
<b>2.4 YANMA BOZUKLUKLARI</b>	<b>25</b>
2.4.1 Yanma bozukluklarından kaynaklanan piston hasarları hakkında genel bilgiler	25
2.4.2 Piston başında ve piston eteğinin segman bölgesinde ergimeler ve kopmalar (benzinli motor)	29
2.4.3 Piston başında ergimeler ve akmalara (dizel motor)	30
2.4.4 Piston tabanında ve oluklarda çatlaklar (dizel motor)	32
2.4.5 Piston segman setinde kırılmalar	34
2.4.6 Piston başında darbe izleri (dizel motor)	36
2.4.7 Piston tabanında delik (benzinli motor)	38
2.4.8 Yanlış pistonların kullanılmasından dolayı piston başı krapaj hasarı (dizel motor)	40
2.4.9 Piston ateş segman setinde ve piston tabanında erozyon (benzinli motor)	42
<b>2.5 PISTON VE PISTON SEGMANI KIRILMALARI</b>	<b>44</b>
2.5.1 Piston kırılmaları hakkında genel bilgiler	44
2.5.2 Piston pimi göbeğinde piston kırılması	45
2.5.3 Piston tabanının silindir kapağına vurmasından dolayı piston kırılması	46
2.5.4 Piston segmanı bölgesinde malzeme kopması (piston segmanı kopması)	48
<b>2.6 PISTON PİMİ KIRILMALARI</b>	<b>50</b>
2.6.1 Piston pimi kırılmaları hakkında genel bilgiler	50
2.6.2 Kırılmış piston pimi	51
<b>2.7 PISTON PİMİ EMNİYETLERİNDE HASARLAR</b>	<b>52</b>
2.7.1 Piston pimi emniyetlerinde hasarlar hakkında genel bilgiler	52
2.7.2 Kırılmış piston pimi emniyetlerinden dolayı piston hasarları	53

İÇİNDEKİLER	SAYFA
<b>2.8 PISTON PİMİ GÖBEKLERİNİN İÇİNDE KRAPAJLAR</b>	<b>56</b>
2.8.1 Piston pimi göbeklerinin içinde krapajlar hakkında genel bilgiler	56
2.8.2 Piston pimi göbeklerinin içinde krapajlar (tam serbest yataklanmış piston pimi)	57
2.8.3 Piston pimi göbeklerinin içinde krapajlar (sıkıştırma (büzülme) piston kolu)	58
2.8.4 Piston pimi göbeklerinin içinde krapajlar (piston eteğinde krapaj hasarı mevcut)	59
<b>2.9 PISTON VURUNTULARI</b>	<b>60</b>
2.9.1 Piston vuruntuları hakkında genel bilgiler	60
2.9.2 Ateş segman setinde radyal vuruntu yerleri	61
<b>2.10 SİLİNDİRLER VE SİLİNDİR GÖMLEKLERİ</b>	<b>62</b>
2.10.1 Silindir gömleklerinde boylamasına çatlaklar	63
2.10.2 Silindir gömleğinde flanşın kopması	64
2.10.3 Silindir gömleklerinde kaviteasyon	66
2.10.4 Çalışma yüzeyinde düzensiz aşınmalar	68
2.10.5 Üst çalışma yüzeyi bölgesinde parlak kısımlar	70
2.10.6 Hidrolik kilitlenmeden dolayı silindir gömleğinde çatlak	72
<b>2.11 YÜKSEK YAĞ TÜKETİMİ</b>	<b>74</b>
2.11.1 Yağ tüketimi hakkında genel bilgiler	74
2.11.2 Yağ sıyırma segmanı montaj hatası	75
2.11.3 Pistonlarda, piston segmanlarında ve silindir yüzeyinde kirlere dolaylı aşınma	76
2.11.4 Pistonların, piston segmanlarının ve silindirlerin yakıt taşması sonucunda aşınması	78
2.11.5 Motorun rektifiye edilmesinden kısa süre sonra piston segmanı aşınması	80
2.11.6 Simetrik olmayan piston aşınma görünümü	82
<b>3. AÇIKLAMALI SÖZLÜK</b>	<b>84</b>

# 1. HIZLI HATA TEŞHİSİ

## PISTON ETEĞİ HASARLARI

	Yetersiz yağ boşluğundan dolayı piston etek yüzeyinde krapaj hasarı	11		45° krapaj	12
	Piston eteğinde karşı baskı yerleri olmayan, tek taraflı krapaj hasarı	17		Aşırı ısınmadan dolayı ağırlıklı olarak piston eteğinde oluşan krapaj hasarı	24
	Piston eteğinde yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarı	16		Piston eteğinin alt ucunda yetersiz yağ boşluğundan dolayı krapaj hasarı	14
	Yakıt taşması nedeniyle yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarı	18		Pistonların, piston segmanlarının ve silindirlerin yakıt taşması sonucunda aşınması	78

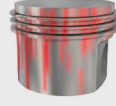
## PISTON BAŞI KRPAJ HASARI

	Dizel motor pistonlarında piston başı krapaj hasarı	19		Yanlış pistonların kullanılmasından dolayı piston başı krapaj hasarı (dizel motor)	40
	Aşırı ısınmadan dolayı ağırlıklı olarak piston başında oluşan krapaj hasarı	23		Yanmış piston segmanları sonucunda oluşan yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarı	20

**PISTON SEGMANLARINDA HASARLAR**

Yanmış piston segmanları sonucunda oluşan yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarı

20



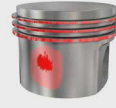
Pistonlarda, piston segmanlarında ve silindir yüzeyinde kirden dolayı aşınma

76



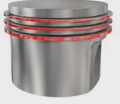
Yağ sıyırma segmanı montaj hatası

75



Pistonların, piston segmanlarının ve silindirlerin yakıt taşması sonucunda aşınması

78



Motorun rektifiye edilmesinden kısa süre sonra piston segmanı aşınması

80

**SEGMAN VE PISTON ETEĞİ SEGMAN BÖLGESİNDEKİ DİĞER HASARLAR**

Piston segman setinde kırılmalar

34



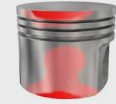
Piston segmanı bölgesinde malzeme kopması (piston segmanı kopması)

48



Kırılmış piston pimi emniyetlerinden dolayı piston hasarları

53



Ateş segman setinde radyal vuruntu yerleri

61



Simetrik olmayan piston aşınma görünümü

82



Yağ tüketimi ile ilgili hasar

## PISTON BAŞI HASARLARI



Piston başında ve piston eteğinin segman bölgesinde ergimeler ve kopmalar (benzinli motor)

29



Piston başında ergimeler ve akmalar (dizel motor)

30



Piston tabanında delik (benzinli motor)

38



Piston ateş segman setinde ve piston tabanında erozyon (benzinli motor)

42



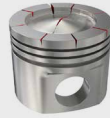
Piston tabanının silindir kapağına vurmasından dolayı piston kırılması

46



Piston başında darbe izleri (dizel motor)

36



Piston tabanında ve oluklarda çatlaklar (dizel motor)

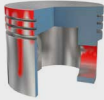
32



Piston pimi göbeğinde piston kırılması

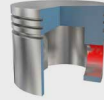
45

## PISTON PİMİNDE KRAPAJLAR VE KIRILMALAR



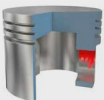
Piston pimi göbeklerinin içinde krapajlar (piston eteğinde krapaj hasarı mevcut)

59



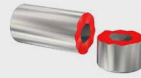
Piston pimi göbeklerinin içinde krapajlar (tam serbest yataklanmış piston pimi)

57



Piston pimi göbeklerinin içinde krapajlar (sıkıştırma (büzülme) piston kolu)

58



Kırılmış piston pimleri

51



**SİLİNDİR GÖMLEKLERİNDE VE SİLİNDİR DELİKLERİNDE HASARLAR**

Silindir gömleğinde gömlek  
flanşının kopması

64



Silindir gömleğinde gömlek  
flanşının kopması (ön kademe)

64



Silindir gömleğinde  
boylamasına çatlaklar

63



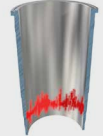
Hidrolik kilitlenmeden dolayı  
silindir gömleğinde çatlak

72



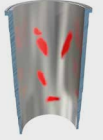
Silindir gömleklerinde  
kavitasyon

66



Piston eteğinin alt ucunda yetersiz  
yağ boşluğundan dolayı krapaj  
hasarı

14



Çalışma yüzeyinde düzensiz  
aşınmalar



68



Üst çalışma yüzeyi bölgesinde  
parlak kısımlar

70



Yağ tüketimi ile  
ilgili hasar

## 2.1 YETERSİZ YAĞ BOŞLUĞUNDAN DOLAYI KRPAJ HASARI

### 2.1.1 YETERSİZ YAĞ BOŞLUĞUNDAN DOLAYI KRPAJ HASARLARI İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Piston ve silindir arasındaki boşluk, hareket ünitelerinin yanlış boyutlandırılması, silindirde deformasyon olması veya termik aşırı yüklenme söz konusu olması durumlarında kabul edilemeyecek ölçüde küçülebilir veya tamamen kaybolabilir.

Piston, işletim esnasında çok daha yüksek sıcaklıklarla ulaşır ve bu nedenle onu çevreleyen silindirden daha fazla genişir. Bunun yanı sıra piston, alüminyumun ısıl genişleme katsayısı nedeniyle silindirde çoğu zaman kullanılan gri (pik) dökümün yaklaşık iki katı kadar genişir. Yapı tasarımında her iki faktör de dikkate alınmalıdır.

Piston ve silindir arasındaki boşluk azaldıkça, öncelikle karışık sürtünme meydana gelir: Genleşen piston, silindir duvarındaki yağ tabakasını bastırarak uzaklaştırır. Böylelikle piston eteğinin silindir yüzeyine dayandığı alanlar sürtünme sonucunda parlatılır. Karışık sürtünme ve oluşan sürtünme ısı sonucunda ünitelerin sıcaklık derecesi yükselir. Piston, silindir duvarına gittikçe daha kuvvetli bir şekilde bastırır ve sonunda yağ tabakası işlevini tamamen kaybeder. Piston yağlanmadan hareket etmeye başlar. Bunun sonucunda düz, koyu renkli yüzeylere sahip ilk krapaj hasarları oluşur.

#### **YETERSİZ YAĞ BOŞLUĞUNDAN DOLAYI KRPAJ HASARININ KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ:**

- Düz, koyu renkli sürtünme izlerine geçen çok parlak baskı izleri.
- Hem basınç hem de karşı basınç tarafında krapaj yerleri.

## 2.1.2 YETERSİZ YAĞ BOŞLUĞUNDAN DOLAYI PİSTON ETEK YÜZEYİNDE KRPAJ HASARI



### AÇIKLAMA

- Piston eteği çevresinde birden fazla benzer krapaj yeri.
- Piston eteğinin basınç ve karşı basınç tarafında krapajlar, yani karşılıklı krapaj yerleri.
- Yüzeyin çok parlak baskı izlerinden koyu renkli, düz sürtünme izlerine geçişi.
- Hasarsız segman bölgesi.



### DEĞERLENDİRME

Piston eteği ve silindirin çalışma yüzeyi arasındaki yağ boşluğu çok dar tasarlandı veya muhtemelen motorun çalışması esnasında ortaya çıkmış olabilecek deformasyonlar sonucunda daraldı.

### BİLGİ

Yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarının tersine, yetersiz yağ boşluğundan dolayı krapaj hasarı daima bir motorun rektifiye edilmesinin ardından kısa bir çalışma süresinden sonra ortaya çıkar.

### OLASI SEBEPLERİ

- Çok küçük silindir deliği.
- Silindir kapağının civataları çok fazla veya düzensiz sıkılmıştır (silindirde deformasyon).
- Silindir bloğunda veya silindir kapağında düzgün olmayan veya gönyesiz oturma yüzeyleri.
- Kirlili veya hasarlı dış delikleri veya silindir kapağı civataları.
- Civata kafalarında krapajlı veya düzensiz yağlanmış temas yüzeyleri.
- Yanlış veya uygun olmayan silindir kapağı contaları.
- Kireç birikmesi, kir veya soğutma sistemindeki başka arızalardan kaynaklanan düzensiz ısınma sonucunda silindirde deformasyonlar.

### 2.1.3 45° KRPAJ



#### AÇIKLAMA

- Basınç ve karşı basınç tarafında piston pimi eksenine yakl. 45° dönük ortaya çıkan krapaj yerleri.
- Krapaj yerleri, çok parlak baskı yerlerinden koyu renkli, oldukça düz ve pürüzsüz aşınma alanlarına doğru geçer (Şek. 1).
- Mavi sıcaklık renkli piston pimi (Şek. 3). Sebep: Boşluk ve yağ eksikliği nedeniyle piston piminde ısınan yatak.



Şek. 1



Şek. 2



Şek. 3

## DEĞERLENDİRME

Piston pimi göbeği aşırı derecede ısındı. İnce duvarlı ve esnek piston eteği, basınç ve karşı basınç tarafında daha yüksek olan ısı genleşmeyi dengeleyebilir. Kalın duvarlı piston pimi göbeği daha fazla genişler. Bunun sonucunda boşluk daralması ve piston sıkışması meydana gelir. Piston sıkışması ağırlıklı olarak piston pimi göbeğinin piston eteğine olan bağlantısında mevcuttur.

## OLASI SEBEPLERİ

- Örneğin yanma bozuklukları nedeniyle kol yatakta mekanik aşırı yük.
- Yağ püskürtme memesinin hatalı fonksiyonu/kırılması.
- Yağ pompası basıncının yetersiz olması veya mevcut olmaması.
- Motor ilk defa çalıştırıldığında yetersiz yağlama. Piston pimi, monte edildiğinde yağlanmadı veya yetersiz yağlandı.
- Yetersiz boşluk veya yağlama eksikliği nedeniyle biyel kovanının bozulması (piston piminin krapaj sonucu sıkışması).
- Piston piminin büzülmesinde montaj hatası (sıkıştırma (büzülme) piston kolu).

Büzülme esnasında, piston pimi yerleştirildikten hemen sonra piston ileri geri hareket ettirilerek pim yatağının serbest hareket edebilirliğinin kontrol edilmemesine dikkat edilmelidir. Soğuk piston piminin sıcak biyele takılmasından hemen sonra iki parça arasında ısı dengelemesi gerçekleşir. Isı girişi nedeniyle piston piminde, motor işletmesinde olduğu gibi daha fazla ısı genleşme meydana gelir. Yatak bu durumdayken hareket ettirilirse, krapaj başlangıcı veya krapaj meydana gelebilir. Bu da motorun çalışması esnasında pim yatağının zor hareket etmesine veya bozulmasına neden olabilir. Bu nedenle monte edilmiş olan parçalar, serbest hareket edebilirlik kontrolü yapılmadan önce soğumalıdır.

## 2.1.4 PİSTON ETEĞİNİN ALT UCUNDA YETERSİZ YAĞ BOŞLUĞUNDAN DOLAYI KRAPAJ HASARI



### AÇIKLAMA

- Piston eteğinin alt uçlarında yetersiz yağ boşluğunun sebep olduğu, baskı ve karşı baskı izleri olan krapaj hasarları.
- Çok parlak baskı izlerinden düz, koyu renkli sürtünme izlerine doğru geçiş (Şek. 1).
- Diğer piston kısımlarında herhangi bir özel belirti yoktur.
- Alt o-ringler bölgesinde silindir gömleği içerisinde krapaj yerleri (Şek. 2).



Şek. 1



Şek. 2

### DEĞERLENDİRME

Piston eteğinin alt kenarındaki piston sıkışması, silindir gömleğinin alt bölgesinde meydana gelen bir deformasyon/ boşluk daralması nedeniyle meydana gelmiştir.

### OLASI SEBEPLERİ

- Yanlış conta segmanları: Çok kalın conta segmanları, bir silindir gömleğinin deformasyona uğramasına neden olabilir ve piston çalışma boşluğunu azaltabilir.
- Conta segmanı yivinde ek olarak sıvı sızdırmazlık maddelerinin kullanımı. Conta segmanları, sızdırmazlık sağlamak için esnek bir şekilde biçim değiştirebilmelidir. Yiv içerisinde bunun için gerekli olan boş alan, ek sızdırmazlık maddeleri ile doldurulmamalıdır.
- Conta segmanı yivlerinde mevcut olan conta segmanı artıkları veya kirler, montajdan önce giderilmedi.
- Conta segmanları, silindir gömleği takılırken burulursa veya conta segmanı yivinden dışarı kayarsa, silindir gömleği bu bölgede kısıtlanır. Bunu önlemek için silindir gömleği montajı esnasında her zaman kaygan madde kullanılmalıdır.

## 2.2 YAĞLAMA EKSİKLİĞİNDEN DOLAYI KRAPAJ HASARI

### 2.2.1 YAĞLAMA EKSİKLİĞİNDEN DOLAYI KRAPAJ HASARLARI İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarları genel olarak, yani silindir ve piston arasında yeterli boşluk olsa dahi söz konusu olabilir. Bu durumda yağ tabakası yüksek ısı derecesinden dolayı veya yakıt taşması sonucunda çoğu kez sadece ilgili yerle sınırlı olarak kesilir. Bu alanlarda yağlanmayan pistonların, piston segmanlarının ve silindir gömleklerinin yüzeyleri birbirine sürtünür. Bunun sonucunda çok kısa bir süre sonra yoğun aşınmış yüzeylerin söz konusu olduğu krapaj hasarları oluşur.

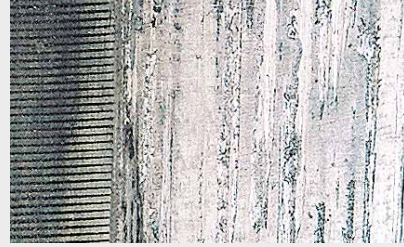
Piston ve silindir arasında yağ eksikliği nedeniyle yeterli bir yağlama tabakası oluşmadığında da benzer bir durum söz konusudur.

#### YAĞLAMA EKSİKLİĞİNDEN DOLAYI KRAPAJ HASARININ KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ:



#### Tamamen bozulmuş yağ tabakasında:

Özellikle piston eteğinde aralıksız sık, aşıntılı, koyu renkli yüzeye sahip krapaj hasarları.



#### Yağ eksikliğinde:

Özellikler, yüzeyin renk alması dışında, yukarıda belirtilen hasar ile aynıdır. Krapaj yerlerinin yüzeyi metalik olarak neredeyse temiz durumdadır ve koyu renkli değildir. Yağ eksikliği, silindir yüzeyinin tamamını etkiler. Bu nedenle pistonda, henüz başlangıç aşamasında çoğu zaman hem basınç hem de karşı basınç tarafında krapaj yerleri görülmektedir.

## 2.2.2 PİSTON ETEĞİNDE YAĞLAMA EKSİKLİĞİNDEN DOLAYI KRAPAJ HASARI



### AÇIKLAMA

- Basınç tarafında piston eteğinde krapaj yerleri; krapajlar kısmen piston segmanı bölgesine kadar uzanır.
- Karşı basınç tarafında hafif krapaj yerleri.
- Krapaj yerlerinin yüzeyi parlak ve metalik olarak neredeyse saftır.



### DEĞERLENDİRME

Piston ve silindir deliği arasında akut yağlama eksikliği mevcuttu. Krapaj yerlerinin metalik açıdan neredeyse saf yüzeyi, krapaj hasarı olduğu anda henüz yağ tabakasının var olmuş olduğunu, fakat önemli ölçüde zayıflamış olduğunu gösterir. Hafif hasardan dolayı burada geçici bir yağ eksikliği veya başlangıç aşamasında olan bir hasar söz konusu olabilir. Motor çalıştırılmaya devam edilseydi, daha ağır hasarlar meydana gelirdi.

### BİLGİ

Bu tür yağlama eksikliğinden dolayı krapajlarda hasar yeri her zaman hasarsız olan, çalışan pistonda normal aşınma görünümünün olduğu piston eteği bölgesindedir.

### OLASI SEBEPLERİ

Aşağıdakiler nedeniyle yetersiz yağlama:

- Çok az motor yağı.
- Motorda çok düşük yağ basıncı (yağ pompası, aşırı basınç valfi vs.): Krank milinin yatak yerlerinden çok az yağ çıkıyor. Krank milinden sıçrayan ve savrulan yağ ile yağlanan silindir yüzeyi yeterince yağlama yağı ile beslenmiyor.
- Piston soğutması için yağ püskürtme memesi bozuldu.



### 2.2.3 PİSTON ETEĞİNDE KARŞI BASKI YERLERİ OLMAYAN, TEK TARAFLI KRPAJ HASARI



#### AÇIKLAMA

- Pistonun basınç tarafında çok yoğun çatlak yüzeyli ağır, koyu renkli krapaj yerleri.
- Karşı taraftaki piston eteği tarafı hasarsız.
- Başlangıç aşamasında piston segmanı bölgesi genelde hasarsızdır.



#### DEĞERLENDİRME

Bu, genelde basınç tarafında ve nadiren karşı basınç tarafında meydana gelen, yağlama eksikliğinden dolayı olan tipik bir krapaj hasarıdır. Bu hasar, yağlama tabakası sadece bir silindir yarısında koptuğu zaman oluşur. Bunun nedeni, yerel olarak sınırlanan bir yağlama eksikliği veya ilgili silindir tarafının aşırı ısınmasıdır. Hasar sebebi olarak yağ boşluğu olmaması durumu söz konusu olamaz, çünkü ağır krapaj hasarına rağmen karşı tarafta hiçbir karşı baskı izi mevcut değildir.

#### OLASI SEBEPLERİ

- Soğutma sisteminde soğutma maddesinin eksik olmasından, hava kabarcıkları olmasından, kir tortuları olmasından veya soğutma devresinde başka arızaların mevcut olmasından dolayı soğutmanın kısmen bozulması.
- Dilimli silindirlere dışta biriken kirler nedeniyle yerel aşırı ısınmalar ve bunun sonucunda yağ tabakasının bozulması söz konusu olabilir.
- Hava ile soğutulan motorlarda: Hava yönlendirme saclarının bozuk, eksik veya yanlış monte edilmiş olması.
- Piston soğutması için yağ püskürtme memesinin bozulması.
- Çok düşük yağ basıncı: Yağ püskürtme memeli biyelerde silindir basınç tarafının yetersiz yağlanması.
- Yağın incilmesi veya kullanım amacı için uygun olmayan bir yağ kalitesinin kullanılması sonucu daha yoğun yük uygulanan silindir basınç tarafında yetersiz yağlama.

## 2.2.4 YAKIT TAŞMASI NEDENİYLE YAĞLAMA EKSİKLİĞİNDEN DOLAYI KRAPAJ HASARI



### AÇIKLAMA

- Piston eteğinde, normal bir piston aşınma görünümü yerine ince, keskin sınırlı, boylamasına sürtünme yerleri.



### DEĞERLENDİRME

Yanmamış yakıt, silindir hareket yüzeyinde yoğunlaşır ve taşıyıcı yağ tabakasını inceltir veya yıkayarak yok eder. Bunun sonucunda kaydırma ortakları olan piston ve silindir deliği arasında yağsız çalışma gerçekleşir ve bundan dolayı da uzun, dar sürtünme yerleri meydana gelir. Piston segmanı bölgesi, çoğu zaman hasarsız kalır.

