



TEKNİK REHBER

Eksantrik (Kam) Mili: Arıza Belirtileri, Değişim ve Bakım

Kamyon motorunda kam lobu yüzeyinde parlaklık kaybı ve pul pul dökülme başlarsa sorun tek silindirde kalmaz; iticiler ve yataklar da zincirleme hasar görür.

Bu rehberi PDF olarak indir

Servise gelen ağır ticari araçta şikâyet çoğu zaman belirsizdir. Sürücü "motor bir tıkırtı yapıyor" der, "güçten düştü" der, "rölantide düzensiz çalışıyor" der ya da yalnızca "ses değişti" diye anlatır. Usta kulağını triger tarafına verip valf kapağını açtığı anda karşısına çıkan tablo ise çoğunlukla aynıdır; kam lobu yüzeyi parlaklığını yitirmiş, pul pul dökülmeye (spalling) başlamış ya da itici temas izinde asimetrik bir aşınma oluşmuştur. Eksantrik mili, bilinen adıyla kam mili, motorun "zamanlayıcısıdır". Subapların ne zaman açılıp kapanacağına, bazı motorlarda da enjeksiyon pompasının ne zaman yakıt basacağına o karar verir. Aşındığında motor çalışmaya devam edebilir ama asla eskisi gibi çalışmaz; güç düşer, tüketim artar, ses bozulur ve ihmal edildikçe hasar iticilere, yataklara, hatta triger dişlilerine zincirleme yayılır. Bu rehber, ağır ticari araç dizel motorlarında eksantrik milinin ne iş yaptığını, nasıl arızalandığını, eksantrik mili arızası belirtilerinin nasıl teşhis edildiğini, milin nasıl değiştirildiğini ve ömrünün nasıl uzatıldığını saha diliyle anlatıyor.

Bu doküman, VADEN teknik ekibinin ağır ticari araç motor mekaniğindeki saha ve ürün tecrübesine dayanarak hazırlandı. Metindeki değerler tipik referans aralıklarıdır ve motor ailesine, kam profiline, üretim yılına göre değişir. Kesin tork, boşluk ve tolerans değerleri için her zaman araç/motor üreticisinin güncel servis kılavuzunu esas alın. **Son güncelleme: Temmuz 2026.**

Eksantrik (Kam) Mili Nedir? Görevi ve Çalışma Prensibi

Eksantrik mili, triger sistemi (dişli, zincir veya kayış) üzerinden krank miline zamanlı olarak bağlanan dönen mildir. Üzerindeki kam lobları, emme ve egzoz subaplarının hangi anda açılıp kapanacağını ve ne kadar süre açık kalacağını tayin eder. Bazı motorlarda aynı mil yakıt besleme pompasını ya da mekanik enjeksiyon pompasını da tahrik eder.

Çalışma prensibi motorun dört zamanlı çevrimine dayanır. Krank mili iki tam tur (720°) attığında kam mili yalnızca bir tur (360°) döner; bu 2:1 oranını triger dişlisi, zincir ya da kayış sabit tutar ve motordaki "zamanlama işaretleri" de bu senkronizasyon bozulmasını diye oradadır. Her lob, kendi silindirindeki supabı ya da pompa elemanını itme anına geldiğinde hareketi itici (tapet/valve lifter) üzerinden aktarır. Hareket ya aracısız olarak supaba gider ya da itme çubuğu (pushrod) ve rokerkolu üzerinden ona ulaşır. Motorun volümetrik verimini, gaz değişimini ve sonuçta gücünü lobun profili, yani yüksekliği, açılma açısı ve rampa eğimi tayin eder.

Ağır ticari dizel motorlarda iki temel yerleşimle karşılaşsınız. Blok içi (in-block, OHV) tasarımda kam mili blok gövdesinde, krank milinin hemen üstünde durur ve hareketi itme çubukları ile rokerkolu üzerinden supaplara aktarır. Bu düzen klasik ve orta yaşlı ağır dizel motor ailelerinde yaygındır; mil de çoğu zaman ön taraftan çekilerek sökülür. Kafa üstü (OHC — SOHC/DOHC) tasarımda ise kam mili silindir kafasının içindedir ve hareketi rokerkolu, hidrolik/mechanik itici ya da lobun üzerine bastığı bardak tipi itici üzerinden iletir. Modern common rail ağır ticari motorlarda iki mimari de kullanılır; OHC tasarımlar ise çoğu zaman daha yüksek devir kararlılığı ve daha hassas zamanlama sunar.