### BİLGİ

Yakıt nedeniyle aşınmada hasar, piston eteğinde taşıyıcı yerlerde meydana gelir. Hasarsız bir pistonda bu noktada normal aşınma görünümü oluşur.

### OLASI SEBEPLERİ

- Karışım hazırlamasında veya ateşleme sisteminde hata nedeniyle aşırı yağlı motor çalışması ve yanma bozuklukları.
- Yetersiz kompresyon nedeniyle eksik yanma.
- Soğuk çalıştırma tertibatı arızalı veya çok uzun süre devreye alındı (karbüratörlü motor).
- Sık sık kısa mesafeli sürüşlerden ya da aşırı yağlanmadan (zengin karışım) dolayı yağın incilmesi veya sulanması.

## 2.2.5 DİZEL PİSTONLARDA PİSTON BAŞI KRPAJ HASARLARI



### AÇIKLAMA

- Yer bakımından sınırlı krapaj yerleri, ağırlıklı olarak ateş segman setinde.
- Krapaj yerlerinin yüzeyi, pürüzlü ve sürtünme sonucu aşınmış, kısmen büyük malzeme parçaları kopmuş.



### DEĞERLENDİRME

Enjeksiyon memesindeki bir hatadan dolayı atomize edilmemiş yakıt silindir duvarına kadar püskürtüldü ve orada tamamen yağsız çalışma gerçekleşene kadar yağ tabakasını zayıflattı. Bunun sonucunda ateş segman setinde silindir duvarı ile geçici olarak kaynak bağlantısı oluşturacak kadar yoğun krapajlar meydana geldi. Bu kaynak bağlantısı nedeniyle piston başından parçalar koptu.

### OLASI SEBEPLERİ

- Sızdıran, damlamayan, kirli veya yanlış enjeksiyon memeleri.
- Deforme olmuş enjeksiyon memesi gövdesinden dolayı sıkışan enjektör iğnesi (yanlış sıkma torku).
- Yanlış enjeksiyon zamanı (besleme başlangıcı).

## 2.2.6 YANMIŞ PİSTON SEGMANLARI SONUCUNDA OLUŞAN YAĞLAMA EKSİKLİĞİNDEN DOLAYI KRAPAJ HASARI

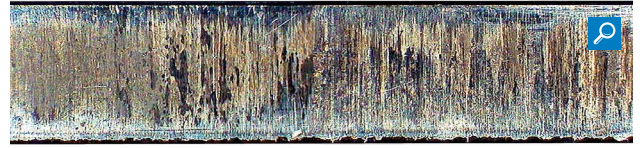


### AÇIKLAMA

- Piston segmanı çalışma yüzeylerinde krapaj çizgileri ve yanık lekeleri (Şek. 1 ve 2).
- Silindir deliklerinde boylamasına çizgiler (gösterilmemiştir).
- Başlangıç aşamasında: Ateş segman setinde krapaj başlangıcı (Şek. 3 – sağ üst).
- İlerlemiş aşamada: Krapaj çizgilerinin tüm pistonu yayılması (Şek. 4).



Şek. 1



Şek. 2



Şek. 3



Şek. 4

## DEĞERLENDİRME

Bu tür hasarlar öncelikle alıştırma aşamasında yüksek yük altında, piston segmanları eksik alıştırmadan dolayı henüz tam sızdırmazlık etkisine ulaşmamışken ortaya çıkar (öncelikle dizel pistonlarda). Piston segmanlarının yanından akan yanma gazları, piston segmanlarını ve silindir duvarını aşırı ısıtır ve yağ tabakası bozulur.

Hatalı yakıt yanma işlemi ve artan sıcaklık dereceleri ya da piston ile silindirin yeterli derecede soğutulmaması da yağlama tabakasını etkiler veya bozar. Bunun sonucunda segmanlarda önce yağsız çalışma söz konusu olur ve buna bağlı olarak yanık lekeleri meydana gelir. Piston, yağsız silindir bölümlerinden de geçtiğinden, öncelikle ateş segman setinde krapaj başlangıcı ve sonraki hasar durumunda piston eteğinin tamamında krapaj yerleri meydana gelir (Şek. 4).

## OLASI SEBEPLERİ

- Alıştırma aşamasında motora aşırı yüklenme.
- Silindirin honlama işleminde uygulanan yüzey kalitesi, motor yağının silindir yüzeyine tutunması için yeterli değildi (grafit damarlarının sıkıştırılması, sac kaplama oluşması, yetersiz pürüzlülük ve/veya yanlış honlama açısı).
- Uygun olmayan yağlama yağı (yanlış yağ kalitesi ve viskozite).
- Silindir çalışma yüzeylerindeki ısı derecesi çok yüksekti (soğutma sisteminde hatalı fonksiyonlar ya da saran soğutma kanallarında tortular).
- Yanma bozuklukları nedeniyle yanma esnasında yüksek sıcaklık (yağsız karışım, yanlış ateşlemeler, damlayan veya sızdıran enjeksiyon memeleri).
- Piston ve krank mili yataklarından çok az sıçrayan ve savrulan yağdan dolayı silindir çalışma yüzeylerinde yetersiz yağ beslemesi.

## 2.3 AŞIRI ISINMADAN DOLAYI KRAPAJ HASARI

### 2.3.1 AŞIRI ISINMADAN DOLAYI KRAPAJ HASARLARI ILE ILGILI GENEL BILGILER

AŞırı ısınmadan dolayı krapaj hasarında yağ tabakası çok yüksek ısı derecesinden dolayı bozular. Bu öncelikle karışık sürtünmeye ve münferit sürtünme yerlerine neden olur. Sürtünme yerlerinin ilave olarak ısınması sonucu pistonun tamamen yağsız çalışması söz konusu olur. Krapaj yerleri koyu renkli olur ve yoğun şekilde çatlaktır. Hasar sebebine bağlı olarak, aşırı ısınmadan dolayı krapaj hasarı ya piston eteğinde veya piston başında başlar.



### 2.3.2 AŞIRI ISINMADAN DOLAYI AĞIRLIKLIL OLARAK PISTON BAŞINDA OLUŞAN KRAPAJ HASARI



#### AÇIKLAMA

- Piston başından başlayan ve etek ucuna doğru uzanan yoğun krapajlar.
- Piston başı çevresinin tamamında krapajlar.
- Krapaj yerlerinin yüzeyi koyu renklidir, çok aşınma izleri vardır ve kısmen çatlamıştır.
- Piston segmanlarının çalışma yüzeylerinde krapajlar, yağ sıyırma segmanına doğru gittikçe zayıflar.



#### DEĞERLENDİRME

Piston başı, çok yüksek termik aşırı yüklenme sonucu boşluk atlanacak ve yağ tabakası bozulacak kadar çok ısındı. Bu da yetersiz yağ boşluğu ve piston başı çevresindeki yetersiz yağlama nedeniyle krapaj hasarına neden oldu. Piston montaj boşluğunun çok küçük olması sonucu genel boşluk eksikliği, hasar sebebi olarak söz konusu olamaz, çünkü bu durumda hasar, etek alanından başlardı (bkz. “Yetersiz yağ boşluğundan dolayı piston etek yüzeyinde krapaj hasarı” bölümü).

#### OLASI SEBEPLERİ

- Motorun alıştırma aşamasında daha uzun, daha fazla yüklenme.
- Yanma odasındaki yanma prosesindeki hatalardan kaynaklanan aşırı ısınma meydana gelmiştir.
- Motor soğutma sisteminde arızalar meydana gelmiştir.
- Yağlama sisteminde arızalar meydana gelmiştir (yağ soğutmalı veya yağ soğutma kanallı pistonlar).
- Eğilmiş veya hatalı yağ püskürtme memeleri nedeniyle piston alt kısmından yağ ile yetersiz soğutulmaktadır.
- Islak silindir gömleklerinin gömlek flanşında yanlış conta segmanları kullanılmış; (bkz. “Silindir gömleklerinde kavitasyon” bölümü).

### 2.3.3 AŞIRI ISINMADAN DOLAYI AĞIRLIKLIL OLARAK PISTON ETEĞİNDE OLUŞAN KRAPAJ HASARI



#### AÇIKLAMA

- Piston eteğinde iki taraflı krapaj hasarı.
- Krapaj yerlerinin yüzeyi koyu renkli, pürüzlü ve aşırı sürtünme aşınmaları görünmekte.
- Piston segmanı bölgesi çoğu zaman sadece hafif hasarlıdır veya hiç hasarlı değildir.



#### DEĞERLENDİRME

Motorun aşırı ısınmasından dolayı silindirin çalışma yüzeyindeki yağlama bozulmuş. Bu da, piston eteğinin sürtünme sonucu çok fazla aşınmasına neden olan yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarına sebep oldu. Hasar, ağırlıklı olarak etek bölgesinde mevcut; piston başı bölgesinde krapaj yok. Bu nedenle motorda aşırı yükün, yanma bozukluklarından kaynaklanmadığından yola çıkılabilir.

#### OLASI SEBEPLERİ

- Soğutma sisteminde aşağıdaki arızalar sonucu motorun aşırı ısınması:
  - soğutma maddesi eksikliği
  - kir
  - arızalı su pompası
  - hatalı termostat
  - kopmuş veya kayan v-kayışı
  - yetersiz havalandırılan soğutma sistemleri.
- Hava ile soğutulan motorlarda: Silindir dış yüzeylerinde kir birikintileri, kırılmış soğutma dilimleri veya devre dışı kalmış ya da kusurlu soğutma havası ventilasyonu dolayısıyla aşırı ısınmalar.



## 2.4 YANMA BOZUKLUKLARI

### 2.4.1 YANMA BOZUKLUKLARINDAN KAYNAKLANAN PISTON HASARLARI HAKKINDA GENEL BILGILER

#### BENZINLI MOTORLARDA YANMA BOZUKLUKLARI

Silindir içinde yakıt – hava karışımının yanması, hassas belirlenmiş bir sürece göre gerçekleşir. Bu işlem, bujinin üst ölü noktadan kısa süre önce oluşturduğu kıvılcım sayesinde başlatılır. Ateşleme bujisinden itibaren başlayanalev, etrafa dairesel veya küresel şekilde yayılır ve 5–30 m/s arasında olan ve gittikçe artan bir hızla yanma hücresinden geçer. Yanma odasındaki basınç bu sayede yoğun şekilde yükselir ve piston üst ölü noktaya geldikten hemen sonra azami basınç değerine ulaşılır. Bununla beraber, bu normal yakıt yanma süreci değişik etkilere dolaylı olarak bozulabilir ve buna bağlı olarak üç yanma bozukluğu tipi söz konusu olabilir:

#### 1. Erken veya yanlış ateşleme (ön alevlenme):

Pistonun termik aşırı yüklenmesine sebep olur.

#### 2. Vuruntulu yanma (detonasyon):

Pistonlarda ve krank mili tahrik düzeninde ani patlama şeklinde malzeme aşınmasına ve mekanik aşırı yüklenmeye sebep olur.

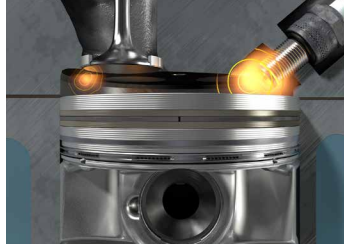
#### 3. Yakıt taşması:

Yağ tüketimi ile birlikte aşınmaya ve ayrıca piston krapaj hasarına sebep olur.

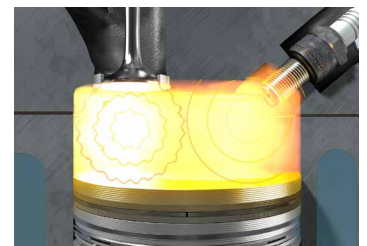
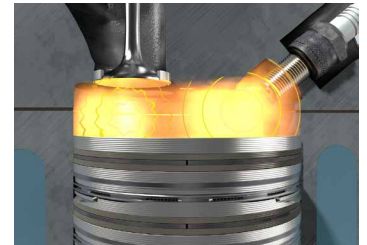
Normal yanma



Vuruntulu yanma (detonasyon)



Erken veya yanlış ateşleme



### 1. Erken veya yanlış ateşleme (ön alevlenme):

Erken veya yanlış ateşlemede yanma işlemi, yanma odasında bulunan kızgın bir parça tarafından esas ateşleme noktasından önce başlatılır. Burada sıcak çıkış valfi, buji ve yanma odasını kaplayan yüzeyler üzerinde oluşan tortular dikkate alınmalıdır. Alev kontrolsüz bir şekilde parçalara etki eder ve bunun sonucunda da piston tabanındaki sıcaklık çok fazla yükselir. Sadece birkaç saniye kesintisiz yanlış ateşlemenin ardından sıcaklık, piston malzemesinin erime noktasına ulaşır.

Yarı küre şeklinde yanma odasına sahip pistonlu motorlarda bu nedenle piston başında veya tabanında delikler oluşur ve bu delikler genelde buji ekseninin uzantı alanında meydana gelir.

Piston tabanı ile silindir kapağı arasında daha büyük sıkıştırma yüzeyi olan yanma odalarında, ateş segman seti genelde en fazla zorlanmanın olduğu yerdeki sıkıştırma yüzeyi bölgesinde erimeye başlar (bkz. Açıklamalı sözlük). Bu durum çoğu zaman yağ sıyırma segmanına ve piston iç kısmına kadar uzanır.

Yanma odasında münferit parçaların yüzey sıcaklıklarının çok yüksek olmasına neden olan vuruntulu bir yanma da erken veya yanlış ateşlemelere neden olabilir.

### 2. Vuruntulu yanma (detonasyon):

Vuruntulu yanmada ateşleme normal bir şekilde buji kıvılcımı üzerinden başlatılır. Ateşleme bujisinden genişleyerek yayılan alev, basınç dalgaları oluşturur ve bu dalgalar yanmamış gazda kritik reaksiyonlara neden olur. Böylelikle kalan gaz karışımında birçok yerde aynı anda kendiliğinden tutuşma söz konusu olur. Bu durumda yanma hızı normal değerinin 10–15 misli bir değere çıkar. Krank milinin her bir derecelik dönüşündeki basınç yükselmesi ve tepe basınç çok yüksek olur. Buna ek olarak patlama strokunda çok yüksek frekanslı basınç dalgalanmaları oluşur. Bunun yanı sıra yanma odasını çevreleyen yüzeyler çok fazla ısınır. Yanma odalarındaki artıkların yanıp temizlenmiş olması, belirgin bir vuruntulu yanma belirtisidir.

Geçici, hafif vuruntular, çoğu motorda, uzun süreli olsalar da hasara yol açmaz.

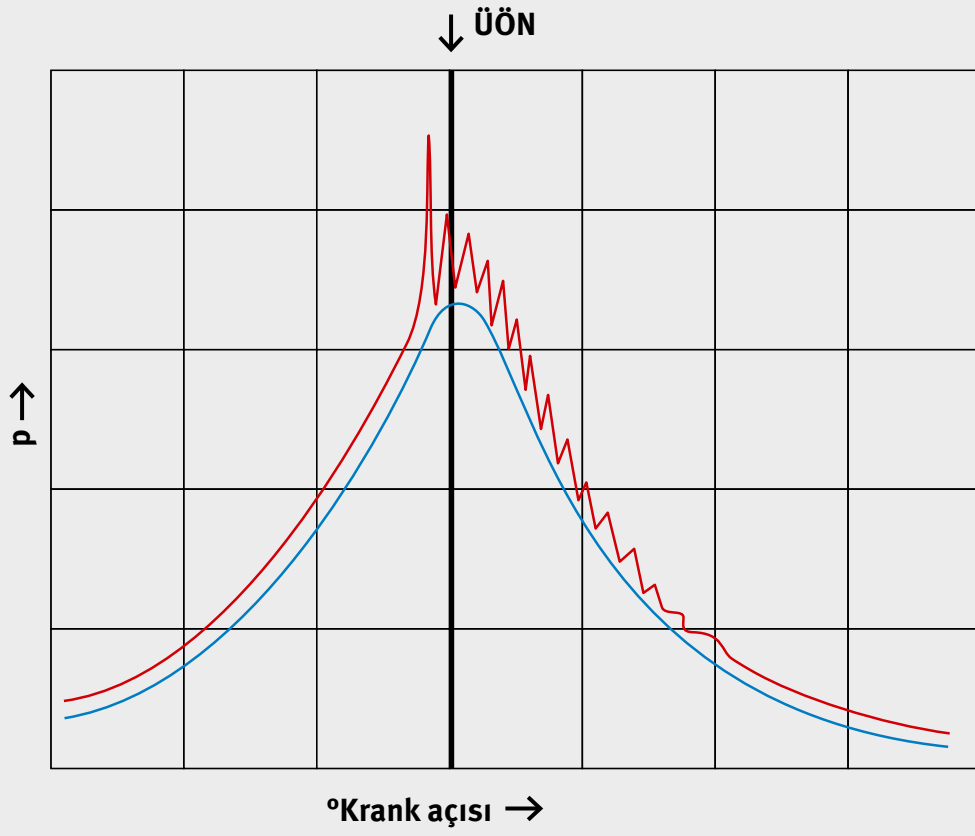
Güçlü, uzun süren vuruntular ise, ateş segman setinde ve piston tabanında erozyon şeklinde aşınmalara ve kopmalara neden olur. Silindir kapağı ve silindir kapağı contası da zarar görebilir. Yanma odasındaki parçalar (örn. buji) bu esnada o kadar ısınabilir ki, pistonda aşırı ısınmaya (erime ve eriyip akma) neden olan erken veya yanlış ateşleme (ön alevlenme) oluşabilir.

Şiddetli vuruntuların devamı halinde, kısa süre sonra piston malzemesinde ergime ve akmalara ve krapaj hasarları mevcut olmadan pistonun segman setinde ve piston eteğinde kırılmalar oluşur.

Şek. 1’de yanma odasındaki basınç seyri gösterilmektedir. Mavi karakteristik eğri, normal yanmada basınç seyrini ve kırmızı eğri, vuruntulu yanmada basınç seyrini göstermektedir. Burada basınç eşikleri meydana gelir.

### 3. Yakıt taşması:

Aşırı zengin hava yakıt karışımı, azalan kompresyon basıncı ve ateşleme arızaları, yakıt taşmasının da söz konusu olduğu yetersiz yanmalara neden olur. Pistonların, piston segmanlarının ve silindir çalışma yüzeylerinin yağlaması etkisiz hale gelir. Bunun sonucunda aşınmalı ve daha yüksek yağ tüketimli ve krapaj hasarlı bir karışık sürtünme oluşur (bkz. “Yağ tüketimi ve piston sıkışması” bölümü).



Şek. 1

## DİZEL MOTORLARDA YANMA BOZUKLUKLARI

Mükemmel yanma sürecinin sağlanmasında, mekanik açıdan kusursuz bir durumun yanı sıra, enjeksiyon memesinin aşırı derecede ince ve hassas atomize edilmiş yakıt sunması ve tam yakıt enjeksiyonunun tam zamanında başlaması önemli rol oynar. Ancak bu sayede püskürtülen yakıt en az yanma gecikmesi ile alevlenebilir ve normal basınç seyirinde artıksız yanabilir. Burada da esas ve önemli üç tür yanma bozukluğu söz konusudur:

- 1. Ateşleme (tutuşma) gecikmesi**
- 2. Eksik (tam olmayan) yanma**
- 3. Enjeksiyon sonrasında damlayan enjeksiyon memeleri**

### 1. Ateşleme gecikmesi:

Aşağıdaki durumlarda yakıt, ancak belirli bir gecikmenin (ateşleme gecikmesi) ardından alevlenir:

- Yeterince ince ve hassas atomize edilmediğinde,
- Silindire yanlış zamanda püskürtüldüğünde,
- Veya enjeksiyon başlangıcında kompresyon sıcaklığı henüz yeterince yüksek olmadığına.

Yakıtın atomize olma derecesi sadece enjeksiyon memesinin durumuna bağlıdır. Meme kontrol cihazı ile test edilmiş ve kusursuz durumda olan bir enjeksiyon memesi, monte edilirken veya sıcaklık gerilimlerinden dolayı sıkıştırılabilir ve bunun sonucunda işletim esnasında kusursuz bir şekilde atomize edemez.

Kompresyon sıcaklığı kompresyon basıncına ve böylelikle motorun mekanik durumuna bağlıdır. Soğuk motorda daima belli oranda bir ateşleme gecikmesi söz konusu olur. Soğuk silindir duvarları, kompresyon esnasında daha soğuk olan emme havasından çok fazla ısı çeker. Bu durumda enjeksiyon başlangıcında mevcut olan kompresyon sıcaklığı, enjekte edilen yakıtı hemen ateşlemek için yeterli değildir. Ancak sıkıştırma ilerledikçe ateşleme sıcaklığına ulaşılır ve o ana kadar püskürtülmüş olan yakıt aniden tutuşup alevlenir. Bunun sonucunda patlama şeklinde ani ve gürültülü bir basınç yükselmesi ve piston tabanının yoğun şekilde ısınması söz konusu olur. Örn. pistonun segman setinde kırılma ve piston tabanında sıcaklıktan kaynaklanan gerilme çatlakları meydana getirir.

### 2. Eksik (tam olmayan) yanma

Yakıt tam doğru zamanda yanma odasına gönderilmezse veya gereken incelikte atomize edilerek gönderilmezse, mevcut kısa süre içinde artıksız ve tamamen yanamaz. Silindire yeterince oksijen, yani emme havası ulaşmadığı zaman da aynı durum söz konusudur. Bu duruma hava filtresinin tıkanması, emme supaplarının doğru zamanda açılmaması, turboda hatalar veya piston segmanlarında ve valflerinde aşınma olması sebep olabilir. Yanmamış yakıt, kısmen silindir yüzeylerinde yoğunlaşır ve orada yağlama tabakasını etkiler veya yok eder. Böylelikle çok kısa zaman içinde, silindir çalışma yüzeylerinde, piston segmanlarının çalışma yüzeylerinde ve son olarak piston etek yüzeylerinde yoğun aşınma veya krapaj hasarı oluşur. Bunun sonucunda yağ tüketimi ve güç kaybı ortaya çıkar (örnek hasar resimleri için bkz. “Yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarı” ve “Yüksek yağ tüketimi” bölümleri).

### 3. Enjeksiyon sonrasında damlayan enjeksiyon memeleri:

Enjeksiyon memeleri, enjeksiyon sonrasında basınç dalgalanmaları nedeniyle tekrar açılabilir. Bu basınç dalgalanmaları enjeksiyon pompasının basınç valfinden, hatlardan veya enjeksiyon memelerinden kaynaklanabilir. Bu hatalı enjeksiyonu önlemek için enjeksiyon pompasının basınç valfi üzerinden sistemde tanımlanmış değerlerde bir basınç düşürülür. Eğer enjeksiyon memelerinin püskürtme basıncı çok düşük değere ayarlanmışsa veya basınç güvenilir bir şekilde tutulamazsa (mekanik enjeksiyon memeleri), enjeksiyon memeleri basıncın düşürülmüş olmasına rağmen, enjeksiyonun sona ermesinden sonra da yine birkaç kez peş peşe kısaca açılacaktır. Sızdıran veya enjeksiyon sonrasında damlayan enjeksiyon memeleri de yakıtın yanma odasına kontrolsüz ulaştırılmasına neden olabilir. Bu iki durumda da kontrolsüz püskürtülen yakıt, oksijen olmamasından dolayı yanmadan piston tabanına ulaşır. Yakıt orada son derece yüksek sıcaklıklarla yanar ve piston malzemesini ilgili bölgede çok ısıtır ve bunun sonucunda yanan gazların kütle (atalet) gücü ve erozyonu nedeniyle piston yüzeyinden parçacıklar koparabilir. Bunun sonucunda piston tabanında önemli ölçüde malzeme aşındırılması ya da erozyon türü malzeme koparılması söz konusu olur.

## 2.4.2 PISTON BAŞINDA VE PISTON ETEĞİNİN SEGMAN BÖLGESİNDE ERGİMELER VE KOPMALAR (BENZİNLİ MOTOR)



### AÇIKLAMA

- Piston segmanlarının arkasındaki piston başı tamamen eridi.
- Piston eteğinde krapaj yok; eriyen malzeme, hasar yerinden piston eteğine sürtünmüş.



### DEĞERLENDİRME

Benzinli motorların piston başlarındaki ergimeler, öncelikle düz tabanlı ve büyük sıkıştırma yüzeyli pistonlarda görülen yanlış ateşlemenin etkisidir. Yanlış ateşlemeler, yanma odasında yanan parçalar, gaz karışımının kendiliğinden alevlenme sıcaklığını aştığında meydana gelir. Bu, özellikle buji, egzoz valfleri ve yanma odası duvarlarında kurum tortularında söz konusudur.

Sıkıştırma yüzeyi alanında piston başı, yanlış ateşlemeler sonucu çok fazla ısınır. Yüksek sıcaklıklar nedeniyle piston malzemesi hamur gibi yumuşar ve kütle kuvveti (atalet) ve hasar yerine kadar nüfuz eden yanma gazları ile yağ sıyırma segmanına kadar aşınır.

### OLASI SEBEPLERİ

- Çok düşük ısı değerine sahip bujiler.
- Çok fakir yakıt karışımı ve buna bağlı daha yüksek yanma sıcaklık dereceleri.
- Hasarlı valfler veya çok küçük valf boşluğu: Valfler doğru şekilde kapanmıyor. Geçen, sıcak yanma gazları nedeniyle valfler ateşlenmeye başlar. Bundan öncelikle egzoz valfleri etkilenir, çünkü giriş valfleri gelen taze gazlar üzerinden soğutulur.
- Piston başlarında, silindir kapaklarında, valflerde ve bujilerde kızgın yanma artıkları.
- Uygun olmayan, çok düşük oktanlı yakıt. Yakıt kalitesi motorun kompresyon oranına uygun olmalıdır, yani yakıtın oktan değeri motorun oktan ihtiyacına her işletme koşulunda denk gelmelidir.
- Benzinde dizel yakıt: Yakıtın oktan sayısı düşer.
- Motor bölmesinde yetersiz havalandırma olmasından dolayı, motor sıcaklığı veya emme hava sıcaklığı yüksek.
- Motorda genel aşırı ısınma.

### 2.4.3 PISTON BAŞINDA ERGİMELER VE AKMALAR (DİZEL MOTOR)



#### AÇIKLAMA

##### Şek. 1:

- Piston başı tamamen bozuldu.
- Ateş segman seti, segman taşıyıcıya kadar ergiyip kopmuştur.
- Eriyen, aşağıya doğru itilen piston malzemesi nedeniyle piston eteğinde krapaj yerleri ve hasarlar.
- Kısmen yerinden çözülen segman taşıyıcı.
- Piston malzemesi ve çözülen segman taşıyıcı parçaları nedeniyle tüm yanma odalarında hasarlar (darbe izleri).

##### Şek. 2:

- Meme enjektörlerinin püskürtme yönünde piston tabanında veya ateş segman setinde erozyon şekline ergimeler.
- Piston eteğinde ve piston segmanı bölgesinde krapaj yok.



Şek. 1



Şek. 2

## DEĞERLENDİRME

Bu tür hasarlar özellikle doğrudan enjeksiyonlu dizel motorlarda meydana gelir. Ön hücreli motorlar bundan sadece, ön hücre hasar görmüşse ve bundan dolayı yakıt, doğrudan yanma odasına püskürtülüyorsa etkilenir.

Doğrudan enjeksiyonlu dizel motorlarda, ilgili silindirin enjeksiyon memesi, püskürtme basıncını korumazsa, enjeksiyon hattının içindeki dalgalanmalar enjektör iğnesini tekrar kaldırabilir. Yakıt tekrar yanma odasına püskürtülür. Oksijen tükendiğinde, yakıt damlacıkları yanma odasından geçer ve piston tabanına ulaşır. Burada büyük ısı altında yanarlar ve piston malzemesi hamur gibi yumuşar.

Kütle kuvveti (atalet) ve hızlı geçen yanmış gazların erozyonu piston yüzeyinden bazı partiküller koparır (Şek. 2) veya piston başını tamamen aşındırıp yok eder (Şek. 1).

## OLASI SEBEPLERİ

- Sızdıran enjeksiyon memeleri veya zor hareket eden ya da sıkışmış enjektör iğneleri.
- Kırılmış veya güçsüz meme yayları.
- Enjeksiyon pompasında bozuk basınç giderme valfleri.
- Enjeksiyon miktarı ve enjeksiyon zamanlaması, motor üreticisinin bilgileri uyarınca değil.
- Ön hücreli motorlarda: Daha önce belirtilmiş olan sebeplerden birisi ile birlikte ön hücrede arıza var.
- Çok fazla yarık ölçüsü, yanlış kumanda süreleri veya sızdıran valflerden dolayı yetersiz olan kompresyondan kaynaklanan ateşleme gecikmesi.
- Tutuşmaya yatkın olmayan dizel yakıttan (setan sayısı çok düşük) dolayı çok fazla ateşleme gecikmesi.
- Arızalı turbo nedeniyle kötü dolum.

#### 2.4.4 PISTON TABANINDA VE OLUKLARDA ÇATLAKLAR (DİZEL MOTOR)



##### AÇIKLAMA

- Oluk kenarında gerilme çatlakları.
- Piston pimi göbeğine kadar uzanan ana çatlak.
- Ana çatlaktan geçen yanma gazlarından kaynaklanan, oluktan yağ sıyırma segmanının altına kadar uzanan yanmış kanal.



Şek. 1



Şek. 2



## DEĞERLENDİRME

Piston malzemesi yerel olarak çok fazla ısınıyor – ön hücreli motorlarda, ön hücre akımlarının çarptığı yerlerde (Şek. 3 ve Şek. 4) ve doğrudan enjeksiyonlu motorlarda oluk kenarında (Şek. 1). Bu yerlerde malzeme daha fazla genişir. Aşırı ısınan yerlerin çevresinde daha soğuk malzeme mevcut olduğundan, malzeme buralarda kalıcı olarak esneklik sınırının ötesinde deforme olur. Soğuma esnasında ise tam tersi olur: Malzemenin önce sıkıştırıldığı veya büzüldüğü ve bastırılarak uzaklaştırıldığı yerlerde şimdi ise çok az malzeme mevcuttur.

Bunun sonucunda gerilme çatlaklarına neden olan çekme gerilmeleri oluşur. Isıl yüklerden kaynaklanan gerilmelere bir pim bükülmesinden kaynaklanan gerilmeler de eklenirse, gerilme çatlaklarından çok daha geniş bir ana çatlak oluşur. Bu da pistonun kırılmasına ve bozulmasına neden olur.



Şek. 3

## OLASI SEBEPLERİ

- Karışım hazırlanmasında yanlış enjeksiyon memelerinden kaynaklanan hata, enjeksiyon pompasında arızalar, ön hücrede hasarlar.
- Soğutma sistemindeki bozukluklar nedeniyle oluşan yüksek sıcaklıklar.
- Motor freninde hata veya motor freninin çok fazla kullanılması. Sonuç: Aşırı ısınma.
- Soğutma kanallı pistonda yetersiz piston soğutması, örn. tıkanmış veya eğilmiş soğutma yağı memelerinden dolayı.
- Yükü sık sık değişen motorlarda sıcaklık dalgalanmaları, örn. şehir içi otobüslerde veya toprak kazma makinelerinde.
- Bir soğutma kanallı pistonun kullanılmasının gerekli olmasına rağmen, yanlış özellikli bir pistonun (örn. soğutma kanalsız) kullanılması.
- Oluk kenarında lif takviyesi olmayan, yabancı üreticilerden temin edilen pistonlar.
- Motor için uygun olmayan bir yakıt yanma yuvası biçimine sahip olan pistonlar (bkz. “Yanlış pistonların kullanılmasından dolayı piston başı krapaj hasarı” bölümü).



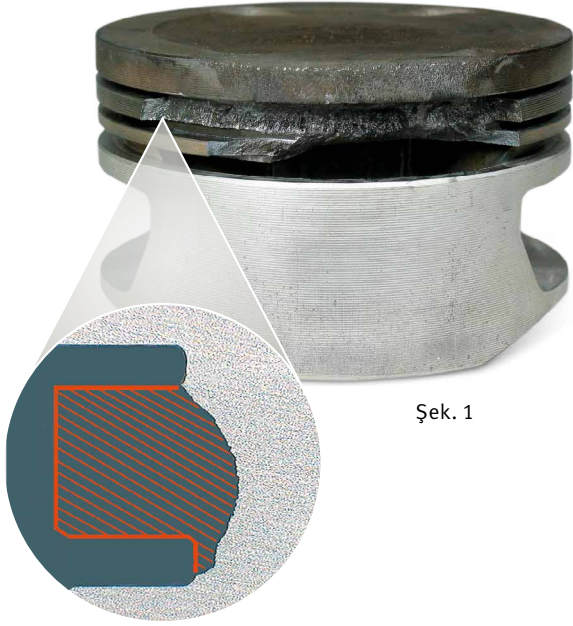
Şek. 4

## 2.4.5 PISTON SEGMAN SETİNDE KIRILMALAR



### AÇIKLAMA

- Bir piston tarafında birinci ve ikinci kompresyon segmanı arasında piston segman seti kırılması (Şek. 1).
- Üst kanal tabanından başlayan ve piston malzemesinin içine eğimli bir şekilde uzanan kırılma. Altında bulunan kanal tabanından çıkış (Şek. 2).
- Kırılma, aşağıya doğru genişlemektedir.
- Piston sıkışmaları veya aşırı ısınma belirtileri yok.



Şek. 1

Şek. 2: Kısılma sonucu kesit

### DEĞERLENDİRME

Segman seti kırılmalarının nedeni, malzeme hataları değil, malzemelere aşırı yüklenmedir. Bunun için 3 sebep vardır:

#### 1. Vuruntulu yanma (detonasyon):

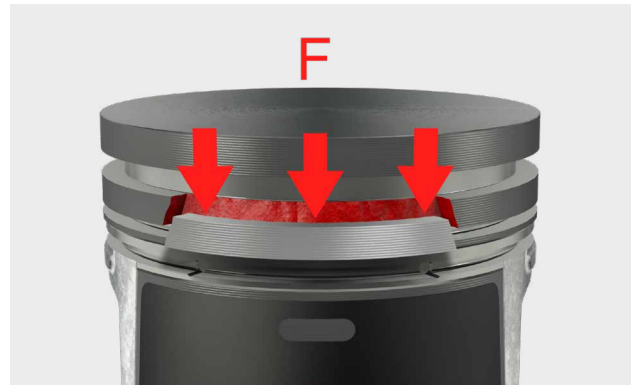
Yakıtın oktane sayısı, motorun tüm işletim ve yük durumları için yeterli değildi (bkz. "Benzinli motorlarda yanma bozukluklarından dolayı oluşan piston hasarları hakkında genel bilgiler" bölümü).

Vuruntulu yanma (detonasyon) sonucunda piston segman setinde oluşan kırılmalar genelde basınç tarafında oluşur. Dizel motorda vuruntulu yanmanın sebebi, ateşleme gecikmesidir.

#### 2. Hidrolik kilitlemeler:

Motor duruyorken veya çalışırken yanma odasına istenmeden sıvı (su, soğutma maddesi, yağ veya yakıt) girer. Bu sıvıların sıkıştırılması mümkün olmadığından, piston ve krank tahrikine kompresyon strokunda çok fazla yük bindirilir. Sonuç: Piston segman setinde kırılmalar, göbek kırılmaları veya biyel ve krank mili hasarları.

Şek. 3'te vuruntulu yanmada ve hidrolik kilitlemelerde bir kırılma seyri gösterilmektedir: Kırılmaya neden olan ve yukarıdan segman setine etki eden kuvvet, kırılma yüzeylerini aşağıya doğru genişletir.



Şek. 3

### 3. Montaj hatası:

Doğru şekilde sıkıştırılmayan piston segmanları için pistonların montajı esnasında daha fazla kuvvetin uygulanması gerekir. Pistonun zorla bastırarak veya vurarak takılması sonucu piston segman setleri, ince kılcal çatlaklar şeklinde önceden hasar görür. Segman setleri ters yönde kırılır, çünkü basınç bu durumda aşağıdan gelir (Şek. 4).



Şek. 4

## OLASI SEBEPLERİ

### Benzinli motorlarda vuruntulu yanma (detonasyon):

- Yeterince vuruntu direnci olmayan yakıt. Yakıt kalitesi motorun kompresyon oranına uygun olmalıdır, yani yakıtın oktan sayısı motorun oktan ihtiyacına her işletme koşulunda denk gelmelidir.
- Benzine dizel karışmış ve bu nedenle yakıtın oktan sayısı düşmüştür.
- Örneğin motorun rektifiye edilmesi/düzeltilmesi esnasında motor bloğu ve silindir kapağının düz yüzeyinin aşırı derecede taşlanması sonucu çok yüksek kompresyon oranı.
- Ateşleme noktasının (avans) çok erken olması.
- Çok fakir yakıt karışımı ve buna bağlı daha yüksek yanma sıcaklık dereceleri.
- Örneğin motor bölümünde yetersiz havalandırma veya emme havası kapağının yaz moduna yanlış alınması sonucu çok yüksek emme havası sıcaklıkları (özellikle eski karbüratörlü motorlarda).

### Dizel motorlarda vuruntulu yanma (detonasyon):

- Kötü atomize eden veya sızdıran enjeksiyon memeleri.
- Enjeksiyon memelerinin püskürtme basıncı çok düşük.
- Yanlış silindir kapağı contalarından dolayı kompresyon basıncı çok düşük, çok küçük piston çıkıntıları, sızdıran valfler veya hasarlı ya da aşınmış pistonlar.
- Bozuk silindir kapağı contaları.
- Ön hücrelerde hasarlar.
- Soğuk startta gerektiği gibi yapılmayan veya çok fazla kullanılan marş yardımları (marş spreyi).
- Arızalı turbo.

### Hidrolik kilitlemelerde::

- Araç sularından geçerken ya da aracın ön tarafından veya yanından geçen araçlardan çok fazla su sıçraması halinde istenmeden su emilmesi.
- Motor dururken silindirin aşağıdakilerle dolması:
  - Silindir kapağı contasının sızdırması veya parçalarda çatlaklar nedeniyle su.
  - Enjeksiyon memelerinin sızdırması nedeniyle yakıt (sadece enjeksiyon sistemli benzinli motor). Enjeksiyon sisteminde kalan basınç, sızdıran meme üzerinden silindirin içine boşalır.

Hasar her iki durumda da çalıştırma esnasında meydana gelir.

## 2.4.6 PISTON BAŞINDA DARBE IZLERİ (DİZEL MOTOR)



### AÇIKLAMA

- Piston başında yoğun darbe izleri (Şek. 1). Yağ karbonu neredeyse yok edildi.
- Piston tabanında izler ve içeri bastırılmış kurum birikmeleri.
- Piston segmanlarında ve özellikle yağ sıyırma segmanında yoğun aşınma.
- Piston tabanının ön kenarında türbülans odasının baskı izi (Şek. 2).
- Sağ taban tarafında valf izi.
- Piston eteğinde yağlama eksikliğinden dolayı başlayan krapaj hasarının ilk belirtileri (Şek. 4).



Şek. 2



Şek. 1



Şek. 3



Şek. 4

## DEĞERLENDİRME

Pistonlar çalışma esnasında silindir kapağına ya da türbülans odasına ve bir valfe çarptı. Bu şiddet etkisinden dolayı henüz herhangi bir kırılma olmamıştır. Ancak piston segmanlarının ve piston eteğinin aşınma görüntüsünde, bu çarpmalar sonucu yakıtın taşmasından dolayı yanma bozukluklarının meydana geldiği görülmektedir.

Pistonun çarpması sonucunda silindir kapağında titreşim oluşmaktadır. Bunun sonucunda enjeksiyon memesi titremeye başlar, kapalı durumda basıncı tutamaz ve silindire kontrolsüz bir şekilde yakıt püskürtür. Bunun sonucunda yağ tabakasına hasar veren bir yakıt taşması meydana gelir. Bu hasar, daha yüksek bir karışık sürtünme oranına ve böylelikle piston segmanlarında aşınmaya ve daha yüksek yağ tüketimine yol açar. Ancak yağ tabakası yakıt tarafından bir yetersiz yağlama oluşacak kadar çok etkilenince, yakıttan kaynaklanan tipik krapajlar oluşur (bkz. “Yakıt taşması sonucunda söz konusu olan yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarı” bölümü).

Başlangıç aşamasında piston eteği çok fazla zarar görmez, çünkü krank tahriki tarafından devamlı olarak yeni, henüz yağlama özelliğine sahip yağ ile beslenir. Pistonun strok alanındaki aşınma parçaları yağlama yağı ile karışınca ve incelen yağlama yağı taşıma kapasitesini kaybetmeye başladığında, aşınma daha fazla yayılır.

## OLASI SEBEPLERİ

- Yanlış piston çıkıntı ebatı. Motorun rektifiye edilmesi esnasında piston fazlalık değeri (taşma seviyesi) kontrol edilmemiştir ya da düzeltilmemiştir.
- Yenileme esnasında biyel kovanının eksenden kaçık bir şekilde (orta dışında) delinmiş olması.
- Krank mili kol muylularının eksenden kaçık (orta dışında) taşlanması.
- Yatak havşasının eksenden kaçık (orta dışında) işlenmiş olması (krank milinin yatak kapakları yeniden takıldığında).
- Yetersiz kalınlıkta silindir kapağı contalarının takılması.
- Piston başında kurum artıklarının oluşması ve buna bağlı olarak yarı ölçüsünün daralması veya atlanması.
- Yanlış ayarlama sonucunda yanlış kontrol süreleri, zincir uzaması, atlamış dişli kayış.
- Biyel çubuğunda uzunluk sapması.
- Silindir kapağının düz yüzeyinde aşırı ardıl işleme ve bunun sonucunda kontrol zamanlarında kayma. (Dönen ve döndürülen çark arasındaki mesafe değişir ve bu da duruma göre yapısal özelliklerden dolayı kayış veya zincir ayarı üzerinden düzeltilemeyebilir.)
- Valf yuvası segmanlarının yenilenmesinde valf yuvalarının doğru konumda olmasına dikkat edilmedi. Eğer valf yuvası yüzeyi silindir kapağına yeterince derin yerleştirilmezse, supaplar silindir kapağı içinde doğru derin konuma sahip olmaz ve böylelikle çok fazla dışarı taşar.
- Motorun aşırı devirde çalışması. Daha yüksek olan kütle kuvvetinden (atalet) dolayı valfler artık tam zamanında kapanmaz ve pistonu vurur.
- Piston kolu yatağındaki boşluk çok büyük veya piston kolu yatağı fazla aşınmış, özellikle aracın yokuş aşağı yüksek hızda indiği durumlar için geçerlidir.

## 2.4.7 PISTON TABANINDA DELIK (BENZINLI MOTOR)



### AÇIKLAMA

- Kesintisiz delikli ve üzeri eriyen malzeme ile örtülmüş piston tabanı.
- Etek bölgesinde krapaj yerleri mevcut. Sebabi: Yüksek sıcaklıklar ve sürtünme sonucu aşağıya doğru itilen piston malzemesi.



## DEĞERLENDİRME

Bu tür hasarlar erken veya yanlış ateşlemelerden kaynaklanır. Kızgın parçalar, yanma odasındaki gaz karışımının kendiliğinden alevlenme sıcaklığını aşıyor. Bunlar özellikle buji, egzoz valfi ve yanma odasındaki yanma artıklarıdır. Gaz karışımı daha esas ateşleme işleminden önce bujiden dolayı alevlenir. Bunun sonucunda alev, normal yanma sürecine kıyasla piston tabanına daha uzun etki eder.

Piston tabanı, yanlış ateşlemeler sonucu hızlı bir şekilde çok fazla ısınır ve bunun sonucunda malzeme hamur gibi yumuşar. Pistonun strok hareketlerindeki kütle kuvveti (atalet) ve hızla akan yanma gazları yumuşamış olan malzemeyi aşındırıp yerinden söker. Böylelikle yanma basıncı, piston tabanının kalan duvar kalınlığını içe doğru bastırır. Çoğu durumda krapaj meydana gelmez.



### BILGI

Piston tabanının hızlı bir şekilde yerel olarak ısıtılması, sadece yanlış ateşleme sonucu mümkündür.

---

## OLASI SEBEPLERİ

- Çok düşük ısı değerine sahip bujiler.
- Çok fakir yakıt karışımı ve buna bağlı daha yüksek yanma sıcaklık dereceleri.
- Hasarlı, sızdıran valfler veya çok küçük valf boşluğu. Bu nedenle supaplar doğru kapanmaz (yuvaya doğru oturmaz). Akıp geçen yanıcı gazlardan dolayı supaplar çok ısınır ve kızarır. Bundan öncelikle egzoz valfleri etkilenir, çünkü giriş valfleri gelen taze gazlar üzerinden soğutulur.
- Yanma odasında kızgın yanma artıkları ve kurum birikmeleri.
- Enjektörlerin montaj ölçüsü yanlış (eksik veya iki kere monte edilmiş conta segmanları).
- Uygun olmayan, çok düşük oktanlı yakıt. Yakıt kalitesi motorun kompresyon oranına uygun olmalıdır, yani yakıtın oktan değeri motorun oktan ihtiyacına her işletme koşulunda denk gelmelidir.
- Benzine dizel karışmış ve bu nedenle yakıtın oktan sayısı düşmüş.
- Motor bölmesinde yetersiz havalandırma olmasından dolayı, motor sıcaklığı veya emme hava sıcaklığı yüksek.
- Motorda genel aşırı ısınma.

## 2.4.8 YANLIŞ PISTONLARIN KULLANILMASINDAN DOLAYI PISTON BAŞI KRPAJ HASARI (DİZEL MOTOR)



### AÇIKLAMA

- Piston başında, piston çevresinin tamamına dağılmış olan, yerel olarak sınırlı krapaj çizgileri.
- Krapaj çizgileri, piston tabanından 2. kompresyon segmanına kadar uzanmaktadır.
- Krapaj çizgileri ağırlıklı olarak ateş segman setinde görülmektedir.