Kam mili sadece supap tahriki ile sınırlı değildir. Klasik sıralı enjeksiyon pompalı motorlarda pompa gövdesi içindeki ayrı bir kam mili (veya ana kam milinin üzerindeki ek bir eksantrik) enjeksiyon zamanlamasını ve debisini belirler; mekanik besleme pompası da yine kam mili

üzerindeki ayrı bir eksantrikten tahrik alır. Unit pump / pompa-enjektör (PLD) mimarisinde ise ana kam mili üzerinde her silindir için ayrı, yüksek yükü kaldıracak şekilde güçlendirilmiş enjeksiyon lobları bulunur — bu loblar normal supap loblarına göre çok daha yüksek temas basıncına maruz kalır ve aşınmaya karşı daha hassastır. Bazı motor ailelerinde motor freni (dekompresyon/Jake brake tipi) tahriki için ayrı bir lob veya ayrı bir yardımcı kam mili de bulunabilir.

- **Kam lobları:** Emme, egzoz ve — donanıma göre — enjeksiyon/besleme pompası tahrik lobları; yüzeyleri sertleştirilmiş ve taşlanmıştır.
- **Yatak muylusu (journal):** Kam milinin blok veya kafa üzerindeki yataklarda döndüğü, taşlanmış silindirik yüzeyler.
- **Yatak kovanları / bujıları (bearing/bushing):** Muyluyla temas eden, genelde bronz veya çok katmanlı metal kaplamalı aşınma elemanları.
- **Triger dişlisi veya kasnağı:** Krank miliyle zamanlı bağlantıyı sağlayan, üzerinde zamanlama işareti bulunan eleman.
- **Sensör hedef çarkı (tone wheel):** Kam mili konum sensörünün (CMP) okuduğu, enjeksiyon/ateşleme sırasını belirlemeye yarayan dişli veya çentikli disk.
- **İtici / tapet:** Kam lobuna temas eden, hareketi supaba veya itme çubuğuna aktaran aşınma elemanı; kam ile birlikte eşleşmiş çift olarak çalışır.
- **Eksenel sabitleme (thrust) plakası veya flanş:** Kam milinin eksenel (ileri-geri) hareketini sınırlayan parça; aşındığında eksenel boşluk (end float) büyür.

Blok içi (in-block, OHV) kam mili

Krank miline yakın konumu sayesinde kısa ve rijit bir triger zinciri/dişlisi kullanır; genelde uzun ömürlüdür. Buna karşılık itme çubuğu ve rokerkolu zincirinde ilave aşınma noktaları oluşur, bu da supap boşluğu ayarının periyodik olarak yapılmasını gerektirir.

Kafa üstü (OHC) kam mili

Daha hassas zamanlama ve daha yüksek devir kabiliyeti sağlar; ancak zincir veya kayış geriliminin doğru tutulması kritik önemdedir. Kayışla tahrik edilen tiplerde kayış değişim periyoduna kesinlikle uyulmalıdır — kayış koptuğunda çoğu motor tasarımında supap-piston çarpışması (interference) riski vardır.

Enjeksiyon/besleme pompası tahrik lobu olan kam milleri

Bu loblar normal supap loblarından farklı olarak sürekli yüksek temas basıncı altında çalışır. Aşınması genelde önce enjeksiyon zamanlamasında kayma, güç kaybı ve duman artışı olarak kendini gösterir; supap tıkırtısı gibi belirgin bir ses her zaman eşlik etmeyebilir. Bu nedenle bu tip motorlarda güç kaybı şikayetinde kam mili her zaman akla gelmelidir.