## DEĞERLENDİRME

Bu hasar, yanma bozuklukları sonucu meydana gelir. Ancak hata, enjeksiyon sisteminde değildir; hata, yanlış bir pistonun kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Motorlar, yasal olarak öngörülen egzoz gazı standartlarına göre tasarlanır. Çok kez ilgili egzoz gazı standartlarına uygun pistonlar görünüş açısından birbirinden neredeyse ayırt edilemez.

Burada bildirilen hasar durumunda, aynı motor serisi dahilinde farklı egzoz gazı standartları için farklı yakıt yanma yuvası çapına sahip pistonlar kullanılmaktadır. Egzoz gazı standardı Euro 1 uyarınca olan piston (Çukur çapı: 77 mm) motor onarımında egzoz gazı standardı Euro 2 uyarınca olan bir pistonla değiştirildi (Çukur çapı: 75 mm).

Daha küçük olan çukur çapı nedeniyle enjeksiyon memesi sadece çukura değil aynı zamanda çukur kenarına püskürttü. Püskürtme yerlerinde çukur kenarı veya piston malzemesi ısındı ve daha fazla genleşti. Bunun sonucunda yerel olarak sınırlı olan krapaj yerleri meydana geldi.

Motor tipi ve egzoz gazı standardı için uygun olmayan pistonlar kullanıldığında, ağır yanma bozuklukları ve bunların sonucunda öngörülme-yen müteakip hasarlar meydana gelebilir. Daha az kayda değer olan eşlik eden belirtiler arasında ulaşılamayan egzoz gazı değerleri, güç kusurları ve daha yüksek yakıt tüketimi yer alır.

## OLASI SEBEPLERİ

- Yanlış çukur biçimi, derinliği veya çapı olan piston.
- Sapma gösteren piston ölçüleri (örn. kompresyon yüksekliği).
- Yanlış yapı türüne sahip piston. Örneğin motor üreticisi tarafından belirli bir amaç için bir soğutma kanalı öngörülmüşse, soğutma kanalı olmayan bir piston kullanılamaz.
- Yanlış veya kullanım amacı için uygun olmayan parçaların kullanılması (enjeksiyon memeleri veya pompaları, silindir kapağı contaları veya karışımı ya da yanmayı etkileyen diğer parçalar).

## 2.4.9 PISTON ATEŞ SEGMAN SETİNDE VE PISTON TABANINDA EROZYON (BENZİNLİ MOTOR)



### AÇIKLAMA

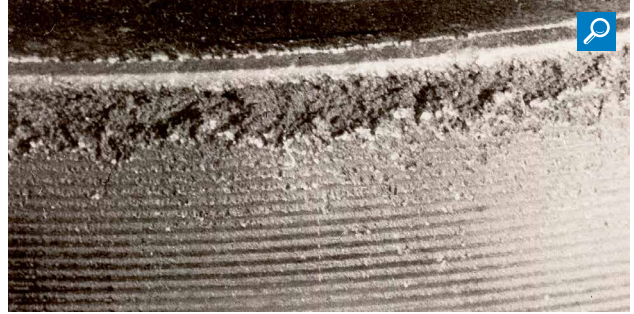
- Ateş segman setinde (Şek. 2) veya piston tabanı yüzeyinde (Şek. 3) erozyon tipi aşınmalar.

### DEĞERLENDİRME

Piston ateş segman setinde ve piston başı üst yüzeyinde erozyon tipi malzeme sökülmesi veya aşınması daima uzun süredir söz konusu olan orta şiddete vuruntulu yanmanın sonucudur. Burada basınç dalgaları, silindir içinde yayılır ve ateş segman seti ile silindir duvarı arasında birinci kompresyon segmanına kadar aşağıya doğru ilerler. Basınç dalgasının dönme noktasında kinetik enerjiden dolayı çok küçük partiküller piston yüzeyinden koparılır.



Şek. 1



Şek. 2



Şek. 3

## OLASI SEBEPLERİ

- Yeterince vuruntu direnci olmayan yakıt. Yakıt kalitesi motorun kompresyon oranına uygun olmalıdır, yani yakıtın oktan sayısı motorun oktan ihtiyacına her işletme koşulunda denk gelmelidir.
- Benzinin dizel yakıt ile kirlenmesi. Sebebi: Yanlış yakıtın doldurulması veya her iki yakıt türü için tank veya bidonların değişimli olarak kullanılması. Benzine çok az miktarda dizel yakıt karıştığında bile benzinin oktan sayısı önemli ölçüde düşer.
- Örneğin aşınmış piston segmanları, supap kılavuzları ve egzoz gazı turbo şarjı nedeniyle yanma odasında büyük miktarda yağ. Bunlar yakıtın vuruntu direncini düşürür.
- Çok yüksek kompresyon oranı. Sebebi: Piston tabanları ve silindir kapağı üzerindeki yanma artıkları ya da motorun rektifiye edilmesi esnasında veya düzeltme amaçlı işlemlerde silindir bloğunun ve silindir kapağının yüzeyinin aşırı taşlanması.
- Ateşleme noktasının (avans) çok erken olması.
- Çok fakir yakıt karışımı ve buna bağlı daha yüksek yanma sıcaklık dereceleri.
- Çok yüksek emme havası sıcaklıkları. Sebepler: Motor bölümünde yetersiz havalandırma veya egzoz gazı geri yığılması, emme havası kapağının yaz moduna zamanında geçmemesi veya arızalı değiştirme otomatığı (özellikle eski karbüratörlü motorlarda).
- Vuruntu ayarının devre dışı kalması.
- Kontrol ünitesi yazılımının değiştirilmesi.



## BILGI

Modern motorlar, vuruntulu bir yanmayı algılayan sistemlerle donatılmıştır. Bu vuruntu ayarı, ateşleme zamanı adaptasyonu ile vuruntulu yanmaları önler. Fakat vuruntu ayarı ancak bir vuruntulu yanma meydana geldiğinde müdahale edebilir. Aşağıdaki durumlarda, vuruntu ayarının çalışmasına rağmen hasarlar meydana gelebilir:

- Motor kontrol ünitesinin ayar aralığı artık yeterli olmadığına
- Veya sürekli olarak vuruntu sınırına ulaşıldığında.

## 2.5 PISTON VE PISTON SEGMANI KIRILMALARI

### 2.5.1 PISTON KIRILMALARI HAKKINDA GENEL BILGILER

Motorun çalışması esnasında piston kırılmaları, bir aşırı yükten kaynaklanan kırılma veya bir sürekli etki sonucu kırılma şeklinde oluşabilir.



Şek. 1

Aşırı yük kırılmasına (Şek. 1) daima çalışma esnasında piston ile çarpışan bir yabancı cisim sebep olur. Yabancı cisimler, biyelden, krank milinden, valflerden kopmuş bir parça veya benzeri başka bir cisim olabilir. Silindire su veya yakıt girmesi halinde de pistonu aşırı yük kırılması söz konusu olabilir.

Aşırı yük kırılmasındaki kırılma yüzeyleri gri görünür, sürtünmemiştir ve düz çizgiler içermez. Piston, kırılma gelişme süreci olmadan aniden kırılır.



Şek. 2

Sürekli etki sonucu gerçekleşen bir kırılmada (Şek. 2), kırılma yüzeyinde düz çizgiler oluşur ve bu çizgiler kırılmanın başlangıcını ve kademeli olarak ilerlemesini belli eder. Kırılma yüzeyleri çok kez parlak sürtünmüş şekildedir. Sürekli etki sonucu gerçekleşen bir kırılmanın sebebi, piston malzemesinin aşırı yüke maruz kalmasıdır.

Aşağıdakiler sonucu aşırı yüklenmeler meydana gelir:

- Vuruntulu yanma (detonasyon),
- Pistonda kuvvetli titreşimler, örn. piston başı silindir kapağına çarptığında,
- Malzeme hatası,
- Çok büyük etek boşluğu.

Aşırı yük sonucu çok büyük piston pimi deformasyonlarının (tam bükülme veya oval deformasyon) olması, göbek çatlamlarına veya destek kısmında çatlamlara neden olur. Sürekli etki sonucu kırılmalar ayrıca piston tabanlarında ısı gerilme çatlamları olmasından dolayı da oluşabilir.

## 2.5.2 PISTON PİMİ GÖBEĞİNDE PISTON KIRILMASI



### AÇIKLAMA

- Piston tabanına kadar yarılmaya kadar kırılması adı verilen bir kırılma oluşur. Sonuç: Bu kırılma, pistonun iki parçaya ayrılmasına neden olur (Şek. 1).
- Piston pimi deliğinin orta ekseninde göbek eskime çatlama (Şek. 2 ve 3).



Şek. 1



Şek. 2



Şek. 3: Bir piston pimi göbeğinin kesiti

### DEĞERLENDİRME

Mekanik aşırı yüklenme sonucu göbek eskime kırılmaları meydana gelir. Piston malzemesine sürekli aşırı yük bindirildiğinden, daha fazla bükülme gerilmeleri ve malzeme yorgunluğu olur. Yetersiz yağ beslemesi, kırılmayı teşvik eder: Piston pimi göbeğinde bir çatlak, normal yük durumunda da ilerlemeye devam eder. Bunun sonucunda piston ayrılır.

### OLASI SEBEPLERİ

- Yanma bozuklukları, özellikle de ateşleme gecikmesinden dolayı ani yanma.
- Soğuk startta çok fazla kullanılan veya gerektiği gibi yapılmayan marş yardımları.
- Silindir, duran motorda tamamen su, yakıt veya yağ ile dolu (hidrolik kilitlemesi).
- Seri pistonun kullanılması ile performansın yükseltilmesi (örn. Chiptuning).
- Yanlış veya ağırlığı azaltılmış piston pimi. Piston piminde oval deformasyon nedeniyle pim yatağında aşırı yüklenme olur.

## 2.5.3 PİSTON TABANININ SİLİNDİR KAPAĞINA VURMASINDAN DOLAYI PİSTON KIRILMASI



### AÇIKLAMA

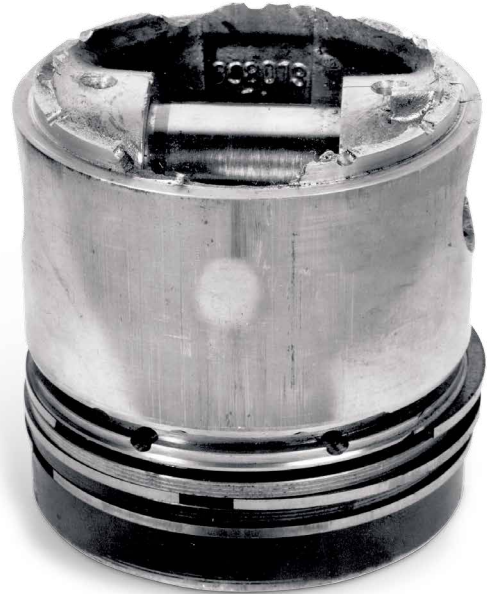
- Piston tabanında (Şek. 1), silindir kapağının düz yüzeyinde ve her iki valfte (Şekil yok) darbe izleri.
- Titreşimler ve şiddet etkisinden dolayı piston pimi yönünde kırılma.
- Piston eteği, alt yağ segmanı yivinde kırıldı, kırılma yüzeylerinin sürekli kırılma özelliği var (Şek. 2).

### DEĞERLENDİRME

Bunun sebebi, piston tabanının silindir kapağına çarpması esnasında meydana gelen sert ve hızlı darbelerdir. Pistondaki yoğun titreşimler, çatlakların oluşmasına neden olur. Ayrıca piston, silindir içinde burulur ve etek kısmı ile silindir duvarına vurur. Alt yağ sıyrma segmanlı pistonlarda (Şek. 2) çoğu zaman piston eteği alt yağ segmanı yivi bölgesinde kırılır.



Şek. 1



Şek. 2

## OLASI SEBEPLERİ

- Piston kolu yatağındaki boşluk çok büyük veya piston kolu yatağı fazla aşınmış, özellikle aracın yokuş aşağı yüksek hızda indiği durumlar için geçerlidir.
- Pistonun üst ölü nokta konumunda yarık ölçüsü çok küçük (piston tabanı ve silindir kapağı arasındaki asgari mesafe). Bunun sebepleri aşağıdakiler olabilir:
  - Pistonun kompresyon yüksekliği yanlış. Motorun rektifiye edilmesinde çok kez silindir bloğunun kapak contasına basan yüzey düzeltilir. Bu işlemeden sonra orijinal kompresyon yüksekliğinde piston kullanılırsa, ortaya çıkan piston fazlalık değeri (taşma seviyesi) çok fazla olabilir. Bu nedenle onarım için azaltılmış kompresyon yüksekliğine sahip pistonlar sunulur. Böylelikle piston fazlalık değeri (taşma seviyesi), motor üreticisi tarafından belirlenmiş olan tolerans aralığında kalır.\*
  - Silindir kapak contasının kalınlığı yetersizdir. Birçok üretici aynı motor için farklı kalınlıkta silindir kapağı contaları öngörmektedir: Bu durum bir yandan üretimde söz konusu olan ünite toleranslarının toplanmasında oluşan toleransı dengelemek için, diğer yandan ise onarımlarda piston fazlalık değerini (taşma seviyesi) uyarlamak için gerekli olabilir. Bu nedenle onarımlarda aşağıdakiler geçerlidir: Sadece belirtilen malzeme kalınlığına sahip olan silindir kapağı contaları kullanılmalıdır. Böylece onarım sonrasında öngörülmuş yarık ölçüsüne ulaşılması garanti edilebilir. Silindir bloğuna bir onarım kapsamında ek işlem uygulanırsa veya silindir bloğu değiştirilirse, conta kalınlığı, motor üreticisinin bilgileri uyarınca piston fazlalık değerine (taşma seviyesi) göre yeniden belirlenmelidir.

\* Motorservice çok sayıda dizel motor için kompresyon yüksekliği (KH-) azaltılmış olan pistonlar sunar. Detaylar için bkz. Kataloğu "Pistons and Components".



## DIKKAT

Soğuk motorun elle döndürüldüğü bir serbest hareket edebilirlik kontrolü, pistonun işletme sıcaklığında silindir kapağına çarpmayacağına dair bir garanti değildir. Sebebi: Isıl genleşme sonucu piston ve biyel uzar. Bunun sonucunda da piston tabanı ve silindir kapağı arasındaki mesafe azalır. Özellikle büyük piston kompresyon yükseklikleri olan ticari taşıt motorlarında kayda değer ölçü değişiklikleri meydana gelir. Bunlar da üst ölü noktada pistonun serbest hareket edebilirliğini birkaç onda bir milimetre kadar azaltır.

## 2.5.4 PISTON SEGMANI BÖLGESİNDE MALZEME KOPMASI (PISTON SEGMANI KOPMASI)



### AÇIKLAMA

- Birinci segman yivinde yiv alanındaki piston tabanına kadar uzanan, yoğun malzeme kopması.
- Birinci segman yivinde yoğun aksenal aşınma.
- Piston tabanında yoğun mekanik hasar.
- Mat taşlanmış aşınma görüntüsüne sahip piston eteği.





## DEĞERLENDİRME

Hasarın sebebi, yanma odasında kirlerdir. Bunu özellikle segman yivindeki yoğun aksenal yiv aşınması göstermektedir. Kirler böylelikle segman yivi içinde de birikir ve piston segmanında ve segman yivinde yıpratıcı aşınmaya neden olur. Böylelikle segman yükseklik boşluğu gittikçe artar. Kesiti oldukça zayıflayan piston segmanı yanma basıncına daha fazla dayanamadı ve kırıldı. Kırılan piston segmanı parçası bu nedenle hızlı bir şekilde büyüyen yivde neredeyse engellenmeden hareket etti. Segmanın sürekli çarpması sonucu şekilde gösterilen kopma meydana geldi. Kopma, piston tabanına ulaştığında, piston segmanının kırılan parçaları yanma odasına girdi ve burada daha fazla hasara neden oldu.

## OLASI SEBEPLERİ

- Yabancı cisimlerin yanma odasına girmesi sonucu segman yivinde ve piston segmanlarında yoğun aksenal aşınma.
- Aksenal aşınma olmadan şiddetli radyal piston segmanı aşınması olması halinde, bunun muhtemel sebebi yakıt taşmasından kaynaklanan karışık sürtünme aşınması olabilir.

Bkz. “Yakıt taşması (motora aşırı yakıt dolması) nedeniyle aşınma” bölümü.

- Segman yivleri ve piston segmanları aşınmamışsa ve motorun rektifiye edilmesinin ardından kısa bir çalışma süresinde genelde bir piston montaj hatası söz konusudur. Piston segmanları, segman yivinde yeterince derine bastırılmazsa, segmanlar, piston yerleştirildiğinde kırılabilir. Bu, yanlış veya hasarlı yerleştirme aletleri kullanıldığında veya piston segmanı sıkıştırma bandı doğru şekilde pistonun etrafına yerleştirilip sıkılmadığında meydana gelir.
- Segmanın yiv içinde titreyerek veya sallanarak çalışması, segman yükseklik boşluğunun çok büyük olmasından kaynaklanır. Bunun sebebi, pistondaki segman yivlerinin aşınmış olmasına rağmen motor onarımında sadece bir yeni piston segmanı setinin monte edilmesidir. Çok büyük boşluk nedeniyle piston segmanları sallanmaya başlar ve kırılabilir. Başka olası bir sebep, yanlış bir piston segmanı setinin kullanılmasıdır: Segman yüksekliği duruma göre çok az ve böylelikle yiv içinde mevcut olan aksenal boşluk çok büyük.
- Uygulama amacı için uygun olmayan bir piston. Dizel motorlar için pistonlar, büyük yüklenmeden ve uzun çalışma ömründen dolayı nikel içeren dökme demirden bir segman taşıyıcı ile donatılır. Yapısal açıdan daha kısa çalışma ömrüne sahip olan dizel motorlar, maliyet sebeplerinden dolayı çoğu zaman segman taşıyıcısı olmayan pistonlarla donatılmıştır, örn. tarım makineleri. Segman taşıyıcısı olmayan bir pistondan yüksek kat edilen mesafe (çalışma performansı) beklenirse, segman yivlerinin aşınma dayanıklılığı yeterli olmayabilir.

## 2.6 PISTON PİMİ KIRILMALARI

### 2.6.1 PISTON PİMİ KIRILMALARI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Piston pimi kırılmaları yanma bozukluklarında aşırı yüklenme sonucu veya yanma odasında yabancı cisimlerden dolayı meydana gelebilir. Çok fazla veya gerektiği gibi kullanılmayan marş yardımcıları (start yardım spreyi), etki açısından azami yanma bozukluklarına eşittir.

Yanma gazlarının piston üzerine uyguladığı basınç sonucu, piston pimi oval olarak deformasyona uğrar. Aşırı yük durumunda piston pimi uçlarında, piston piminin dış veya iç çapından başlayan boylamasına bir çatlak oluşabilir. Sonra bu çatlak sürekli etki sonucu kırılma şeklinde piston piminin ortasına doğru ilerler. Piston pimi deliği ve biyel yuvası arasındaki en büyük kesme ve eğilme yükü alanında, çatlağın yönü, yanal bir çatlak oluşturacak şekilde değişir. Bu da sonunda piston piminin kırılmasına neden olur. Burada belirtilen hasarların yanı sıra hasar sonucu kırılmalar da meydana gelebilir.

## 2.6.2 KIRILMIŞ PISTON PİMİ



### AÇIKLAMA

- Biyel çubuğu ile piston pimi göbeği arasındaki geçişte piston piminin enine kırılması (Şek. 1).
- Kırılan daha küçük parçanın boyuna ayrılması.
- Sürekli kırılma özelliği olan kırılma yüzeyleri.

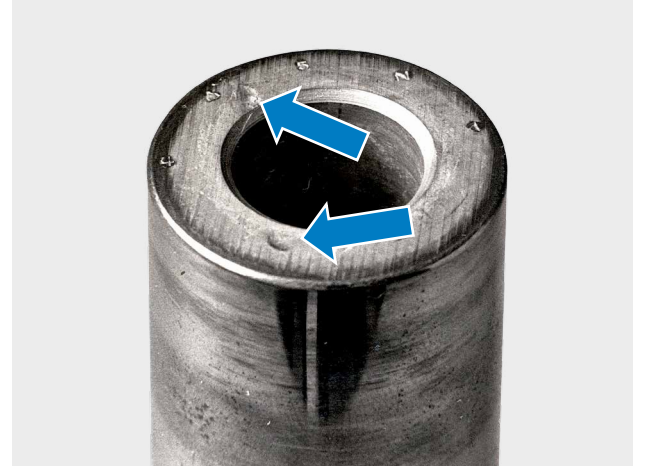


Şek. 1

### DEĞERLENDİRME

Piston pimi kırılmaları, aşırı yüklenme sonucu meydana gelir. Piston piminin piston pimi deliklerinde oval bir şekilde deformasyona uğramasıyla, aşırı yüklenme sonucu piston pimi uçlarında öncelikle boylamasına bir çatlak oluşur. Kırılmanın başlangıcı, dış yüzeyde veya deliğin içinde olabilir. Sonra bu çatlak piston piminin ortasına doğru ilerler. Piston pimi göbeği ve biyel yuvası arasındaki en yüksek kesme ve eğilme yükü alanında çatlağın yönü değişerek, bir yanal çatlak oluşmaya başlar ve bunun sonucunda tüm piston pimi kırılır.

Şek. 2'de, başlayan bir ilk çatlağın sadece bir aşırı yük sonucunda oluşmadığı, piston piminin yanlış monte edilmesi sonucunda da oluşabileceği görülmektedir. Kırılmış piston piminin ön yüzünde başlayan çatlamanın bir darbe sonucunda (çekme darbesi) olduğu açıkça görülebilmektedir. Çatlak, normal yük durumunda da piston piminin kırılmasına neden olabilir.



Şek. 2

### OLASI SEBEPLERİ

- Çoğu zaman vuruntulu yanma nedeniyle yanma bozuklukları.
- Hidrolik kilitlemeler.
- Montaj esnasında piston piminin gerektiği gibi işlem görmemesi.
- Motor performansının yükseltilmesi ile piston piminde aşırı yüklenme olması.
- Tuning uygulamaları (ağırlığın azaltılması) nedeniyle piston piminin zayıflaması.
- Yanlış piston pimi.

## 2.7 PISTON PİMİ EMNİYETLERİNDE HASARLAR

### 2.7.1 PISTON PİMİ EMNİYETLERİNDE HASARLAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Piston pimi emniyeti için tel tipi halkalar veya Seeger tipi emniyetler kullanılır. Her ikisi de kırılabilir veya piston yivinden dışarı sıçrayabilir veya vurarak çıkartılabilir.

Emniyet halkalarının kırılması ya da halka uçlarının kırılması aşırı yüklenme sonucudur veya emniyet halkaları takılırken gerekli işlemin doğru yapılmamasından kaynaklanır. Emniyet halkaları ancak pistonu zorla bir aksel hareket yaptırırsa aksel yönde yüklenmeye maruz kalır. Bu, biyelde bir kaçıklık hatası olduğunda veya sallanan, çok kez asimetrik olan bir biyel çubuğu, piston pimi akselini ve krank mili akselini paralellikten saptırdığında söz konusudur.

Piston pimi hızlı ve seri bir şekilde piston pimi emniyetlerine devamlı taraf değişerek vurur ve emniyeti kademe kademe yivinden dışarı sürer. Sonra bu halkalar silindir hareket yüzeyine kadar bastırılır ve orada sürtünme sonucunda aşınır. Sonunda bu emniyet halkaları kırılır. Kırılan parçalar, piston ve silindir arasına sıkışır. Başka parçalar atalet kuvveti ile piston pimi göbeği boşluğunda ileri geri sallanır ve orada önemli derecede malzeme kopmasına sebep olur. Bazen kırık parçalar piston piminin iç deliğinden geçip pistonun diğer tarafına erişir ve orada da ağır hasarlara yol açar.

## 2.7.2 KIRILMIŞ PISTON PİMİ EMNİYETLERİNDEN DOLAYI PISTON HASARLARI



### TANIMLAMA I

- Pim deliklerinin delik ucu, pistonun her iki tarafında çok fazla dışarı vurulmuş, hatta bazı yerlerde halka alanına kadar yukarı çıkıyor (Şek. 1).
- Emniyet yivinde bir emniyet halkası dışarı sızdı ve kırıldı.
- İkinci emniyet halkası hasar gördü.
- Piston pimi, piston pimi emniyeti olmadığı için dışa doğru, silindir çalışma yüzeyine kadar hareket etti.
- Silindir çalışma yüzeyi ile uzun süreli temas nedeniyle piston piminin ön yüzünde kavisli aşınma (Şek. 2).
- Pistonun aşınma görüntüsü simetrik değil.



Şek. 1



Şek. 2

## TANIMLAMA II

- Simetrik olmayan piston aşınma görünümü (Şek. 4).
- Piston pimi göbeği ve piston pimi kırılmış (Şek. 5 ve 6).
- Pim deliği, emniyet halkaları bölgesinde çekiç darbelerine maruz kalmış.



Şek. 4



Şek. 5



Şek. 6

## DEĞERLENDİRME

Tel tipi halkalar veya Seeger emniyetleri olarak tasarlanan piston pimi emniyetleri, işletim esnasında sadece piston piminin eksenal olarak itilmesi sonucu bastırarak veya vurularak dışarı itilir. Burada ön koşul olarak halkaların doğru takılmış olması ve hasarsız olması geçerlidir.

Piston piminde enine hızlanmalar her zaman piston pimi ekseni, krank mili eksenine paralel olmadığında meydana gelir. Bu durum eğer biyel eğik olduğu için piston aşırı eğik bir konum alırsa söz konusu olur. Pistonun silindir içindeki strok hareketleri esnasında bu nedenle değişen bir eksenal kayma oluşur ve buna bağlı olarak emniyet halkası çekiçle vuruluyormuş gibi dışarı çıkarılır. Dışarı sıçrayan emniyet halkası, dışa doğru ilerlemiş olan piston pimi, piston ve silindir hareket yüzeyi arasına sıkışır.

Orada aşındırılır ve kırılarak birden fazla parçaya bölünür. Parçalar, pistonun yukarı ve aşağı hareketi esnasında kısa süre içerisinde kütle kuvvetleri ile piston malzemesini çekiç darbelerine maruz bırakır (Şek. 2). Bazı kırık parçalar piston piminin deliğinden geçer ve pistonun diğer tarafında da benzeri hasarlara neden olur.

## OLASI SEBEPLERİ

- Motor çalışması esnasında piston piminde eksenal kayma sebepleri:
  - Biyel eğilmesi veya biyel torsiyonu.
  - Eğik delinmiş biyel yuvası (eksenal paralellik olmaması).
  - Silindir ekseni, krank mili eksenine dik açılı değil.
  - Çok büyük biyel yatağı boşluğu, özellikle asimetric biyel çubuklarında.
  - Biyel muylusu, krank mili eksenine paralel değil (işleme hatası).
- Eski veya hasarlı emniyet halkalarının kullanılması.
- Gerektiği gibi monte edilmeyen emniyet halkaları.

## 2.8 PISTON PİMİ GÖBEKLERİNİN İÇİNDE KRAPAJLAR

### 2.8.1 PISTON PİMİ GÖBEKLERİNİN İÇİNDE KRAPAJLAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Piston pimi göbeğine zorunlu olarak yağ beslenmez. Sadece sıçrayan ve savrulan yağ mevcuttur. Bu nedenle piston pimi yatak yerlerindeki bu krapajlar, neredeyse her zaman çok fazla çatlamış yüzeyli ve malzemelerin kaynaklandığı, yağlama eksikliğinden dolayı meydana gelen krapajlardır.

Tam serbest yataklanmış piston pimlerinde piston pimi deliklerinde oluşan hasarlar temel olarak:

- Piston piminin biyel kovanında çok az boşluğa sahip olmasından kaynaklanır.
- Piston piminin biyel kovanında krapaj oluşturması veya biyel kovanına sıkışması sonucu meydana gelir.

Bunun için bir belirti, biyel kovanı alanında mavi sıcaklık renklerine sahip olan piston pimleridir.

Piston piminin biyel kovanında serbest hareket edebilirliği kısıtlı olduğunda, zorunlu olarak piston pimi göbeğinin içinde dönmelidir. Bu hareketin gerçekleşmesi için, serbest hareketli yerleştirilmiş bir piston piminin piston pimi delikleri içinde mevcut olan boşluk çok küçüktür. Bunun sonucunda çok fazla ısınma, yağlamanın bozulması ve piston pimi göbeğinde yağlama eksikliğinden dolayı meydana gelen krapajlar söz konusudur.

Bu aşırı ısınmadan dolayı piston, piston pimi deliklerinin bulunduğu alanda ve etek kısmında çok daha fazla genişler. Bu da burada yetersiz boşluk olmasına ve silindir deliğinde yağlama eksikliğinden dolayı meydana gelen krapajlara neden olabilir (bkz. Bölüm “45° krapaj”).

Biyel içine sıkı bir şekilde büzülerek takılan piston pimleri için piston pimi deliğindeki boşluk, burada yeterli bir yağ tabakası oluşacak kadar büyük tasarlanır. Kullanılmış sıkıştırma (büzülme) piston kolları tekrar kullanıldığında, biyeldeki delik deforme olmamış olmalı veya başka türlü hasarlara sahip olmamalıdır. Aksi halde piston pimi büzülüp sıkıştırıldığı konumda çok fazla deforme olabilir ve bundan dolayı piston pimi deliklerindeki boşluk yerel olarak yeterli olmayabilir ve bu yüzden çok kolay krapaj hasarları oluşabilir.

Pistonların montajı esnasında pim yatağı yağlanarak, ilk turlar için yeterli yağlama maddesinin mevcut olması sağlanmalıdır.

---

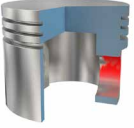
#### BILGI

Piston pimi, biyelin içine büzülerek takıldığında, sadece yukarıda belirtilen piston pimi yağlaması dikkate alınmamalıdır. Piston pimi yerleştirildikten hemen sonra piston ileri geri hareket ettirilerek pim yatağının serbest hareket edebilirliği kontrol edilmemelidir! Çünkü bu aşamada iki parçanın sıcaklığı birbirine uyarlanır (soğuk piston pimi, sıcak biyel). Piston pimi çok fazla ısınabilir, çok fazla genişler ve piston pimi göbeğine sıkışır. Yatak bu durumdayken hareket ettirilirse, krapaj başlangıcı veya krapaj meydana gelebilir. Olası sonuç: Yatak daha sonra zor hareket edebilir ve bunun sonucunda daha yüksek sürtünme ve ısı oluşumu meydana gelir. Yatağın serbest hareket edebilirliğini kontrol etmeden önce her zaman monte edilmiş parçaların soğumasını bekleyin.

---

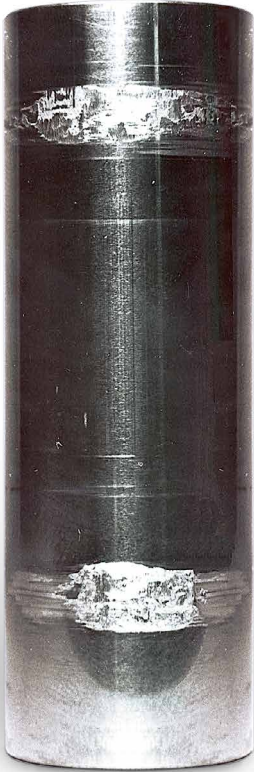


## 2.8.2 PISTON PİMİ GÖBEKLERİNİN İÇİNDE KRAPAJLAR (TAM SERBEST YATAKLANMIŞ PISTON PİMİ)



### AÇIKLAMA

- Piston pimi, piston pimi deliklerinin içinde şiddetli krapaja neden olmuştur.
- Piston malzemesi, piston pimine kaynak yapılmıştır (Şek. 1).
- Piston pimi, biyel kovani bölgesinde mavi renk almıştır.



Şek. 1

### DEĞERLENDİRME

Piston piminin, biyel kovani bölgesinde mavi renk alması, burada boşluğun yetersiz olduğunu gösterir. Bu nedenle piston pimi, biyel kovani içinde sadece zor bir şekilde dönebildi veya dönemedi. Piston piminin dönme hareketi sadece piston pimi deliğinin içinde gerçekleşmiştir. Fakat bu hareketin gerçekleşmesi için, serbest hareketli yerleştirilmiş bir piston piminin içindeki mevcut olan boşluk çok küçüktür. Daha fazla sürtünme nedeniyle yatak aşırı derecede ısındı ve bunun sonucunda yağ tabakası işlevini kaybetti ve piston piminde krapaj meydana geldi.

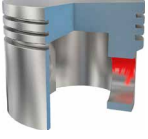
### OLASI SEBEPLERİ

- Biyel kovani ve piston pimi arasında çok az boşluk bırakıldı.
- Biyel kovandaki boşluk bir biyel kaçıklık hatasından dolayı atlandı ve bunun sonucunda piston pimi sıkıştı.
- Pistonların montajı esnasında yağlanmamış pim yatağı.

### BILGI

Pistonların montajı esnasında, ilk motor dönüşleri için yeterli yağlamanın mevcut olması ve motor çalıştırıldığında krapaj başlangıcının olmaması için pim yatağı bol miktarda yağlanmalıdır.

## 2.8.3 PISTON PİMİ GÖBEKLERİNİN İÇİNDE KRAPAJLAR (SIKIŞTIRMA (BÜZÜLME) PISTON KOLU)



### AÇIKLAMA

- Piston sadece kısa süreliğine çalıştı.
- Piston eteğinde aşınma izleri yok.
- Basınç altında olan üst tarafta piston pimi göbeklerinde krapaj hasarları mevcut (Şek. 1).
- Krapajların yüzeyi metalik olarak temiz, yanmış yağ izleri yok.



Şek. 1

### DEĞERLENDİRME

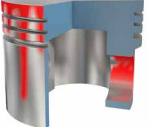
Pistonda neredeyse hiçbir aşınma izi yok ve bu nedenle piston sadece kısa bir süre çalışmış olabilir. Piston piminde, daha ilk motor dönüşlerinde krapajlar oluştu.

Metalik olarak temiz krapaj yerleri, pim yatağında yağ eksikliğinin olduğunun bir belirtisidir.

### OLASI SEBEPLERİ

- Piston monte edilmeden önce pim yatağı yağlanmamış.
- Piston pimi, biyele büzülerek geçirilirken, piston pimi yerleştirildikten hemen sonra piston ileri geri hareket ettirilerek pim yatağının serbest hareket edebilirliği kontrol edilmiştir. Yatak, bu aşamada alışılmamış ve çalışma esnasında söz konusu olmayan, parçalar arasındaki bu sıcaklık farklılıklarından dolayı hasara uğramış olabilir.

## 2.8.4 PISTON PİMİ GÖBEKLERİNİN İÇİNDE KRPAJLAR (PISTON ETEĞİNDE KRPAJ HASARI MEVCUT)



### AÇIKLAMA

- Piston başından başlayan, her iki tarafta piston eteği krapajları.
- Segman yivlerinde sıkışmış kompresyon halkaları.
- Piston pimi göbeklerinin içinde krapajlar.



### DEĞERLENDİRME

Piston başındaki krapaj yerlerinin konsantrasyonu, burada hasarın yanma bozuklukları sonucu başladığını göstermektedir. Bunun üzerine piston segmanlar sıkışmıştır ve krapajlar gittikçe daha fazla piston eteği bölgesine doğru genişlemiştir.

Yanma gazları, sıkışan kompresyon halkalarının yanından geçmiştir. Bunun sonucunda piston ısınmış ve pim yatağındaki yağ tabakası da etkisiz hale gelerek burada da krapajlar oluşmuştur.

### OLASI SEBEPLERİ

Yanma bozuklukları, piston başında ve piston eteğinde kombinasyonlu bir şekilde yetersiz yağ boşluğundan ve yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarlarına neden olur. Bunun sonucunda pim yatağında krapajlar meydana gelir.

## 2.9 PISTON VURUNTULARI

### 2.9.1 PISTON VURUNTULARI HAKKINDA GENEL BILGILER

**Pistonlarda vuruntu sesleri, motorun çalışması esnasında farklı etkilerin sonucu olabilir.**

- **Çok büyük hareket boşluğundan dolayı pistonun silindir yüzeyinde eğik konuma geçmesi:**  
Silindir deliğinin çok büyük olması, aşınma veya eteğin içeri çökmesi durumunda biyel çubuğunun sallanma hareketi ve silindirdeki pistonun yerleşim değişimi sonucu piston devrilir. Bu esnada piston başı sert bir şekilde silindir çalışma yüzeyine vurur.
- **Piston montaj yönünün dikkate alınmaması:**  
Pistonun üst ölü noktadan önce ve çalışma döngüsünün başlamasından önce yön değiştirmesinin tamamlanması için, piston pimi eksenine piston basınç tarafına doğru birkaç milimetre eksenden saptırılmıştır. Piston 180° çevrilmiş şekilde silindirin içine yerleştirilirse ve böylelikle piston pimi yanlış tarafa doğru eksenden kaydırılırsa, pistonun yön değiştirmesi yanlış zamanda gerçekleşir. Bunun sonucunda piston daha sert ve daha gürültülü bir şekilde devrilir.
- **Zor hareket eden kol yatak nedeniyle pistonun devrilmesi:**  
Piston pimi ve biyel kovana arasındaki boşluk çok küçük olabilir veya biyel kaçaklık hatalarından (eğilme ve torsiyon) dolayı bir sıkışma veya gerilme nedeniyle atlanabilir.

- **Pistonun pim yönünde vurmaları:**  
Pistonun silindir deliğine yandan vurmasının nedeni, çoğu zaman biyel çubuğunda bir kaçaklık hatasından (eğilme veya özellikle torsiyon) kaynaklanır: Piston, kaldırma hareketi esnasında motorun boyuna ekseninde sallanır ve bunun sonucunda devamlı taraf değiştirerek silindire vurur. Asimetrik biyel çubukları veya pistonun biyel çubuğu tarafından ortadan sapmış desteği de aynı duruma yol açar.
- **Piston piminin piston pimi emniyetlerine devamlı tarafı değiştirerek vurmaları:**  
Piston pimindeki aksel kayma daima piston piminin eksenine ve krank milinin eksenine arasındaki sapmadan kaynaklanır. Tarif edildiği gibi, bir biyel eğilmesi veya torsiyonu ve biyel çubuğunda bir asimetriklik bu tür hataların en sık sebebidir. Çok büyük bir piston kolu (biyel) yatak boşluğu (krank milinde biyel yatağı muylusu) özellikle düşük devir sayılarında biyel çubuğunun yana doğru sallanmasına neden olabilir. Böylelikle piston pimi biyel yuvası içinde sıkışır ve sallanma hareketi nedeniyle piston pimi deliği içinde ileri geri itilir. Piston pimi, bu esnada pim emniyetlerine çarpar.

## 2.9.2 ATEŞ SEGMAN SETİNDE RADYAL VURUNTU YERLERİ



### AÇIKLAMA

- Eğilme yönünde vurma izleri olan ateş segman seti (Şek. 1).
- Piston eteğinde yukarıya ve aşağıya doğru aşınma görüntüsü, eteğin ortasına göre daha belirgin.



Şek. 1

### DEĞERLENDİRME

Piston başının silindir çalışma yüzeyine taraf değiştirerek çarpması sonunu dıştan belirgin bir şekilde duyulan bir piston sesi oluşur.

Sebebe bağlı olarak, ateş segman seti eğilme yönünde veya ovallik düzleminde (pim yönü) silindir duvarına vuruyor.

### EĞİLME YÖNÜNDE VURUNTU YERLERİ OLMASI HALİNDE OLASI SEBEPLER

- Çok büyük montaj boşluğu ve böylelikle çok büyük delinmiş ya da honlanmış silindirden dolayı kötü silindir yönlendirmesi.
- Ekseni sapmış pistonda piston montaj yönüne dikkat edilmemiştir.
- Zor hareket eden pim yatağı: Bundan dolayı, piston başı eğilme düzlemi diye anılan alanda silindir çalışma yüzeyine vuruyor. Sebepler:
  - Biyel yuvasında ya da pim deliğinde çok küçük boşluk.
  - Piston piminin biyel kovanına çok sıkı takılması (sıkıştırma (büzülme) piston kolu). Piston piminin biyel yuvasına büzülerek takılması ve çok sıkı takılması durumunda, biyel yuvası, en zayıf duvar kalınlıklarının olduğu yerde deforme olur. Bunun sonucunda biyel yuvası ve piston pimi oval bir biçim alır. Ardından piston ve piston pimi arasında bir boşluk daralması meydana gelir.
  - Krapaj izleri olan piston pimi.

### PISTON PİMİ YÖNÜNDE VURUNTU YERLERİ OLMASI HALİNDE OLASI SEBEPLER

- Bir piston kolu eksen sapması halinde, özellikle de bir piston kolu torsiyonu halinde veya piston kolu (biyel) yatak boşluğunun çok büyük olması halinde, piston başı pim yönüne doğru sallanır ve silindire vurur.
- Piston kolu eksen sapması (eğilme/torsiyon): Piston piminde değişen bir eksenel kayma oluşuyor ve bu kayma üzerinden pim devamlı taraf değişerek emniyet halkalarına vuruyor.

## 2.10 SILINDIRLER VE SILINDIR GÖMLEKLERİ



### 2.10.1 SILINDIR GÖMLEKLERİNDE BOYLAMASINA ÇATLAKLAR



#### AÇIKLAMA

- Gömlek flanşından başlayan dikey çatlak.
- İnce silindir duvarı kalınlığı nedeniyle hasar, kuru silindir gömleklerinde de ortaya çıkar.



#### DEĞERLENDİRME

Çatlağın sebebi çoğu zaman silindir gömleklerinin dikkatli kullanılmamasıdır (darbe etkileri). Silindir gömleği hemen görünür bir hasara uğramasa da, mikro ince bir çatlak veya çentik, motorun çalışması esnasında bir kırılmaya neden olabilir. Gömlek flanşının yanlış yerleştirilmesi veya silindir gömleği ve silindir bloğu arasında kirler, bu tür hasarlara neden olabilir. Gömlek flanşının yanlış yerleştirilmesinden dolayı oluşan boylamasına çatlaklarda, bu çatlaklar çok kez yanal çatlaklar ile birlikte ortaya çıkar.

#### OLASI SEBEPLERİ

- Taşıma veya onarım esnasında silindir gömleklerinin kurallara uygun işlenmemesi sonucu çatlaklar veya çentikler.
- Hidrolik kilitlemeler.
- Temas veya conta yüzeyleri altında yabancı cisim.
- Hatalı yerleştirilen gömlekler (bkz. "Silindir gömleğinde flanşın kopması" bölümü).
- Silindir gömleği kenarında vuruntulu yanma sonucunda malzeme aşınması (erozyon) ve buna bağlı olarak silindir gömleğinin zayıflaması.

## 2.10.2 SILINDİR GÖMLEĞİNDE FLANŞIN KOPMASI



### AÇIKLAMA

- Kopmuş gömlek flanşı.
- Gömlek flanşı çatlağı, gömlek flanşının alt kenarının tabanından yakl. 30°'lik açıyla yukarıya doğru devam ediyor.



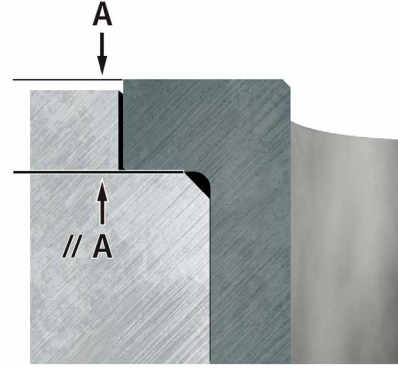
Şek. 1

### DEĞERLENDİRME

Bunun sebebi, kusurlu montajda meydana gelen bükme torklarıdır (kir ve biçim hataları). Çoğu zaman silindir gömleğinin gömlek flanşı henüz silindir kapağı sıkılırken bastırarak çıkartılır. Pompa enjektörüne ve Common-Rail enjeksiyon sistemine sahip yeni ticari araç motor nesillerinde, motor bloğu yüksek yanma basınçlarından dolayı gittikçe daha fazla yüklenmeye maruz kalır. Bu motor tiplerinde çok sert çelik silindir kapağı contaları kullanıldığından, krank karteri, uzun kat edilen mesafenin (çalışma performansı) ardından gömlek flanşı temas bölgesinde deforme olabilir.

### BILGI

Gömlek flanşı temas yüzeyinin deformasyonu, uygun yardımcı donanım olmadan, sadece görsel olarak tespit edilemez. Deformasyon, yatak mürekkebi ile kolayca kontrol edilebilir: Mürekkep çok ince bir şekilde motor bloğunda gömlek flanşının temas yüzeyine sürülür. Ardından yeni gömlek, conta olmadan yerleştirilir ve yuvaya bastırılır. Daha sonra silindir gömleğini tekrar çıkartılmalıdır. Silindir gömleğinin temas yüzeyi şimdi tüm çevresinde muntazam ve düzgün bir şekilde mürekkeplenmiş olmalıdır. Aksi takdirde, gömlek yuvası yeniden işlenmelidir: Bu ardıl işlemin sabit bir delme tezgahında veya mobil bir gömlek flanşı yuvası planya aleti yapılması uygun olur. Bu şekilde gövde yüzeyine göre düz paralellik garanti edilir (Şek. 2).



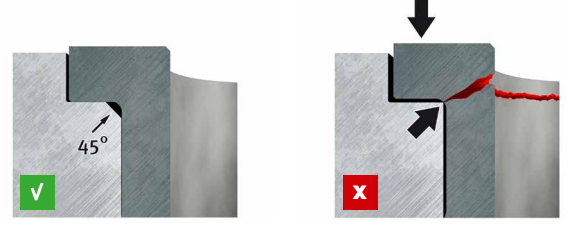
Şek. 2

### OLASI SEBEPLERİ

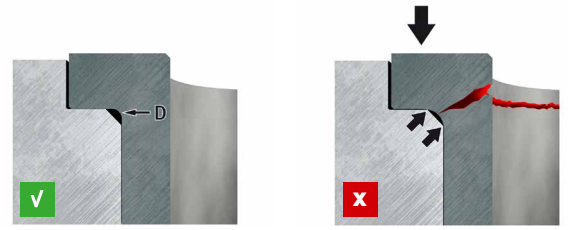
- Uzun kullanım süresi sonrasında motorda aşınmış gömlek flanş teması.
- Kirli veya aşınmış gömlek flanş teması.
- Flanş temas yüzeyinin dik açılı olması ve/veya paralellığının sağlanmaması (Şek. 2 ve Şek. 5).
- Yanlış silindir kapağı contası.
- Silindir kapağının montajı esnasında motor üreticisi tarafından belirtilen sıkma torkları ve döndürme açıları dikkate alınmadı.
- Yanlış conta segmanı adedi.
- Gömlek flanşının altında sıkışmış conta segmanları.
- Ölçüleri yanlış olan contaların kullanımı.