Yerleşim / mimari	Tahrik	Hareket iletimi	Öne çıkan arıza eğilimi
Blok içi (in-block, OHV) klasik ağır dizel	Dişli veya kısa zincir	İtme çubuğu + rokerkolu	Lob yüzey aşınması, itici oyulması, yatak aşınması
Kafa üstü SOHC common rail	Zincir veya kayış	Rokerkolu veya doğrudan bardak itici	Zincir/kayış gerginlik kaybı, hidrolik itici arızası

Yerleşim / mimari	Tahrik	Hareket iletimi	Öne çıkan arıza eğilimi
Kafa üstü DOHC yüksek devir ağır dizel	Zincir, çift sıra	Doğrudan veya kısa rokerkolu	Sensör hedef çarkı hasarı, zamanlama sapması
Sıralı enjeksiyon pompalı (mekanik) klasik dizel	Ana kam mili + pompa içi kam mili	İtici/makara üzerinden pompa pistonu	Enjeksiyon lobu aşınması, pompa senkron kayması
Unit pump / pompa-enjektör (PLD) mimarisi	Güçlendirilmiş ana kam mili	Yüksek yüklü roker/itici üzerinden	Enjeksiyon lobu erken aşınma, yüksek nokta yükü hasarı

Parça numarası doğrulaması şart. Aynı motor ailesinde bile kam profili (lob yüksekliği ve açılma açısı), yatak muylusu çapı, lob sayısı/dizilimi ve sensör hedef çarkı diş sayısı üretim yılına ve emisyon versiyonuna göre değişebilir. Sipariş öncesi mutlaka sökülen parçanın üzerindeki OE numarasını, araç şase/motor numarasını ve varsa kam profil kodunu karşılaştırın. Yanlış kam profili, motor çalışsa bile güç eğrisini ve emisyon uyumunu bozar.

Kam milini krank miline bağlayan zamanlama elemanının tipine göre bakım yaklaşımı ve kopma senaryosunun sonuçları için **triger (zamanlama) kayışı** rehberine bakabilirsiniz.

Arıza Belirtileri ve Teşhis

Kam mili arızası çoğu zaman yavaş ilerler ve ilk belirtileri başka bileşenlere, örneğin enjektöre, turboya ya da valf ayarına yorulur. Bu yüzden sesi ve performans kaybını birlikte değerlendirip mekanik kaynağı adım adım elemek gerekir. Sahada en sık karşılaşılan eksantrik mili arızası belirtilerini ve ayırt edici kontrol yöntemlerini aşağıdaki tablo özetliyor.

Belirti	Olası Neden	Kontrol / Doğrulama
Valf kapağı bölgesinden metalik tıkırtı, devirle artan	Kam lobu veya itici yüzeyinde aşınma, supap boşluğunun büyümesi	Motoru dinlemeli, önce supap boşluğunu ölçüp ayarlayın; ayar sonrası ses devam ediyorsa lob/itici şüphesi güçlenir
Belirgin güç kaybı, özellikle orta-üst devirde	Lob yüksekliğinin aşınmayla azalması, subap açıklığının kısılması	Silindir bazlı kompresyon veya güç dengesizliği testi yapın; sökülü kam milinde lob yüksekliğini mikrometreyle ölçün
Rölantide düzensizlik, tek silindir katkısında dalgalanma	Bir veya birkaç lobda lokal aşınma/pitting, o silindirde subap zamanlaması bozuk	Silindir devre dışı bırakma (cylinder cut-out) testiyle etkilenen silindiri belirleyin
Yağ basıncında düşüş, özellikle rölantide	Kam yatağı boşluğunun büyümesi (yatak aşınması)	Yağ basıncını rölanti ve devirde ölçün; sökülme yatak boşluğunu plastigage veya mikrometreyle doğrulayın
Yağ filtresi veya miknatısında metal parçacık/talaş	İleri düzey lob veya yatak aşınması, malzeme dökülmesi	Yağ analizi yaptırın (demir/krom değeri); filtreyi kesip talaş büyüklüğünü inceleyin