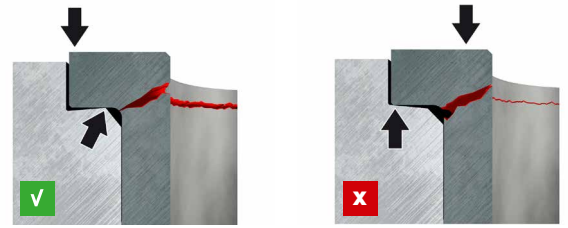
- Sıvı sızdırmazlık maddelerinin kullanımı.
- Kuru Pressfit silindir gömleklerinde: Çok yüksek bastırma basıncı nedeniyle montaj hatası.
- Belirtilen gömlek çıkıntısına uyulmadı (Şek. 6):
  - Silindir gömleği çok fazla çıkıntı yaptıığında, gömlek flanşı, silindir kapağı civataları sıkıldığında bastırılarak yerinden çıkartılır.
  - Çıkıntı çok az olduğunda, silindir gömleği yeterince kuvvetli şekilde gömlek yuvasına bastırılmaz ve piston hareketi nedeniyle sallanmaya başlar. Bu kuvvet etkileri, gömlek flanşının kopmasına neden olur.
- Gömlek yuvasında ek işlemler uygulanırken, doğru biçim dikkate alınmadı. Gömlek yuvasının şekillendirilmesi silindir gömleğinin şekillendirilmesine uygun olmalıdır. Flanş yüzeyinden hassas yuva çapına geçişte, 0,5 – 1,0 mm × 45° pah öngörülmesi olmalıdır. Böylece gömlek flanşının oluğu kenara oturmaz. Bu hususa dikkat edilmezse, silindir kapağı sıkılırken gömlek flanşı çok rahat bastırılıp çıkarılabilir (Şek. 3). Ayrıca, silindir gömleğinin gömlek flanşından dış veya iç kenara oturmaması için, gömlek yuvasındaki (Şek. 4'te "D") yuvarlatma yarıçapının çok büyük seçilmemesine dikkat edilmelidir.



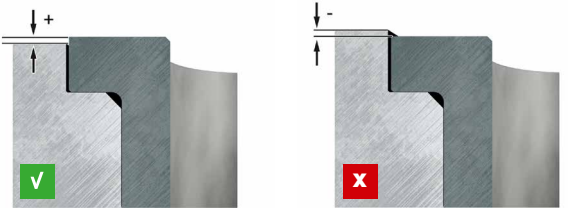
Şek. 3



Şek. 4



Şek. 5



Şek. 6

#### BILGI

Gömlek flanşı teması bir motor onarımı kapsamında yeniden işlendiğinde, silindir gömleğinden silindir yüzeyine gerekli çıkıntı sağlanmalıdır. Bu, alt tarafa çelik dengeleme pullarının yerleştirilmesi veya büyük gömlek ölçüsü olan silindir gömleklerinin kullanılması (önerilir) ile sağlanmalıdır.

\* Motorservice, birçok motor için standarttan daha büyük ölçülü silindir gömlekleri sunar. Detaylar için lütfen güncel kataloğa bakınız: "Pistons and Components".

## 2.10.3 SILINDİR GÖMLEKLERİNDE KAVİTASYON



### AÇIKLAMA

- Islak silindir gömleğinin su ceketinde yoğun kavitasyon belirtileri (Şek. 1 ve 2).
- Yanma odasına soğutucu madde geçişi.



Şek. 1



Şek. 2



Şek. 3: Silindir gömleğinin kesiti

### DEĞERLENDİRME

Kavitasyon temel olarak pistonun eğilme düzleminde ortaya çıkıyor (basınç veya karşı basınç tarafı). Bunun nedeni, silindir duvarında yüksek frekanslı titreşimlerdir. Titreşimler piston yanal kuvvetleri, yanma basıncı ve alt ve üst ölü noktada temas yüzeyi değişimleri nedeniyle oluşur. Eğer soğutma suyu silindirin duvarındaki titreşimlerde akışa artık uyamıyorsa, su filmi silindir gömleğinden ayrılır. Bu durumda oluşan vakum bölgesinde küçük buhar kabarcıkları oluşur ve silindir duvarının son derece yüksek hız ile geri salınması esnasında bu buhar kabarcıkları içe dönük patlar. Kabarcıkları uzaklaştıran su, ani bir şekilde silindir yüzeyine çarpar. Bu şekilde meydana gelen çarpma enerjisi, silindir yüzeyinden çok küçük parçacıklar çözer ve yavaş yavaş delikler koparılır (aşınma sonucu çözülür).

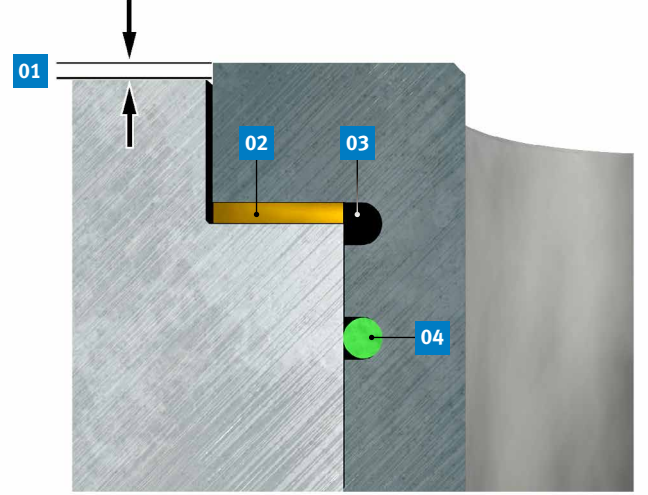
Kavitasyonun bir özelliği: Delikler içe doğru genişler (Şek. 3); bunun sonucunda malzemede mağaralar oluşur.

### Kavitasyonun sebepleri

- Çok yüksek soğutma sıvısı sıcaklığı.
- Çok düşük soğutma sıvısı basıncı.
- Çok düşük soğutma sıvısı kaynama noktası.
- Yukarıda belirtilen faktörlerin kombinasyonu.

## OLASI SEBEPLERİ

- Doğru piston boşluğu sağlanmadı, örn. önceden kullanılmış pistonların tekrar takılması esnasında ya da çok büyük üretilmiş silindirlerde.
- Gömlek flanşı temas yüzeyinde şekil hatası – Gövde içinde silindir gömleğinin yuvaya oturması hatalı veya yeterince hassas değil (bkz. “Silindir gömleğinde flanşın kopması” bölümü).
- Öngörülmuş daimi antifriz dolumu ve korozyona karşı koruma eki yok veya soğutma suyunun içine ilgili ek maddeler katılmamış. Korozyona karşı koruyucu madde, köpük oluşmasını önleyici koruma ekleri içerir. Koruma ekleri tükendiğinden, korozyona karşı koruyucu madde 2 yılda bir değiştirilmeli ve doğru karışım oranı ayarlanmalıdır.
- Tuzlu su (deniz suyu), aşındırıcı veya asitli su veya diğer sıvılar gibi uygun olmayan soğutucu maddelerin kullanılması.
- Soğutma sisteminde yetersiz ön basınç. Sebebi: Radyatör kapağı uygun değil (arızalı yüksek basınç valfi nedeniyle çok düşük basınç tutma özelliği) veya soğutma sisteminde sızıntı. Soğutma sisteminde uygun ve gereken oranda ön basınç olması halinde, soğutma maddesinin kaynama ısı derecesi atmosfer basıncının bulunduğu yerdekenden daha yüksek olur. Ön basınç, küçük buhar kabarcıkları oluşumunun sebeplerini gideremez, ancak en azından buhar kabarcıklarının oluşumunu zorlaştırır.
- Gömlek flanşında yanlış conta segmanları ve/veya contalama macunu veya silikon kullanıldı.
- Yanlış conta segmanı adedi.
- Motorun çalışma sıcaklığı çok düşük: Eğer bir motor belli kullanım koşullarından dolayı veya termostat bozuklukları nedeniyle normal işletme sıcaklığına ulaşamıyorsa, soğutma maddesinin düşük ısıl genleşme özelliğinden dolayı soğutma sisteminde yüksek basınç oluşamaz. Çalışma sıcaklığı çok düşük olduğundan, pistonlar da doğru şekilde genleşmez ve bu nedenle daha büyük piston boşluğu ile çalışır. Her iki durum da kabarcık oluşmasını ve böylelikle kavitasyonu tetikler.
- Gömlek flanşının dip oluğu içine ek conta segmanlarının montajı (Şek. 4): Buraya ancak üretici tarafından özellikle öngörülmuşse conta segmanları yerleştirilmelidir.



Şek. 4

- 01 Gömlek çıkıntısı
- 02 Tombak halka
- 03 Dip oluğu
- 04 O-ring

## 2.10.4 ÇALIŞMA YÜZEYİNDE DÜZENSİZ AŞINMALAR



### AÇIKLAMA

- Silindir gömleğinin dış çapında korozyon (Şek. 1).
- Silindir yüzeyinde münferit, çok parlak cilalama yerleri olan, düzensiz aşınma görüntüsü (Şek. 2).
- Pistonda hasar yok.
- Sızdırmazlık yerlerinde, özellikle radyal mil keçelerinde yağ kaybı.



Şek. 1



Şek. 2

### DEĞERLENDİRME

Silindirler içinde hareket yüzeylerinde çok parlak, düzensiz izler olması daima silindirde şekil değişmesi, deformasyon olduğunun belirtisidir. Islak ve kuru silindir gömlekleri, hemen montaj esnasında deforme olabilir. Deforme olmuş silindir deliklerinin piston segmanları, ne yağa karşı, ne de yanma gazlarına karşı tam sızdırmazlık sağlamaz.

Yağ, segmanların yanından geçerek yanma odasına girer ve orada yakılır. Yanma gazları daha fazla miktarda pistonun yanından geçer ve krank karterindeki basıncı arttırır. Bu aşırı basınç motorda sızdırmazlık yerlerinde ve özellikle radyal mil keçelerinde yağ kaybına neden olur. Ayrıca yağ, valf kılavuzları üzerinden emme ve egzoz kanallarına bastırılır ve motor tarafından yakılır veya dışarı atılır.

## OLASI SEBEPLERİ

- Motor bloğunun temel deliklerinde, kuru silindir gömleklerinde temas korozyonundan dolayı çok kez yoğun düzgünlükler oluşuyor (geçiş pası, Şek. 1). Koruyucu önlemler: Silindirin temel deliğini iyice temizleyin ya da bu çözüm getiriyorsa, silindirin temel deliklerini yeniden işleyin ve ardından silindir gömleklerini dış fazlalık ölçüsü\* ile monte edin. İnce duvarlı silindir gömlekleri tüm uzunluk ve çevre boyunca temas edebilmelidir. Aksi takdirde silindir gömlekleri, temel deliklere montaj esnasında deforme olur. Bu deformasyon, işletim esnasında artar. Kuru silindir gömleklerinde Pressfit ve Slipfit modelleri arasında ayrım yapılır. Pressfit silindir gömlekleri, motor bloğunun içine preslenir ve presleme işleminden sonra delinmeli ve honlanmalıdır. Slipfit silindir gömlekleri kullanıma hazır durumdadır ve sadece ana delik içine itilip takılır. Silindir gömleği ve silindirin ana deliği arasındaki boşluktan dolayı, bu model, Pressfit silindir gömleğine kıyasla daha fazla deformasyon ve korozyon eğilimi gösterir.
- Silindir kapağı civatalarının düzensiz veya yanlış sıkılması.
- Motor bloğunda ve silindir kapağında düzgün olmayan oturma yüzeyleri.
- Silindir kapağı civatalarının kirli veya yalama yapmış vida dişleri.
- Yanlış veya uygun olmayan silindir kapağı contası.
- Gövdede yanlış gömlek flanşı temas yüzeyi nedeniyle yoğun silindir deformasyonu, yanlış gömlek çıkıntısı ve deforme olmuş ve/veya vurarak yerinden çıkarılmış alt gömlek kılavuzu.
- Gövde içinde çok gevşek veya çok sıkı gömlek yuvası (kuru silindir gömleklerinde).

## Özellikle dilimli silindirlerde:

- Dilimli silindirlerde kaçıklık hatası. Tek tek duran dilimli silindirler, krank karterine ve silindir kapağına tam olarak paralel olmalı ve aynı yüksekliğe sahip olmalıdır.
- Yanlış monte edilmiş veya mevcut olmayan hava yönlendirme sacları.
- Sabitleme pimleri, deliklerde silindir gövdesine temas ediyor.
- Bitişikteki silindire mekanik kontak.
- Emme ve egzoz gazı manifoldunda aynı hizada olmayan sızdırmazlık yüzeyleri. Silindir kapakları sıkılmadan önce emme ve egzoz gazı manifoldu monte edilmelidir. Sebebi: Tüm sızdırmazlık yüzeyleri aynı hizada olmalıdır, dilimli silindiri ve silindir kapakları, manifold sıkılırken deforme olmamalıdır.

## Silindir gömlekleri olmayan motorlar için özel:

- Deforme olmuş silindir delikleri. Belirli motorlar, silindir kapağının montajında deformasyon eğilimi gösterir. Bu motorlar, normal şekilde delinip honlandığında, daha sonra işletim esnasında deformasyon sorunları meydana gelebilir.

## Öneri:

Doğrudan motor bloğu içine delinip açılmış silindirleri olan silindir gömleksiz motor bloklarında, silindir işlenmeden önce silindir oturma (conta) yüzeyi üzerine bir baskı plakasının (honlama gözlüğü) vidalanması tavsiye edilir. Bu plaka, su kanalları hariç, motor bloğundaki tüm delikleri içerir ve birkaç santimetre kalınlığındadır. Baskı plakası, belirtilen sıkma torklarıyla vidalandığında, monte edilmiş bir silindir kapağının gerilim koşullarını sağlar. İlgili silindir kapağı civataları sıkılırken silindir deliklerinde oluşabilecek muhtemel deformasyonlar bu sayede tanımlanmış bir şekilde oluşturulur ve işleme esnasında dikkate alınabilir. Böylece silindir deliğinin, daha sonra motor işletiminde geniş ölçüde yuvarlak ve silindirik olması sağlanır (kusursuz işleme sağlandığından yola çıkılarak).

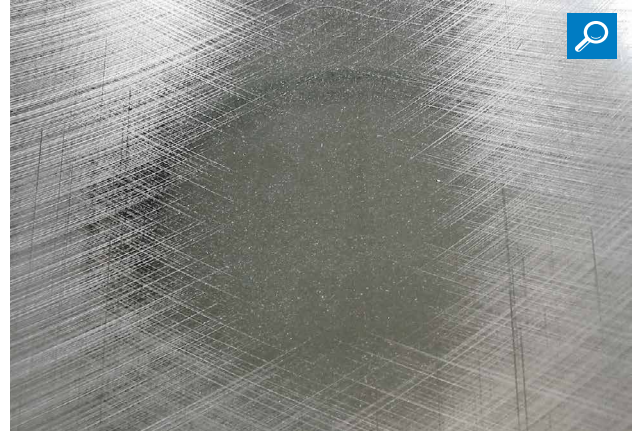
\* Motorservice, birçok motor için dış ölçüsü standarttan daha büyük olan silindir gömlekleri sunar. Detaylar için bkz. Kataloğu "Pistons and Components".

## 2.10.5 ÜST ÇALIŞMA YÜZEYİ BÖLGESİNDE PARLAK KISIMLAR

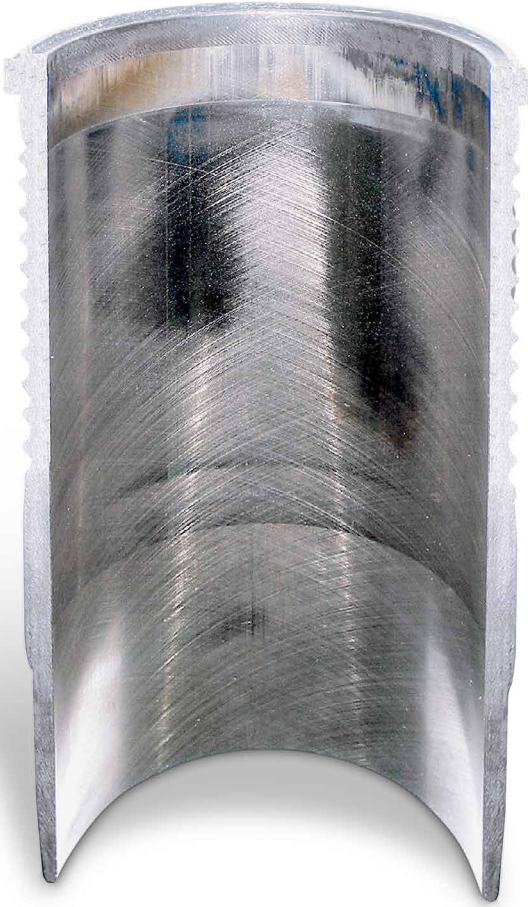


### AÇIKLAMA

- Silindir çalışma yüzeyinde çok parlak, honlama yapısı olmayan kaplamasız yerler (Şek. 1 ve 2).
- Pistonlarda aşınma izleri yok.
- Ateş segman setinde kurum birikimleri.
- Yüksek yağ tüketimi.



Şek. 2



Şek. 1



Şek. 3

## DEĞERLENDİRME

Bu tür aşınma hasarları, çalışma esnasında pistonun ateş segman setinde yanmış yağın ve yanma artıklarının sert bir kurum tabakası oluşturması halinde ortaya çıkar (Şek. 3). Bu kurum tabakası, aşındırıcı özelliklere sahiptir. Çalışma esnasında pistonun yukarı aşağı hareketinden ve temas tarafını değiştirmesinden dolayı üst silindir kısmında daha fazla aşınmaya neden olur. Yüksek yağ tüketiminin sebebi, parlak yerler değildir. Silindirde cilalama yerlerinden dolayı güçlü bir yuvarlaklık sapması söz konusu değil. Piston segmanları sızdırmazlık sağlamaya devam ediyor. Silindirin yağlanması da etkilenmez, çünkü honlama özelliği kaybolursa da, silindir yüzeyindeki açık grafit izleri daha yeterince yağ tutabilmektedir. Böyle bir hasarın değerlendirilmesinde, cilalanmış alanların sadece karbonlaşmış ateş segman seti ile teması olmuş silindir alanlarında mevcut olduğunun dikkate alınması önemlidir. Başka noktalarda da parlak yerler varsa, hasarın sebebi muhtemelen aşağıdakilerden kaynaklanır:

- Silindir deformasyonu (bkz. “Düzensiz silindir aşınması” bölümü),
- Yakıt taşması (bkz. “Pistonların, piston segmanlarının ve silindirin yakıt taşmasından dolayı aşınması” bölümü),
- Kir girişi (bkz. “Pistonların, piston segmanlarının ve silindirin kirden dolayı aşınması” bölümü).

## OLASI SEBEPLERİ

- Arızalı turbo, motor hava tahliyesinde yetersiz yağ ayırması, arızalı valf şaftı contaları vs. nedeniyle yanma odasına aşırı miktarda motor yağı girişi.
- Daha yüksek Blow-by (üfleme) gazları emisyonu veya arızalı krank karteri hava tahliye valfinden dolayı krank karterinde yüksek basınç.
- Silindirin yüzey kalitesi yetersiz ve bu nedenle yanma odasına daha fazla yağ giriyor (bkz. “Motorun rektifiye edilmesinden kısa süre sonra piston segmanı aşınması” bölümü).
- İzin verilmemiş motor yağları ya da düşük kaliteli motor yağları kullanılması.

## 2.10.6 HIDROLİK KILITLENMEDEN DOLAYI SILINDİR GÖMLEĞİNDE ÇATLAK



### AÇIKLAMA

- Silindir gömleğinin üst bölgesinde çatlama sonucu ciddi hasarlar ve çalışma yüzeyinde krapaj yerleri mevcut (Şek. 2 ve 3).
- Basınç ve karşı basınç tarafında piston sıkışması.
- Piston tabanında: Krapaj yerleri bölgesinde çukur biçiminde girinti (Şek. 4).



Şek. 1



Şek. 2



Şek. 3



Şek. 4



## DEĞERLENDİRME

Silindir gömleği, hidrolik kilitlenmeden dolayı hasar gördü. Hidrolik kilitlenme, silindir gömleğini parçaladı ve piston tabanına baskı uygulayarak bir çukur açtı.

Piston malzemesi dışarıya doğru sıkıştırıldı ve silindir deliğinde pistonun boşluğunun çok fazla daralmasına neden oldu. Hidrolik kilitlenmenin çalışma esnasında mı, yoksa motorun çalıştırılması esnasında mı meydana geldiği artık tespit edilememektedir.

## OLASI SEBEPLERİ

- Araç sulardan geçerken ya da aracın ön tarafından veya yanından geçen araçlardan çok fazla su sıçraması halinde istenmeden su emilmesi.
- Motor dururken silindirin aşağıdakilerle dolması:
  - Silindir kapağı contasının sızdırması veya parçalarda çatlaklar nedeniyle soğutma maddesi.
  - Sızdıran enjeksiyon memeleri nedeniyle yakıt. Enjeksiyon sisteminde kalan basınç, sızdıran meme üzerinden silindirin içine boşalır. Hasar, çalıştırma esnasında meydana gelir.

## 2.11 YÜKSEK YAĞ TÜKETİMİ

### 2.11.1 YAĞ TÜKETİMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Bir motorun toplam yağ tüketimi esas itibarıyla yağ tüketiminden (yanma odasında yanan yağ) ve yağ kaybından (sızıntılar) ibarettir. Piston segmanları ve silindir duvarı üzerinden yanma odasına giren ve burada tüketilen yağ oranı, günümüzde görmezden gelinemez. Motor bileşenlerinin, materyal bileşimlerinin ve üretim süreçlerinin sürekli olarak geliştirilmesiyle, silindir, piston, piston segmanlarında aşınmalar ve dolayısıyla yağ tüketimi de azalmaktadır. Elde edilebilen yüksek kilometre performansları ve krank tahrikinde azalmış olan hasar sayısı da durumun böyle olduğunu göstermektedir. Ancak yanma odasındaki yağ tüketimini tamamen önlemek mümkün değildir, sadece azaltmak mümkündür: Kaydırma ortakları olan pistonlar, piston segmanları ve silindir gömlekleri, sorunsuz bir şekilde çalıştırılabilmesi için sürekli yağlanmalıdır. Yanma esnasında silindir duvarındaki yağ tabakası, sıcak yanmaya maruz kalır. Motor performansı, motor yükü, motor yağı kalitesi ve sıcaklığa bağlı olarak burada farklı miktarlarda motor yağı buharlaşır veya yanar.

Piston, piston segmanları ve silindirlerde aşınma ve böylelikle yüksek yağ tüketiminin sebebi çoğu zaman parçalardan kaynaklanmaz. Hemen hemen daima dıştan etki eden bir olay parçaların aşınmasına neden olur: Karışım hazırlığında hatalar nedeniyle meydana gelen yanma bozuklukları, dıştan motora giren kirler, yetersiz motor soğutması, yağ eksikliği, yanlış kalitede yağların kullanımı ve montaj hataları. Pistonlar ve silindirler ile ilgili detaylı hasar tarifleri için müteakip sayfalara bakınız.

---

#### BİLGİ

Yağ tüketimi konusu ile ilgili olarak ayrı “Yağ tüketimi ve yağ kaybı” broşürü sunulur.

---

## 2.11.2 YAĞ SIYIRMA SEGMANI MONTAJ HATASI



### AÇIKLAMA

- Piston segmanlarında ve pistonlarda aşınma yok (Şek. 1).
- 3 parçalı yağ sıyırma segmanının genişleme yayının ucu kırılmış.
- Yağ sıyırma segmanının yiv tabanında çizikler.



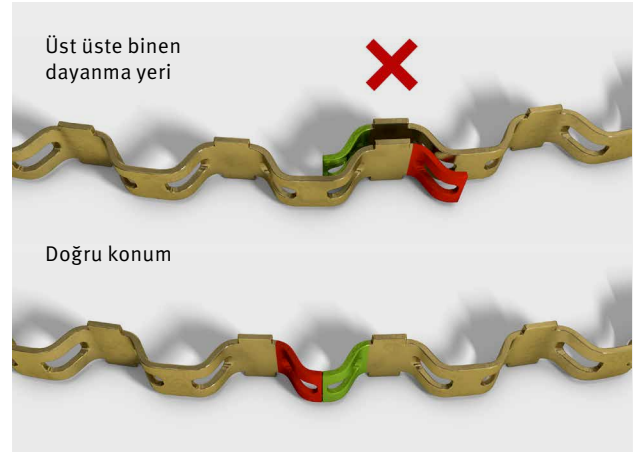
Şek. 1

### DEĞERLENDİRME

Genişleme yayının üst üste bindirmeli montajı nedeniyle çevre uzunluğu kısılır. Sonuç: Genişleme yayı kırılır ve/veya lamellerde gerilim kaybı olur. Lameller artık silindir duvarına sıkı bir şekilde oturmaz ve artık yağı sıyırmaz. Yağ yanma odasına girer ve orada yanar. Sonuç: Aşırı yağ tüketimi.

### OLASI SEBEPLERİ

- Yanlış yağ sıyırma segmanları.
- Montaj hatası.



Şek. 2

### ⚠ DİKKAT

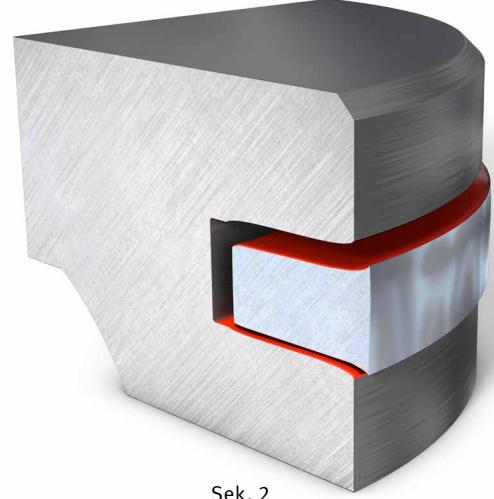
Lamelli segmanlar monte edildikten sonra genişleme yayının her iki rengi de görünür olmalıdır. Bu işaretleme bu nedenle daima (ön montajlı piston segmanlarında da) pistonlar monte edilmeden önce kontrol edilmelidir (Şek. 2).

### 2.11.3 PİSTONLARDA, PİSTON SEGMANLARINDA VE SİLİNDİR YÜZEYİNDE KIRLERDEN DOLAYI AŞINMA



#### AÇIKLAMA

- Piston: Ateş segman setinde ve piston eteğinde ince, küçük boylamasına olukları olan, mat etek aşınma görüntüsü.
- Etekte aşınmış dairesel çizgiler.
- Kompresyon halkaları kenarlarında, özellikle birinci piston segmanında ve segman yivlerinin kenarlarında aşınma (Şek. 2).
- Kompresyon halkalarının ve özellikle birinci piston segmanının segman yükseklik boşluğu çok fazla genişlemiş.



Şek. 2

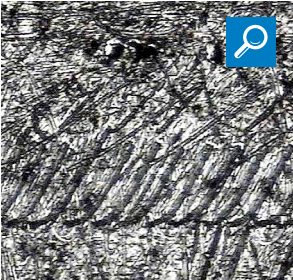


Şek. 3

Şek. 1

## DEĞERLENDİRME

Yağ sirkülasyonunda aşındırıcı yabancı cisimler, pistonlarda ve piston halkalarında oluklara neden oluyor, piston eteğinde mat bir aşınma görüntüsü ve segman kenarlarında yuvarlanma izleri var (Şek. 4 ve 5). Çalışma yüzeylerinde ve kenarlarda aşınmış piston segmanları, silindirlere yanma odasına yağ girmesine karşı artık yeterli derecede sızdırmaz kılamaz. Aynı zamanda krank karterinde, pistonlardan geçen yanmış gazlardan dolayı basınç yükselir. Olası sonuç: Radyal mil keçelerinde, valf şaftı contalarında ve diğer sızdırmazlık yerlerinde yağ sızıntısı. Segman yivinde kir parçacıkları biriktiğinde, piston segmanlarında yuvarlanma izleri oluşur. Dönen piston segmanı, yiv içerisinde sürekli kir parçacığının üzerinden geçer ve bunun sonucunda üzerinde karakteristik yuvarlanma izleri oluşur.



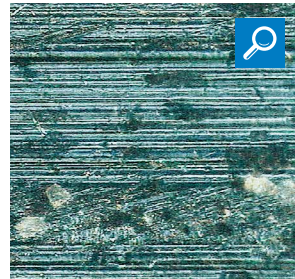
Şek. 4



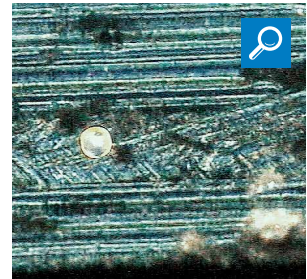
Şek. 5

## OLASI SEBEPLERİ

- Yetersiz filtreleme nedeniyle emme havası ile birlikte motorun içine giren aşındırıcı kir parçacıkları, örn. aşağıdakiler sebebiyle:
  - Mevcut olmayan, bozuk, deforme olmuş veya kötü bakım yapılmış hava filtreleri.
  - Emme sistemi sızdırıyor, örn. deforme olmuş flanşlar, mevcut olmayan contalar veya bozuk ya da gözenekli hortumlar.
- Motorun rektifiye edilmesinin ardından geriye kalan kir parçacıkları mevcut. Çok kez motor parçalarına rektifiye işlemi esnasında kum veya cam parçacıkları püskürtülerek, yüzeyler inatçı tortulardan veya yanma artıklarından arındırılır. Püskürtme (huzme) artığı, malzemede biriktiğinde ve düzgün giderilmediğinde, motor çalışırken çözülebilir ve yıpratıcı aşınmaya neden olabilir. Şek. 6 ve 7'deki mikroskobik görüntüler, polarize ışık altında kir sonucu bir hasarın olduğunu göstermektedir. Püskürtülen camların kırılmış parçaları ya da daha kırılmamış bütün cam bilyeler açıkça görünmektedir.
- Motorun alıştırma çalışması esnasında oluşan ve sonra ilerleyen zaman içinde geç yapılan ilk yağ değişime işleminde yağ sirkülasyonu üzerinden yine kayar parçalara ulaşan ve orada aşınmaya neden olan aşınma parçacıkları. Özellikle de keskin, yağ sıyırıcı piston segmanları kenarları hasar görür.



Şek. 6



Şek. 7

## 2.11.4 PİSTONLARIN, PİSTON SEGMANLARININ VE SİLİNDİRLERİN YAKIT TAŞMASI SONUCUNDA AŞINMASI



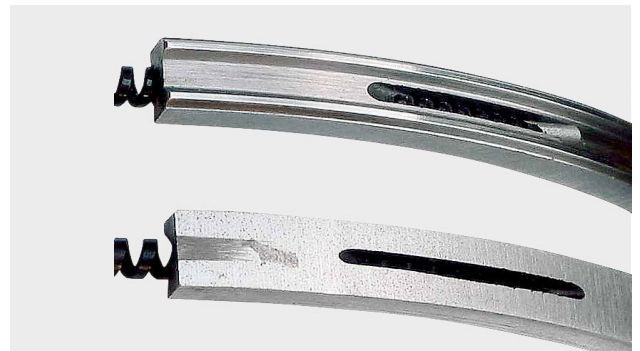
### AÇIKLAMA

- Ateş segman setinde ve piston eteğinde yoğun aşınma izleri.
- Piston eteğinde sürtünme yerleri, yakıt taşması sonucu kuru çalışma için tipik bir durumdur.
- Yoğun radyal aşınma olan piston segmanları (Şek. 1). Yağ sıyırma segmanının her iki segman seti (taşıma yüzeyleri) aşınmış (Şek. 2). Karşılaştırma için Şek. 3'te: Yeni ve eski bir yağ sıyırma segmanının profili (kenarları pahlı spiral yaylı segman).
- Yüksek yağ tüketimi.



Şek. 1

Şek. 2



Şek. 3

## DEĞERLENDİRME

Yanma bozuklukları nedeniyle yakıt taşması her zaman yağ tabakasının hasar görmesine neden olur. Bunun sonucunda daha yüksek karışık sürtünme oranı ve piston segmanlarında kısa bir çalışma süresi içerisinde yüksek radyal aşınma meydana gelir. Ancak yağ tabakası yakıt tarafından bir yetersiz yağlama oluşacak kadar çok etkilenince, tipik yakıttan kaynaklanan krapajlar oluşur (bkz. “Yakıt taşması sonucunda söz konusu olan yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarı” bölümü). Yağlamanın gittikçe etkisizleşmesinden dolayı, piston segmanlarında, piston segmanı yivlerinde ve silindir çalışma yüzeylerinde yoğun aşınmalar oluşur.

Başlangıç aşamasında piston eteği çok fazla zarar görmez, çünkü krank tahriki tarafından devamlı olarak yeni, henüz yağlama özelliğine sahip yağ ile beslenir. Ancak pistonun strok alanındaki aşınma parçaları yağlama yağına gittikçe daha fazla karışınca ve yağlama yağı da artan yağ incilmesi ile taşıma kapasitesini gittikçe kaybedince, aşınma motorun tüm yatak yerlerine yayılır. Bundan özellikle piston pimleri ve krank mili muyluları etkilenir.

## OLASI SEBEPLERİ

- Sık sık kısa mesafe sürülmesi ve buna bağlı olarak yakıt nedeniyle yağın incilmesi.
- Motor yağına soğutma maddesi karışması.
- Yetersiz motor yağı kalitesi.
- Karışım hazırlama esnasında arızalar nedeniyle yetersiz yanma sonucu yakıt taşması.
- Ateşleme sisteminde arızalar (ateşleme kesiklikleri).
- Yetersiz kompresyon basıncı ya da aşınmış veya kırılmış piston segmanları nedeniyle kötü dolum.
- Yanlış piston çıkıntı ebatı: Piston, silindir kapağına vuruyor. Buna bağlı oluşan titreşimler, doğrudan püskürtmeli dizel motorlarda enjeksiyon memelerinin yakıtı kontrolsüz enjektöre etmesine neden olur ve böylelikle silindirde yakıt taşması olur (bkz. “Piston başında darbe izleri” bölümü).
- Tıkanmış hava filtreleri nedeniyle kötü dolum.
- Hatalı ve sızdıran enjeksiyon memeleri.
- Hatalı veya yanlış ayarlanmış enjeksiyon pompası.
- Hatalı şekilde döşenmiş enjeksiyon hatları (titreşimler).
- Bozuk veya aşınmış turbo nedeniyle kötü dolum.
- Kötü yakıt kalitesi (kötü kendiliğinden ateşleme ve yakıtın tam olarak yanmaması).

## 2.11.5 MOTORUN REKTİFİYE EDİLMESİNDEN KISA SÜRE SONRA PİSTON SEGMANI AŞINMASI



### AÇIKLAMA

- Pistonlarda hasar ve aşınma yok.
- Piston segmanlarına yüzeysel olarak bakıldığında aşınma izleri yok, yakından incelendiğinde: Yağ sıyıran segman kenarları ve özellikle segman alt kenarları sıra dışı bir şekilde aşınmış (bkz. büyütme).
- Piston segmanı çalışma yüzeyinin alt kenarında hissedilir çapak mevcut.

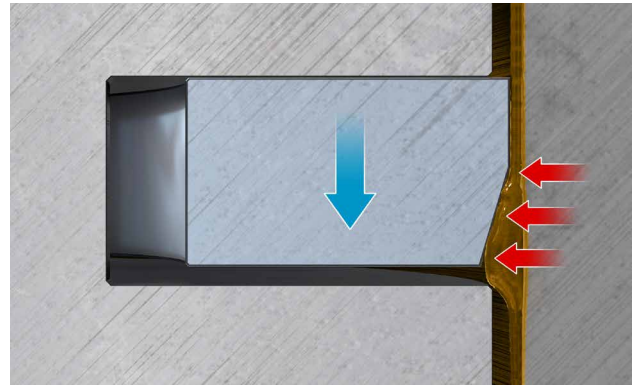


Şek. 1

### DEĞERLENDİRME

Aşınmış piston segmanı kenarları nedeniyle piston segmanlarının çalışma yüzeyleri ve silindir çalışma yüzeyi arasında yağ kaması oluşması sonucu yüksek hidrodinamik kuvvetler oluşur (Şek. 2).

Piston segmanları, pistonun yukarı ve aşağı hareketinde bir yağ tabakası üzerinde yüzer ve silindir çalışma yüzeyinden biraz kaldırırlar. Yağlama yağı bu şekilde daha çok miktarda yanma odasına girer ve yanar.



Şek. 2



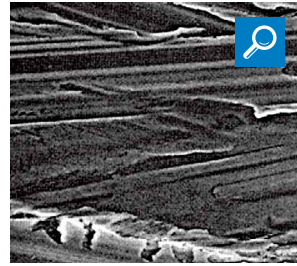
## OLASI SEBEPLERİ

Çapak oluşması, motorun rektifiye edilmesinden sonra piston segmanları için ideal koşullar mevcut olmadığında söz konusu olur. Bunun sebepleri öncelikle silindirin son işlenmesinin yetersiz olması veya uygun olmamasıdır. Silindirin nihai honlama işleminde kör honlama taşları kullanılmışsa veya çok yüksek basınçla honlama yapılmışsa, silindir duvarında çapaklar ve tepecikler oluşur. Bu metal uçlar, işleme yönüne doğru bükülür (Şek. 3). Sac kaplama oluşması denilen bu metal uçlar, başlangıç aşamasında daha fazla sürtünmeye sebep olur ve ince grafit izleri içine motor yağı yerleşmesi önlenir.

Bu çapaklar plato (düzlem) honlama denilen nihai bir işleme sonucunda giderilmezse, başlama aşaması sırasında piston segman kenarlarında erken aşınma söz konusu olur. Piston segmanları burada dolaylı olarak sac kaplamanın giderilmesini ve grafit izlerinin temizlenmesini üstlenir. Ancak bu piston segman kenarlarının aşınmasına ve çapak oluşumuna neden olur. Bu şekilde piston segman kenarında oluşmuş çapak, edinilmiş olan tecrübeye göre çalışma sonucunda çok zor yok olur. Hasarlı piston segmanları değiştirilmelidir.

Yedek olarak takılan ikinci bir piston segmanı seti, çok daha uygun, neredeyse normal çalışma koşulları ile karşılaşır. Çünkü birinci piston segmanı seti, silindir çalışma yüzeyi üzerinde elverişsiz kenar tabakasını, yani sac kaplamasını aşınma yoluyla büyük ölçüde gidermiştir. Piston segmanları değiştirildikten sonra yağ tüketimi normale döner. Bu çoğu kez yanlışlıkla daha önce takılmış piston segmanlarının malzeme kalitesinin kötü olduğundan kaynaklandığı şeklinde yorumlanır.

Şek. 4'te, silindir çalışma yüzeyinin (sac kaplama) elverişsiz honlanmasından sonra silindir yüzeyi kesitinin mikroskopik büyütülmüş hali gösterilmektedir. Şek. 5, plato honlama sonrası yüzeyi gösterir. Çapaklar ve uçlar (tepecikler) büyük oranda giderilmiştir ve grafit damarları ortaya çıkarılmıştır. Piston segmanları, alıştırma için uygun koşullara ve böylelikle uzun bir çalışma ömrüne sahiptir. Platonun honlama fırçalama işlemi ile oluşturulması oldukça etkilidir.



Şek. 3



Şek. 4



Şek. 5

## 2.11.6 SIMETRİK OLMAYAN PİSTON AŞINMA GÖRÜNÜMÜ



### AÇIKLAMA

#### Şek. 1:

- Piston aşınma görünümü, tüm piston yüksekliği boyunca asimetrik.
- Pistonun sol tarafındaki, pim yuvasının üzerinde yer alan ateş segman seti ve karşı tarafta alt piston kenarında bulunan ateş segman seti aşınarak kaplamasız hale gelmiş.
- Kompresyon halkasında düzensiz aşınma görünümü.

#### Şek. 2:

- Soğutucu yağ memesi için girintide yer alan sağ alt piston kenarında ve piston pimi deliğinin altında ağırlıklı olarak aşınma görülen eğik hareketler.



Şek. 1



Şek. 2

## DEĞERLENDİRME

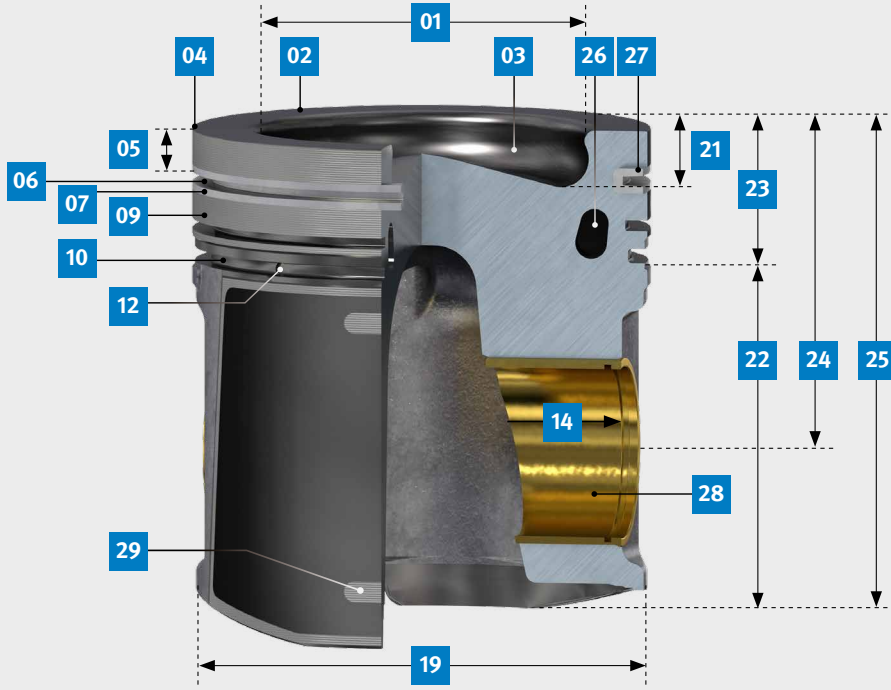
Bu tip simetrik olmayan aşınma görüntüleri pistonun silindir deliği içinde eğik hareket ettiğini ve piston pimi ekseninin krank mili eksenine paralel olmadığını gösterir. Piston segmanları, silindire iyi bir şekilde temas etmediklerinden yeterli sızdırmazlık sağlamıyor. Sıcak yanmış gazlarının akışından dolayı piston segmanları ve silindir yüzeyi aşırı ısınır. Bunun sonucunda yağ tabakası zayıflar ve bu da yağlama eksikliğinden dolayı krapaj hasarlarına neden olabilir. Pistonun silindir içerisinde eğik hareket etmesi ve yukarı ve aşağı hareketi sonucu piston segmanlarında bir pompalama etkisi oluşur. Bu pompalama etkisiyle yağ, yanma odasına sevk edilir ve bu da yağ tüketiminin artmasına neden olur. Belirli durumlarda piston piminde aksenel bir kayma söz konusu olur ve bu da pim emniyetinin aşınmasına veya kırılmasına neden olabilir (bkz. “Kırılmış piston pimi emniyetlerinden dolayı piston hasarları” bölümü).

## OLASI SEBEPLERİ

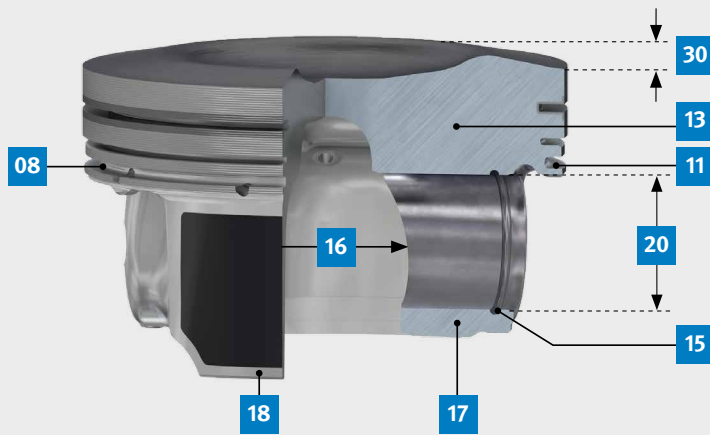
- Eğilmiş veya bükülmüş piston kolları.
- Eğik delinmiş piston kolu yuvaları.
- Silindir deliği, krank mili eksenine dik açılı değil.
- Eğik monte edilmiş tek silindir (montajda deformasyonlar).
- Biyel muylusu, krank mili eksenine paralel değil.
- Eğik delinmiş biyel yuvası (aksenel paralellik olmaması).
- Özellikle asimetrik biyel çubukları ile bağlantıda biyel çubuğu boşluğu çok büyük (biyel yuvası ve büyük biyel yatağı arasında orta aksen kayması).

### 3. AÇIKLAMALI SÖZLÜK

## PISTONDAKI TEKNİK TERİMLER VE ISIMLAR



- 01 Oyuk
- 02 Piston tabanı
- 03 Oyuk
- 04 Taban kenarı
- 05 Ateş segman seti (taban segman seti)
- 06 Kompresyon halkası için yiv
- 07 Segman seti
- 08 Yiv tabanı
- 09 Geri alınmış segman seti
- 10 Yiv kenarı
- 11 Yağ sıyırma segmanı için yiv
- 12 Yağ geri akış deliği
- 13 Piston pimi göbeği
- 14 Yiv mesafesi emniyeti
- 15 Emniyet halkası için yiv
- 16 Yuva mesafesi
- 17 Referans yuvası
- 18 Etek alt kenarı
- 19 Piston pimi deliğine karşı piston çapı 90°
- 20 Piston pimi deliği
- 21 Oyuk derinliği (OD)
- 22 Etek kısmı
- 23 Segman kısmı
- 24 Kompresyon yüksekliği
- 25 Piston uzunluğu
- 26 Yağ soğutma kanalı
- 27 Segman taşıyıcı
- 28 Piston pimi kovanı
- 29 Ø Ölçüm penceresi
- 30 Zemin yükseltmesi (ZY)



# TEKNİK TERİMLERİN AÇIKLAMASI

## **Asimetrik**

Ayna görüntüsü gibi değil / simetrik değil.