Belirti	Olası Neden	Kontrol / Doğrulama
Kam mili konum sensörü arıza kodu, marşta güçlük	Sensör hedef çarkında hasar/kirlenme veya sensör hava boşluğu sapması	Arıza kodunu okuyup sensör sinyalini osiloskopla kontrol edin; hedef çarkı gözle inceleyin
Mekanik enjeksiyon pompalı motorda güç kaybı ve artan duman (tıkırtı olmadan)	Enjeksiyon/besleme pompası tahrik lobunun aşınması, zamanlama kayması	Enjeksiyon zamanlamasını ölçün; pompa tahrik lobunu ve ilgili iticiyi sökölü halde inceleyin
Triger bölgesinden gevşek/çirpintılı ses	Zincir/kayış gerginlik kaybı, dişli aşınması, kam mili eksenel boşluğunun büyümesi	Zincir/kayış gerginliğini kılavuza göre kontrol edin; kam mili eksenel boşluğunu (end float) dial indicator ile ölçün

Lob yüksekliği ve profil ölçümü: en güvenilir tek test

Kam mili söküldükten sonra her lobun yüksekliğini mikrometreyle ölçüp üreticinin referans değeriyle karşılaştırın. Loblar arasındaki fark, aşınmanın tek bir lobda mı kaldığını yoksa milin geneline mi yayıldığını gösterir. Mili sökmeden yaklaşık bir fikir edinmek isterseniz supap boşluğu takip testine başvurabilirsiniz; soğukken doğru ayarlanmış boşluk kısa sürede yeniden açılıyorsa lob ya da itici aşınmasından güçlü biçimde şüphelenilir.

Görsel inceleme: pitting, spalling ve renk değişimi

Kam lobu yüzeyinde noktasal çukurlaşma (pitting), pul pul dökülme (spalling) veya mavimsi-morumsu aşırı ısınma rengi, yağlama yetersizliği veya malzeme yorulmasının klasik izleridir. İtici temas yüzeyinde merkez dışı (eksantrik) aşınma izi varsa, itici kendi ekseninde dönmüyor demektir — bu durumda tek başına kam mili değişimi sorunu çözmez, itici de birlikte yenilenmelidir.

Yatak mı, lob mu, sensör mü? Ayırt etme mantığı

Kaynağı ayırt ederken sökümü sona bırakın. Önce (1) supap boşluğu ölçülüp ayarlanır, ardından (2) yağ basıncına, yağ kalitesine ve yağ analizine bakılır. Sonra (3) kam mili konum sensörünün sinyali ve hedef çarkın durumu, (4) triger gerginliği ve senkron işaretleri kontrol edilir; (5) lob yüksekliği ile yatak/muylu ölçümü ise sökölü kam milinde yapılır. Supap ayarından sonra ses ve performans düzeliyorsa kam mili şüphesi zayıflar, ama ayara rağmen ses aynen sürüyorsa mekanik aşınma kesinleşir ve söküm gerekir.

Teşhis sırasının ilk basamağı olan supap boşluğunun neden bırakıldığını ve hangi durumlarda yeniden kontrol edildiğini **supap (külbütör) ayarı** rehberinde ayrıntılı olarak bulabilirsiniz.

İleri okuma

Bu konunun sade dille teknik özeti için [Wikipedia](#) üzerindeki başvuru makalesine bakın. Somut değerleri ve prosedürleri her zaman araç üreticisinin servis verileriyle teyit edin.

Değişim / Montaj Adımları

Kişisel koruyucu ekipman ve güvenlik. İşe başlamadan kontağı kapatın, akü şalterini kesin ve motorun soğumasını bekleyin. Triger kapağını ve valf kapağını sökerken iş eldiveni ile koruyucu gözlük kullanın, çünkü keskin metal kenarlara ve sıcak yüzeylere temas riski vardır. Kabin devrilecekse önce devirme kilidini ve destek çubuğunu kontrol edin. Krank milini elle çevirecekseniz marş motorunun akü bağlantısını kesin ve sıkışma riskine karşı ellerinizi hareketli parçalardan uzak tutun.

- 1 Ön kontrol ve teşhis kaydı:** Söküme başlamadan önce supap boşluklarını, yağ basıncını ve varsa arıza kodlarını kaydedin. Bu kayıt montaj sonrası karşılaştırma için gereklidir.
- 2 Aracı emniyete alın:** Düz zemin, el freni çekili, takozlar yerinde, akü şalteri kapalı.
- 3 Üst ölü noktayı (ÜÖN) bulun ve işaretleyin:** Krank milini kılavuzda belirtilen yönde çevirerek 1. silindiri ÜÖN'e getirin; kam mili ve krank mili zamanlama işaretlerini fotoğraflayın ve gerekiyorsa ek işaret koyun. Bu adım motorun zamanlamasını geri kurmanın tek güvenilir referansıdır.
- 4 Triger kapağını ve ilgili aksesuar tahriklerini sökün:** Alternatör, su pompası kayışı gibi triger kapağına erişimi engelleyen parçaları sökün; sökülen her parçanın konumunu not edin.
- 5 Triger dişlisini/zincirini/kayışını gevşetin ve çıkarın:** Gerginlik elemanını boşaltmadan önce zamanlama işaretlerinin hizasını bir kez daha doğrulayın. Zincir/kayış işaretli yönde çıkarın; dişliyi krank miline bağlı bırakın.
- 6 Rokerkolu/itme çubuğu grubunu sökün (blok içi tasarımda):** Her itme çubuğunu ve rokerkolunu söküldüğü silindir ve sıra numarasıyla işaretleyin; karıştırlarsa eski aşınma eşleşmesi bozulur.
- 7 İticileri (tapet) çıkarın ve numaralandırın:** İticiler kam lobuyla eşleşmiş aşınma çiftleridir; sökölme sırasıyla numaralandırın. Eski kam mili ile devam edilmeyecekse iticilerin de yeni takım halinde değiştirilmesi önerilir.
- 8 Yatak kapaklarını sökün veya kam milini ön/arka taraftan dikkatle çekin:** Yatak kapaklı tasarımda kapakları sıra ve yön işaretleyerek gevşetin; blok içinden çekilen tasarımda lobların yatak yüzeylerine çarpmaması için milin eksenini boyunca dikkatle ve destekleyerek çıkarın.
- 9 Yatakları, muylu yüzeylerini ve kanalları kontrol edin:** Yağ kanallarını basınçlı havayla temizleyin, yatak kovanlarını çizik ve renk değişimi açısından inceleyin; gerekiyorsa yatakları da yenileyin.
- 10 Eski parçayı yeni parçayla birebir karşılaştırın:** Lob sayısı ve dizilimi, muylu çapı, sensör hedef çarkı diş sayısı ve triger ucu bağlantı tipi aynı olmalı. Farklılık varsa monte etmeyin, referansı yeniden doğrulayın.

- 11 Yeni kam milini ön yağlayarak takın:** Lobları ve muyluları motor yağı veya üretici onaylı montaj yağıyla (assembly lube) bolca yağlayın; kuru montaj ilk çalıştırmada geri dönüşsüz yüzey hasarına yol açar. Kam milini yavaşça yerine kaydırın.
- 12 Yatak kapaklarını veya sabitleme flanşını takın:** Kılavuzdaki sırayla ve torkla, çapraz sıkma düzeninde sıkın. Eksenel boşluğu (end float) montaj sonrası dial indicator ile ölçüp toleransla karşılaştırın.
- 13 İtici, itme çubuklarını ve rokerkollarını orijinal sırasına göre geri takın:** Numaralandırmaya birebir uyun; yeni kam ile yeni itici takımı kullanıyorsanız üreticinin belirttiği ilk çalıştırma (break-in) prosedürünü uygulayın.
- 14 Triger dişlisini/zincirini/kayışını zamanlama işaretlerine göre yeniden kurun:** Krank ve kam işaretlerini tekrar hizalayın, gerginlik elemanını kılavuza göre ayarlayın. Bu adımda hata, motoru ciddi şekilde hasar verebilecek bir zamanlama sapması yaratır.
- 15 Supap boşluklarını ayarlayın:** Kılavuzdaki soğuk değerlere göre tüm silindirlerin supap boşluğunu ayarlayın; bu adım kam mili değişiminin doğruluğunu doğrudan etkiler.
- 16 Triger kapağını ve sökülen aksesuarları takın, çalıştırma ve son kontrol yapın:** Motoru çalıştırmadan önce krank milini elle bir tam tur çevirerek serbest dönüşü doğrulayın. Motoru çalıştırıp rölantide ve orta devirde sesi, yağ basıncını ve varsa arıza kodlarını kontrol edin; kısa bir yol testinden sonra tekrar bakın.