## **Aşındırıcı**

Ovalayıcı / taşıyıcı.

## **Aşırı güç uygulanmasından kaynaklanan kırılma**

Aşırı yüklenme halinde önceden çatlama başlamadan aniden gerçekleşen kırılma. Kırılma yüzeyleri mat, taneli ve sürtünmesizdir.

## **Basınç tarafı**

Yanma esnasında pistonun dayandığı piston veya silindir tarafı. Basınç veya baskı tarafı, krank milinin dönme yönünün tersine doğrudur.

## **Başlayan krapaj**

Yağlama yağı eksikliğinde veya boşluğun daralmaya başlamasında krapaj hasarının ön aşaması.

## **Blow-by (Üfleme)**

Yakıtın yanması esnasında segmanlardan geçip krank karterine giren kaçak gaz miktarı. Pistonun silindir içindeki sızdırmazlığı ne kadar kötü olursa, üflenen gaz miktarı da o kadar çok olur. Üflenen gaz miktarı için geçerli ortalama değer, emilen hava miktarının %1 kadardır.

## **Common-Rail**

Modern tasarımlı, dizel doğrudan enjeksiyon sistemleri için kullanılan terim. Elektriksel tetiklenen enjeksiyon valfleri, ortak bir enjeksiyon çubuğu (rail (ray)) üzerinden yüksek basınç altında olan yakıt ile beslenir.

## **Cüruf hücresi**

Üretim esnasında motor parçalarının (valfler, piston pimleri vs.) sıcak biçimlendirme işlemleri esnasında malzemede biriken cüruf artıkları. Daha sonraki motor çalışması esnasında malzemenin zayıflamasına ve buna bağlı olarak kırılmaya neden olabilir.

## **Devamlı vuruntu**

Motor çalışırken sürekli mevcut olan vuruntulu yanma.

## **Dilimli silindirler**

Dış tarafında motorun soğutulması için soğutma dilimlerine sahip, öncelikle hava ile soğutulan motorlarda kullanılan silindir.

## **Doğrudan enjeksiyonlu motoru**

Bu tip motorlarda yakıt doğrudan yanma odasının içine enjekte edilir.

## **Dönme kolaylığı (Chiptuning)**

Motorun gücünü yükseltmek için bir motor kontrol ünitesinin yazılımında değişiklik yapılması.

## **Düz çizgiler**

Sürekli etki sonucu kırılmalardaki kırılma yüzeylerinde bulunan çizgiler; bu çizgiler kırılmanın ilerleme hızına göre oluşur. Kırılma zamanla ve azar azar gerçekleşir. Her kısmi kırılma için bir düz çizgi oluşur. Kırılma başlangıcı düz çizgilerin merkezindedir.

## **Eğilme doğrultusu**

Bükülmüş veya eğilmiş piston kolu nedeniyle silindir içinde eğik hareket eden piston; söküldüğünde simetrik olmayan bir aşınma görüntüsü izlenir.

## **Eksen kayması**

Piston pimi ekseninin yapısal olarak pistonun basınç tarafına birkaç 1/10 milimetre kaydırılması. Pistonun üst ölü noktada temas yerinin değişmesi böylelikle asıl yanmadan önce gerçekleştirilir. Böylelikle pistonun temas yeri değişmesi, devreye giren yanma esnasında ve daha fazla yük altına söz konusu olandan daha az sesli ve yumuşak gerçekleşir. Dizel motorlarda piston piminin eksen kayması, yüksek sıcaklıklar sebeplerden dolayı karşı basınç yerinde de mevcut olabilir.

## **Egzoz gazı yönetmelikleri**

Araçların egzoz gazı emisyonlarının sınırlanması için milli veya uluslararası yasal kurallar.

## **Erken veya yanlış ateşleme**

Buji üzerinden esas ateşleme işleminden önce yakıt hava karışımının kendiliğinden tutuşması. Erken veya yanlış ateşleme, kızgın üniteler (silindir kapağı contası, buji, egzoz valfi, kurum artıkları vb.) üzerinden başlatılır.

## **Erozyon**

Yüzeye etki eden katı, sıvı ve gaz halinde maddelerin kinetik enerjisi sonucu malzeme aşınması.

## **Grafit izleri / damarları**

Lamelli grafit dökümde (gri döküm) ana maddeye grafit toplanması. Silindirin nihai işlenmesinde açılmış grafit izleri veya damarları honlama fırçaları tarafından temizlenirse, o bölgeler piston yağlaması için yağ dolabilir.

## **Grafitin ortaya çıkma oranı**

Honlama fırçalama işlemi esnasında ortaya çıkan grafit damarlarının sayısı, referans değer  $\geq 20$ 'dir.

### **Güç stroku**

Çalışma taktı (zamanlaması).

### **Honlama**

Çapraz taşlama sayesinde silindirin nihai işlenmesi.

### **Honlama fırçalama**

Honlama işleminde son işleme aşaması. Silindir yüzeyi sivri uçlardan ve çapaklardan arındırılır ve grafik çubukları ortaya çıkarılıp temizlenir. Honlama fırçalama ile % 50'ye kadar grafit damarı ortaya çıkarma oranı elde edilebilir.

### **Honlama yapısı**

Çapraz taşlamada (honlama) oluşan tipik taşlama görüntüsü.

### **Karışık sürtünme**

Karışık sürtünme, birbirinden bir yağ tabakası ile mekanik olarak ayrılmış iki hareketli parça arasındaki yağ tabakası zayıfladığı zaman meydana gelir. Hareketli parçalardan birinin münferit malzeme pürüzleri bu durumdan dolayı diğer parçanın malzeme pürüzlerine temas eder ve metal üzerinde metal sürtüne oluşur. Karışık sürtünmeye yarı sıvı sürtünme de denilir.

### **Karşı basınç tarafı**

Basınç tarafının karşısındaki piston veya silindir tarafı.

### **Kavitasyon**

Yüzeylerden su veya diğer sıvılar ile malzeme aşındırılıp çukur oluşturulması. Vakum oluşması ve ısı sonucunda, yüzeyde yemek pişirirken olduğu gibi buhar kabarcıkları oluşur, fakat kabarcıklar hemen kaybolur. Bu kabarcıkları sönmesinde su sütunu büyük bir güç ile malzeme üzerine geri çarpar ve yüzeyden bu esnada çok küçük malzeme parçacıkları koparır. Kabarcık oluşumu, titreşimler veya güçlü vakum sonucu meydana gelir.

### **Kırılma seyri**

Kırılma yönü.

### **Komple takım (assambly/kit set)**

Silindir gömleğinden ve pistondan oluşan onarım seti.

### **Lambda ayarlaması (kontrolü)**

Benzinli motorda bulunan ve beslenen hava ile yakıt miktarı arasındaki oranı ayarlayın kontrol tertibatı.

### **Lif takviyesi**

Doğrudan enjeksiyonlu dizel motorların pistonlarında yanma çukurunun kenarında lif takviyesi. Piston dökümünden önce alüminyum oksitten yapılan bir lif halka piston döküm kalıbının içine yerleştirilir ve döküm işlemi esnasında sıvı alüminyum bu halkanın içine yayılır. Böylelikle çukurun kenarı çatlama oluşmasına karşı daha dirençli olur. Lif takviyesi sadece

alüminyumun yüksek basınçla (yakl. 1000 bar) döküm kalıbı içine bastırıldığı basınç altında döküm yapma (pres döküm) yönteminde mümkündür.

### **Malzeme girmesi**

Kullanılmış pistonda, piston eteğinin mikro yapısının ve buna bağlı şekil değişmesi (bkz. Açıklamalı sözlük "Piston montaj boşluğu").

### **Oktan gereksinimi**

Bir motorun oktan gereksinimi yapısal özelliklerine bağlıdır. Yüksek sıkıştırma oranı, motorun sıcaklığı, erken ateşleme (ateşleme avansı), dolun, motor yükü ve dezavantajlı yakıt yanma odası biçimi gibi özellikler ile bu gereksinim yükselir. Bir motorun oktan sayısı (MOS, motor oktan sayısı), her zaman mevcut yakıtın oktan sayısından birkaç puan daha düşük olmalıdır. Böylece her türlü işletme durumunda vuruntulu motor işletmesi önlenir.

### **Oktan sayısı**

Bir yakıtın oktan sayısı (ROS = Research Oktan Sayısı), benzinin vuruntu direncini bildirir. Oktan sayısı ne kadar yüksek olursa, yakıt o kadar daha yüksek vuruntu direncine sahip olur.

### **Ovulma çizgileri**

İki kaydırma ortağının yağlama tabakasındaki hasardan kaynaklanan ilk teması. Krapaja kıyasla, aşınmada gerçi yüzey yapısı değişir fakat henüz önemli ölçüde değiştirilmez.

### **Ölü nokta**

Piston silindir içinde yukarı aşağı hareket ederken, pistonun hareket yönünü değiştirdiği noktadır. Alt ve üst ölü nokta diye iki farklı nokta vardır.

### **Ön hücre**

Doğrudan enjeksiyon yapılmayan dizel motorlarda yanma odasının bir bölümüdür. Yakıt ön hücreye püskürtülür ve orada tutuşur. Ön hücrede oluşan yüksek basınç ile piston aşağıya hareket ettirilir.

### **Piston aşınma görünümü**

Piston eteğinin silindire dayandığı yüzeydeki piston eteği aşınma görüntüsü.

### **Piston çalışma boşluğu**

Piston çalışma boşluğu, çalışma esnasında ünitelerdeki ısı genleşme sonrasında oluşur. Bunlar farklı yapı özelliklerine ve duvar kalınlıklarına sahip olduğundan, piston ısınma sonucu biçimini değiştirir. Piston, daha fazla malzeme olan kısımda daha fazla genleşir ve bu durum konstrüksiyonda gerektiği şekilde dikkate alınır.

### **Piston fazlalık (çıkıntı) değeri**

Dizel pistonun üst ölü noktada silindir bloğu sızdırmazlık yüzeyinden

dışa taşan çıkıntısı. Taşma ölçüsü, önemli bir ölçüdür ve motorların onarımı esnasında bu ölçüye tam olarak uyulmalı ve ölçü kontrol edilmelidir. Bu şekilde kompresyon oranının doğru olması ve pistonun silindir kapağına çarpmaması garanti edilir.

#### **Piston kolu eksen hatası**

Krank mili ekseni ve piston pimi ekseni arasındaki paralel olmama durumu.

#### **Piston montaj boşluğu**

Yeni pistonun silindir içinde montaj ve çalışma esnasında serbest hareket etmesini sağlayan, piston ve silindir arasındaki boşluk.

Yeni piston ilk birkaç saatlik çalışması sırasında kalıcı şekil değiştirir, bu duruma pistonun çekmesi de denilir. Bunun sebepleri arasında bir yandan ısınma ve bunun sonucunda oluşan birleşme yeri değişimleri ve diğer yandan mekanik yüklenme yer alır. Daıma etek bölgesinde olan en büyük piston ölçüsü bu nedenle alıştırma aşamasında daha belli ölçü değişikliklerine maruz kalır ve bu değişimler şekle, malzeme bileşimine ve özel yüklenmelere göre farklı olabilir. Bu durum alüminyum pistonlar için normal bir çalışma tutumudur ve şikayet için sebep değildir. Yetersiz yağlama, aşırı ısınma veya motorda aşırı yük sonucu meydana gelen piston hasarlarında da piston eteği kalıcı olarak deforme olur. Bunun sonucunda daha da yoğun deformasyonlar ve ölçü değişiklikleri meydana gelir.

Hasar durumunda çoğu zaman aşınmayı değerlendirmek için piston montaj boşluğu incelenir veya hatalı olarak daha sonra montaj boşlukları hesaplanır. Ancak bu mümkün değildir, çünkü daha önce çalışmış olan piston, ilk baştaki yeni parça ile aynı şekle ve ölçülere sahip değildir. Birçok durumda piston eteğindeki en büyük piston ölçüsü çok küçük sanılır ve pistonda aşınma olduğundan yola çıkılır, ancak piston eteğinde ince veya kaplama tamamen korunmuştur.

Daha önce çalışmış olan bir pistonun tespit edilen piston ölçüleri ve bunlarla hesaplanan montaj boşlukları yardımıyla bir motor onarımının kalitesi değerlendirilemez. Pistonun yeni durumdaki malzeme kalitesine ve ölçülerine geriye dönük bilgi edinmek de mümkün değildir.

Montaj boşluğu çok küçükse, yetersiz yağ boşluğundan dolayı krapajlar meydana gelebilir (bkz. "Yetersiz yağ boşluğundan dolayı krapaj hasarları" bölümü). Eğer montaj boşluğu çok büyükse, artan piston eğilmesinden dolayı motor soğukken biraz daha yüksek gürültü oluşur. Bu durum piston krapaj hasarına, daha fazla yağ tüketimine veya başka hasarlara sebep olmaz.

Montaj boşluğu, pistonun çalışma boşluğu ile karıştırılmamalıdır. Çalışma boşluğu ancak pistonun ısı genleşmesinden sonra oluşur ve ölçülemez.

#### **Pistonun aşağı hareketi**

Emme ve çalışma döngüsü esnasında pistonun krank miline doğru hareketi (dört zamanlı motor).

#### **Pistonun çalışma açısı**

Piston pim ekseni etrafında dönme yönü. Piston bu eksen etrafında dönmediği için ve sadece silindir içinde ileri ve geri hareket ettiği için, burada eğilme yönünden de bahsedilir.

#### **Pistonun eğilmesi**

Pistonun silindir içinde basınç tarafından karşı basınç tarafına geçmesi ya da tersi. Piston eğilmesi, strok piston içten yanmalı motorda yanma gürültüsünden sonra ikinci en sesli gürültüdür.

#### **Pistonun yukarı hareketi**

Pistonun krank milinden silindir kapağına doğru hareketi (sıkıştırma ve dışarı atma döngüsü, dört zamanlı motorda).

#### **Plato honlama**

Son silindir taşlama işleminde malzeme yüzeyinde mevcut materyal çıkıntılarının düzleştirildiği ve bu sayede bir plato denilen düzlük sağlandığı işlem. Böylelikle yüzey düzelir, alıştırma tutumu daha iyi olur ve aşınma azalır.

#### **Pompa memesi**

Doğrudan enjeksiyonlu dizel motorda özel konstrüksiyon; bu motorda enjeksiyon memesi ve basınç oluşturucu (pompa) tek bir ünite oluşturur ve doğrudan silindir kapağına monte edilmiştir. Enjeksiyon basıncı, dağıtıcı veya seri enjeksiyon pompasının aksine doğrudan motorun kam mili üzerinden tetiklenen bir pompalı piston üzerinden oluşturulur. Enjeksiyon memeleri elektriksel tetiklenir. Enjeksiyon süresi ve miktarı bir kontrol ünitesi tarafından elektronik ayarlanır.

#### **Pressfit**

Özel bir kayganlık maddesi yardımıyla silindir ana deliğine preslenen kuru silindir gömleği. Burada neredeyse her zaman yarı hazır gömlekler söz konusudur, yani silindir deliği ardından delinip honlanarak nihai çalışmadan geçirilmelidir. Avantaj: Gömlek silindir ana deliğine sıkıca oturur.

#### **Sac kaplama**

Hatalı veya tamamlanmamış silindir nihai işlenmesinde (honlama / çapraz taşlama) silindirin hareket yüzeyini örten koparılmış ve sıkıştırılmış malzeme.

#### **Sac kaplama oluşması**

Silindir hareket yüzeyinde körelmiş honlama taşlarından veya honlama taşlarının aşırı gerilmesinden kaynaklanan malzeme sıkışması.

### **Setan sayısı**

Dizel yakıtının yanma kalitesini / eğilimini gösteren faktör. Setan sayısı ne kadar büyük olursa, yanma eğilimi de o kadar yüksek olur.

### **Segman taşıyıcı**

İçine ilk segman yuvasının açıldığı, nikel oranı yüksek olan dökme demirden segman, döküm işleminde alüminyum piston içine yerleştirilir. Böylece birinci ve bazen ikinci kompresyon halkası, aşınmaya karşı dayanıklı bir yive oturur. Böylelikle daha yüksek çalışma basınçları ve buna bağlı olarak daha büyük yükler elde edilir. Segman taşıyıcılar, dizel pistonlarda Alfin yöntemine göre takılır.

### **Sıkışma yüzeyi**

Silindir kapağına çok yaklaşan piston tabanının bir kısmı. Karışım, kompresyon strokunun sonunda kenar bölgesinden yanma odasının ortasına doğru sürekli daha sıkı bir şekilde sıkıştırılır. Bu da gazların girdap gibi döndürülmesine ve daha iyi yanmaya sebep olur.

### **Sıkıştırma (büzülme) piston kolu**

Piston piminin piston koluna sıkıca bağlanmış olduğu piston kolu (biyel). Pistonun piston kolu ile birlikte montajında, piston kolu yuvası ısıtılır ve piston pimi aşırı soğutulur. Piston piminin büzülmesi ve piston kolu yuvasının genleşmesi sonucunda bir hava boşluğu oluşur ve piston piminin elden takılmasını mümkün kılar. Ardından parçalar soğutulduğunda veya ısıtıldığında, boşluk ortadan kaldırılır ve piston pimi, biyel içerisinde sıkıştırılır. Piston pimi, büzülerek biyel yuvasına takılırken pistonu ısıtmaya gerek yoktur.

### **Slipfit**

Silindir bloğu içine elden itilip takılabilen kuru tip silindir gömlekleri. Bu tip gömlekler genelde tamamen hazır işlenmiştir, yani akabinde silindir deliğinin artık delinmesine ve honlanmasına gerek yoktur. Dezavantaj: Silindir gömleği ve silindir ana deliği arasında boşluk.

### **Soğutma kanallı piston**

Isıl açıdan daha fazla yük uygulanan pistonlar, piston tabanında bir soğutma kanalı ile tasarlanır. Dökülmüş bu soğutma kanalına motorun çalışması esnasında yağ püskürtülür.

### **Sürekli etki sonucu kırılma**

Bir malzeme aşırı yüklenmesi sonucu aniden değil, yavaşça oluşan kırık. Kırılma hızı, birkaç saniyeden birkaç saate veya güne kadar uzanabilir. Kırılmanın sebebi, bir çatlak, hasar veya titreşimlerdir. Kırılma yüzeyleri düzensiz bir şekilde gri ve mat değildir, onun yerine kırılmanın adım adım nasıl ilerlediğini belgeleyen düz çizgilere sahiptir.

### **Teğetsel gerilim**

Silindir içine yerleştirilmiş segmanı, silindir yüzeyine karşı bastıran kuvvet.

### **Temas yüzeyi değişmesi**

Pistonun silindir içinde piston eteğinin küçük dayanma yüzeyinden büyük dayanma yüzeyine geçişidir. Piston üst ölü noktaya geldiğinde, silindire karşı basan piston eteğinin küçük dayanma yüzeyi yer değiştirir. Piston eteğinin büyük dayanma yüzeyi silindir yüzeyine karşı basar.

### **Türbülans odası**

Doğrudan enjeksiyon yapılmayan dizel motorlarda yanma odasının bir bölümüdür. Ön hücreye kıyasla, bu odanın çıkışı deliği daha büyüktür ve türbülans odasına teğetsel bağlanır. Kompresyon esnasında odaya giren hava, odanın şekli nedeniyle yoğun bir şekilde girdap gibi döndürülür. Bu da iyi bir yanmayı teşvik eder.

### **Vuruntu direnci**

Benzinli motor yakıtının kendiliğinden tutuşmaya karşı direnci.

### **Yağ inceltme**

Yağa yakıt karışımını yağ inceltince, yağ inceltmeden bahsedilir. Sebepler: Sık sık kısa mesafe sürüşleri, karışım hazırlamasında veya ateşleme sisteminde arızalar, mekanik motor sorunları nedeniyle yetersiz kompresyon. Yanmamış yakıt silindir yüzeyinde sıvılaşır, orada yağ ile karışır ve böylelikle yağ karterine de gider. Yağın viskozitesi ve yağlama kapasitesi düşer ve bunun sonucunda aşınma ve yağ tüketimi artar.

### **Yağ savrulması**

Amacına uygun olarak krank milinin yatak yerlerinden çıkan yağ. Silindir çalışma yüzeylerini alttan yağ ile ıslatır ve yağlar.

### **Yakıt taşması**

Yanma odasına çok fazla yakıt girmesi. Yakıt, kötü atomize edilmesinden veya aşırı zengin karışım söz konusu olmasından dolayı ünitelere yapışır ve silindir hareket yüzeyindeki yağ tabakasını inceltebilir veya yok edebilir. Sonuç: Sürtünüp aşınmalara veya krapaj hasarlarına neden olan yetersiz yağlama.

### **Yarık ölçüsü**

Piston başı ve silindir kapağı arasında pistonun üst ölü noktasında geriye kalan boşluk. Bir motorun rektifiye edilmesi esnasında üreticinin belirttiği yarık ölçüsüne uyulmalıdır (bkz. Açıklamalı sözlük "Piston fazlalık değeri (taşma seviyesi)"). Yarık ölçüsü kurşun ölçüsü olarak da adlandırılır, çünkü bu ölçü bir kurşun tel yardımıyla da belirlenebilir: Montaj esnasında kurşun tel silindir içine yerleştirilir ve motor bir tur çevrilir. Kurşun tel bu esnada bastırılıp yassılaştırılır ve ardından ölçülebilir. Ezilmiş telin ölçüsüne göre elde edilen ölçüye kurşun ölçüsü denilir.



**Yetersiz yağlama**

Yağ tabakası zayıfladığında ve bunun sonucunda işlevi kısıtlandığında yetersiz yağlama söz konusudur. Sebepler: Çok az yağ, yakıt nedeniyle incelmış yağ tabakası veya kopan yağ tabakası. Bunun sonucunda öncelikle karışık sürtünme ve daha sonra parçalarda krapaj başlangıcı veya krapajlar meydana gelir.

**Yuvarlaklık**

Pistonun etek kısmındaki hafif fıçı gibi şekli.

**Yuvarlama izleri**

Motora giren toz veya kir yüzünden piston segman kenarlarında oluşmuş aşınma izleri. Piston segmanı yivine biriken kirler, yivde ve piston segmanı kenarında aşınma izlerine neden olur. Bunlar, piston segmanının dönmesi ve kirin yüzeye tekrarlanan desenler çizmesi sonucu oluşur.

# BILGI 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.



### 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.

### NEWS

#### 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.rheinmetall.com](http://www.rheinmetall.com)

© MS Motorservice International GmbH – 50 003 973-08 – TR – 05/15 (012020)



4 028977 551024