Dikkat Edilmesi Gerekenler (Sık Yapılan Hatalar)

En pahalı hata, zamanlama işaretini kaçırmaktır. Kam mili ile krank mili arasındaki senkronizasyona bir kez bakıp geçemezsiniz; bu, kesin olarak doğrulanması gereken bir adımdır. Birçok ağır ticari motorda supap ile piston arasındaki mesafe (interference engine) çok dar olduğu için yanlış zamanlama supap-piston çarpışmasına, kırık supaba ve piston hasarına yol açabilir. Bu yüzden işaretleri fotoğraflamak ve montajdan sonra krank milini elle çevirip serbest döndüğünü doğrulamak zorunludur.

Eski itici ile yeni kam milini birlikte kullanmayın. Aşınmış iticinin temas yüzeyi artık yeni kam lobunun profiline uymaz. Bu uyumsuzluk yeni mili hızlı ve düzensiz aşındırır, arıza da kısa sürede tekrarlar. Kam mili değişiminde iticileri de birlikte yenilemek standart uygulamadır, hele temas yüzeyinde iz, oyulma ya da renk değişimi görülüyorsa.

Montaja geçmeden yağ kanallarını temizleyin. Temizlenmemiş kanaldan eski yatak talaşı yeni parçaya taşınabilir ve o zaman yeni kam mili de kısa sürede aynı hasarı görür. Lob ve muylu yüzeyleri yağlamaya en çok ilk çalıştırma anında ihtiyaç duyar, bu yüzden montaj yağı kullanılmadan yapılan kuru montaj ilk birkaç dakikada geri dönüşsüz aşınmaya yol açabilir. Yeniden kullanılacak iticileri de sökölme sırasına göre geri takın; rastgele yerleşen iticiler eşleşmiş aşınma çiftini bozar ve erken arızaya zemin hazırlar.

Cıvataları tork anahtarıyla sıkın. Yatak kapağı ve triger dişlisi cıvatalarına aşırı tork uygulandığında dişler sıyrılır, yatak deforme olur. Yatak boşluğunu Plastigage veya mikrometreyle doğrulamadan da geçmeyin, çünkü aşırı sıkı ya da aşırı gevşek kalan yatak, montaj sonrası erken

arızanın en sık nedenidir. Eksenel boşluğu (end float) ölçmeden montajı tamamlamak da aynı sınıftan bir hatadır; aşırı eksenel boşluk kam milinin çalışırken kaymasına ve sensör hedef çarkı ile sensör arasındaki mesafenin bozulmasına yol açabilir.

Zamanlama işaretlerini gözle "yaklaşık" hizalamak da sık yapılan bir kolaylıktır. Bir diş kayması bile enjeksiyon zamanlamasını ve supap-piston mesafesini bozar; işaretleri kılavuzdaki tarife göre birebir hizalayın. İlk çalıştırma (break-in) prosedürü de atlanmamalı. Bazı motor ailelerinde yeni kam-itici takımı için ilk dakikalarda belirli bir devirde çalıştırma önerilir ve bu adım atlanırsa yüzeyler arasında sağlıklı bir aşınma tabakası oluşmaz.

Teknik Değerler ve Kontrol Noktaları

Aşağıdaki değerler ağır ticari araç dizel motorlarında *tipik / genel referans* aralıklarıdır. Motor ailesine, kam profiline ve üreticiye göre değişir; kesin değer için servis kılavuzu esastır.

Parametre	Tipik referans aralığı	Not
Kam yatağı radyal boşluğu	yaklaşık 0,03 – 0,10 mm	Aşırı boşluk yağ basıncı düşüklüğüne, aşırı sıklık sıcak yakmaya yol açar
Eksenel boşluk (end float)	yaklaşık 0,05 – 0,30 mm	Sabitleme plakası/flanş aşınmasında büyür; sensör hava boşluğunu etkiler
Kam mili radyal salgı (runout)	tipik olarak 0,02 – 0,05 mm altında	Bu değer üzerinde titreşim ve erken yatak aşınması riski artar
Lob yüksekliği aşınma toleransı	üretici referansından yaklaşık 0,1 – 0,3 mm sapma sınırı	Motor ailesine göre çok değişir; kesin değer kılavuzdan alınmalı
Kam mili konum sensörü hava boşluğu	yaklaşık 0,5 – 1,5 mm	Aşırı boşluk sinyal zayıflığına, arıza koduna yol açar
Supap boşluğu (soğuk, tipik ağır dizel)	emme yaklaşık 0,20 – 0,40 mm / egzoz yaklaşık 0,40 – 0,60 mm	Motor ailesine göre değişir; sıcak/soğuk ayar farkına dikkat edin
Yağ basıncı, rölanti (sıcak motor)	yaklaşık 1 – 2 bar	Belirgin düşüş yatak boşluğu büyümesine işaret edebilir

Bağlantı noktası	Tipik tork aralığı	Uyarı
Kam mili yatak kapağı cıvataları	yaklaşık 20 – 45 Nm	Çapraz sırayla, kademeli sıkın; bazı motorlarda açılı kontrollü (torque-to-yield) sıkma gerekir
Triger dişlisi/kasnak göbek cıvatası	yaklaşık 80 – 180 Nm	Motor ailesine göre çok geniş aralık; kesin değeri kılavuzdan doğrulayın
Kam mili sabitleme flanş cıvataları	yaklaşık 20 – 30 Nm	Aşırı sıkma flanş deformasyonuna ve eksenel boşluk hatasına yol açar
Rokerkolu mil/braket cıvataları	yaklaşık 25 – 50 Nm	Çapraz sırayla sıkın, tek seferde tam torka çıkmayın
Kam mili konum sensörü cıvatası	yaklaşık 8 – 12 Nm	Aşırı tork sensör gövdesini çatlatabilir

Kam milini sökmeden önce, imkân varsa eski parçanın her lobunu fotoğraflayıp numaralandırın. İleride "hangi lobda ne kadar aşınma vardı" sorusuna dönmeniz gerektiğinde bu kayıt hem garanti değerlendirmesinde hem de arıza kök nedeni analizinde işinize yarar.

Sökülen parçalar size çok şey anlatır. Lob yüzeyinde parlak, aynalı bir bölge görüyorsanız bu erken pitting'in habercisidir ve çukurlaşma henüz başlamadan değişimi planlamak gerekir. İtici temas izi lob merkezine göre kaymışsa itici kendi ekseninde dönmüyordur; kam miliyle birlikte değişmelidir. Yatak kovanlarındaki mavi ya da kahverengi lekeler yağlama yetersizliğinin izidir, ama iş orada bitmez; kaynağını, yani yağ pompasını ya da kanal tıkanıklığını da ayrı olarak araştırmak gerekir. Sensör hedef çarkında eğilme veya kırık diş varsa sensör sinyali düzensizleşir ve motor yönetim sistemi hatalı zamanlama uygulayabilir.

Montajdan sonraki ilk çalıştırmada, üretici prosedürüne uygunsa motoru birkaç dakika sabit orta devirde tutmak yeni yüzeylerin sağlıklı aşınmasına yardımcı olur. İlk 500 – 1000 km'nin ardından yağ basıncını ve motor sesini yeniden kontrol edin.

Bakım ve Servis Ömrü

Doğru yağlama koşullarında çalışan bir kam mili, motorun en uzun ömürlü mekanik bileşenlerinden biridir. Ömrünü kısaltan ise neredeyse her zaman yağlama disiplindeki bir açık, geciken bir supap ayarı ya da yanlış eşleşmiş ikinci el veya uygunsuz itici kullanımıdır. Kam lobu ile itici arasındaki temas motor yağının hidrodinamik film tabakasına bağlıdır; bu film incelendiğinde metal metale temas başlar ve aşınma hızla ilerler.

Kam milini uzun yaşatan alışkanlıkların başında yağ gelir. Yağ değişim periyoduna sadık kalın, üreticinin belirttiği aralığı ve viskozite/spesifikasyonu kullanın; araç ağır yük altında, tozlu ortamda ya da sık durma-kalkmayla çalışıyorsa periyodu kısaltın. Yağ filtresini ve filtre kalitesini de standart hale getirin, çünkü düşük kaliteli ya da süresi geçmiş bir yağ filtresi aşındırıcı partiküllerin kam-itici temas yüzeyine ulaşmasına izin verir. Periyodik yağ analizi veya filtre incelemesi ise metal talaşını erken yakalayıp kam ve yatak aşınmasını ciddi hasar oluşmadan fark etmenin en ucuz yoludur.

Supap boşluğu ayarını da ihmal etmeyin. Açık kalan boşluk hem gürültü hem darbe yükü yaratır; kapanan boşluk ise supabın tam oturmamasına ve aşırı ısınmaya yol açar. İki durumda da kam lobu dolaylı olarak yorulur. Triger gerginliğini de periyodik olarak kontrol edin; gevşek bir zincir ya da kayış kam-krank senkronunda mikro sapmalara ve titreşime yol açar, bu da lob yüzeyinde düzensiz aşınma olarak geri döner.

Motoru nasıl çalıştırdığınız da hesaba girer. Soğuk çalıştırmada rölantiyi kısa tutun, ama motor tam yağ basıncına ulaşmadan yüksek devire de çıkmayın; henüz yeterli yağ filmi oluşmamış lob yüzeylerinde bu, aşınmayı hızlandırır. Haftalarca duran araçlarda yağ film tabakası büyük ölçüde akmış olabilir, o yüzden uzun park sonrasındaki ilk çalıştırmada yüksek devirden kaçının. Kam mili yenilenirken de set mantığıyla düşünün; aşınmış iticiler, yatak kovanları ve gerekiyorsa triger geren/kılavuz elemanları birlikte değerlendirilmeli, çünkü tek parçayı yenileyip gerisini bırakmak arızayı geri getirir.

Pratikte, yağ periyoduna sadık kalınan ve supap ayarı ihmal edilmeyen, iyi bakılmış bir filo aracında kam mili motorun büyük revizyon aralıklarına yakın bir ömür verir. Yağ değişimi

geciktiğinde, supap boşluğu ayarsız kaldığında ya da itici uygun eşleşmediğinde ise aynı parça çok daha erken yorulur. VADEN ORIGINAL kataloğunun Eksantrik grubunda eksantrik dişlisi, eksantrik kapağı ve kapak contası yer alır; bu parçalar ağır ticari araç motor uygulamaları için OE referanslarıyla eşleştirilmiştir ve stokta bulunur.

Doğru teşhis edilmiş bir kam mili sorunu, zamanında yapılan bir değişimle motorun genel revizyonuna kadar sorunsuz çalışması arasındaki farkı belirler. VADEN ORIGINAL kataloğunda Eksantrik grubu altında eksantrik dişlisi, eksantrik kapağı ve kapak contası, ağır ticari araç dizel motorları için OE referanslarıyla eşleştirilmiş şekilde stoklu olarak yer alır; aracınızın motor ve şase bilgisiyle doğru referansı belirleyip kapak contası ile eksantrik dişlisini de aynı işe dahil etmek, sahada en çok geri dönüşü olan hazırlıktır.

Bu doküman bilgilendirme amaçlıdır; uygulamada araç üreticisinin güncel servis kılavuzu ve güvenlik talimatları esas alınmalıdır. Değerler yaygın ağır ticari sistemler için genel referanslardır; model-özel kesin değerler için ilgili OE servis dokümanını kullanın. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com