



TEKNİK REHBER

Kaliper Mekanizma: Rulman, Krank & Yay: Arıza Belirtileri, Değişim ve Bakım

Ağır ticari araç kaliper mekanizmasında rulman, krank ve yay aşınınca fren nasıl davranır? Sıkışma belirtileri ve mekanizma değişimi.

Serviste bir çekicinin arka aksı kaldırılmış, tekerlek elle çevriliyor. Disk üzerinde hafif bir sürtünme normaldir ama bu seferki farklı: tekerlek her turda aynı noktada hafif bir "tık" sesi veriyor. Bir başka araçta ise tam tersi bir belirti var — fren pedalı bırakıldığı hâlde balata diskten ayrılmıyor, birkaç kilometre sonra jant elle tutulamayacak kadar ısınıyor. İki belirtinin de kaynağı kaliperin gövdesinde değil, gövdenin içinde saklı, gözle görülmeyen bir düzenekdir: krank mili, rulmanlar, geri dönüş yayı ve ayar dişli grubu. Bu dört bileşen, fren körüğünden gelen düz çizgisel itmeyi balatayı diske bastıran kuvvete çeviren mekanizmayı oluşturur. Bu rehber, havalı diskli fren kaliperinin bu iç mekanizmasını — nasıl çalıştığını, nasıl arızalandığını ve nasıl değiştirildiğini — baştan sona ele alır.

Bu doküman VADEN teknik ekibi tarafından ağır ticari araç havalı diskli fren sistemleri için hazırlanmıştır. Buradaki değerler genel referans niteliğindedir; kesin veriler için aracın motor ve şasi kodu ile eşleşen güncel OE servis kılavuzu esastır. Son güncelleme: Eylül 2026. Hava diskli fren kaliperinin işlevi ve terminolojisi ECE R13 (BM fren yönetmeliği) ile ISO 611 (karayolu taşıtlarında frenleme terimleri) kapsamında tanımlanır.

Kaliper mekanizması nedir? Görevi ve çalışma prensibi

Kaliper mekanizması, havalı diskli frende fren körüğünden gelen doğrusal itme kuvvetini balatayı diske bastıran kuvvete çeviren krank (eksantrik) mili, bu mili taşıyan rulmanlar, fren bırakıldığında düzeneği başlangıç konumuna geri getiren geri dönüş yayı ve balata aşındıkça çalışma boşluğunu otomatik sabit tutan ayar dişli grubundan oluşan iç düzenektir. Bu dört bileşen birlikte kaliperin fren gücünü tutarlı ve öngörülebilir biçimde üretmesini sağlar.

Kuvvet zinciri şöyle işler: fren pedalına basıldığında körüğe hava basıncı verilir, körüğün itici mili (pushrod) kaliperin dışına çıkıntı yapan kola bağlıdır. Bu kol, kaliper gövdesinin içindeki krank miline dönme hareketi aktarır. Krank milinin üzerindeki eksantrik profil dönerken, üzerine oturan köprü (bridge) plakasını diske doğru doğrusal olarak öteler. Köprü, ayar dişli grubuna bağlı baskı pimlerini iter; iç balata önce diske temas eder, oluşan reaksiyon kuvvetiyle kaliper gövdesi kılavuz pimler üzerinde kayar ve dış balata da diske bastırılır. Sonuç, tek bir körük hareketinin iki balatayı da eşit kuvvetle diske sıkıştırmasıdır.

Bu düzeneğin ikinci işlevi kaldıraç etkisidir: krank kolunun geometrisi, körükten gelen nispeten mütevazı kuvveti büyüterek balataya aktarır. Üçüncü işlevi ise tekrarlanabilirliktir — kaliper mekanizması binlerce fren uygulamasında aynı boşluk ve aynı kuvvet-yolu ilişkisini korumak zorundadır; aksi hâlde pedal hissi değişir, fren tepki süresi uzar veya balata erken aşınır.

Krank (eksantrik) mili nasıl çalışır?

Krank mili, kaliper gövdesi içinde yatay eksenle konumlanan, bir ucu körük kolundan gelen döndürme hareketini alan çelik millerdir. Milin üzerinde, ekseninden kaydırılmış bir eksantrik veya kam profili bulunur; mil döndükçe bu profil köprü plakasını ittirerek dönme hareketini doğrusal harekete çevirir. Krank milinin dönme açısı sınırlıdır — tam bir devir değil, birkaç derecelik bir açı balatayı diske temas ettirmeye yeter. Bu küçük açı, hem hızlı tepki hem hassas kuvvet kontrolü sağlar.

Rulmanlar (itici rulmanlar) neden gerekli?

Krank milinin her iki ucunda ve köprü plakasının gövde içinde kaydığı yüzeylerde rulmanlar veya kayma burçları bulunur; ağır vasıta kaliperlerinde yaygın çözüm içneli rulmandır. Rulmanların görevi sürtünmeyi en aza indirmektir — sürtünme ne kadar düşükse, körükten gelen kuvvetin o kadar büyük kısmı balataya aktarılır, ısıya dönüşen pay o kadar azalır. Rulmanlar aynı zamanda krank milinin ekseninde sabit kalmasını sağlar; aşındıklarında milde radyal boşluk oluşur, bu da köprünün eğik hareket etmesine ve balatanın düzensiz aşınmasına yol açar.

Geri dönüş yayı ne işe yarar?

Fren pedalı bırakıldığında körükteki hava basıncı düşer, ancak krank milini ve köprü plakasını başlangıç konumuna geri getirecek ayrı bir kuvvete ihtiyaç vardır — bu görevi geri dönüş yayı üstlenir. Yay, balata ile disk arasında dar ama tespit edilebilir bir çalışma boşluğu (running clearance) oluşturulmasını garanti eder. Bu boşluk olmadan balata diskle sürekli temasta kalır; sürüklenen bir balata ısınır, yakıt tüketimini artırır ve erken aşınır.

Ayar dişli grubu (otomatik ayar mekanizması) nasıl çalışır?

Balata her fren uygulamasında çok az miktarda aşınır; bu aşınma telafi edilmezse çalışma boşluğu giderek büyür, pedal seyri uzar ve fren tepkisi gecikir. Ayar dişli grubu, krank miline entegre bir kavrama-dişli veya sonsuz vida (worm gear) düzeneğidir; her fren uygulamasında çalışma boşluğu tanımlanan sınırı aştığında mekanizma bir kademe ilerleyerek ayar vidasını döndürür ve balata-disk boşluğunu sabit tutar. Bu otomatik ayar sayesinde sürücü, balatanın kullanım ömrü boyunca aynı pedal seyrini ve aynı fren tepkisini hisseder; manuel ayar ihtiyacı ortadan kalkar.

Kaliper mekanizmasının bileşenleri ve görevi

Bileşen	Görevi	Aşınınca ortaya çıkan belirti
Krank (eksantrik) mili	Körükten gelen dönme hareketini köprüye doğrusal itme olarak aktarır	Eksantrik profilde aşınma, düzensiz balata baskısı
İtici rulmanlar	Krank milini ve köprüyü düşük sürtünmeyle destekler	Radyal boşluk, tık/vuruntu sesi, ısı artışı
Köprü (bridge) plakası	Krank milinden aldığı hareketi ayar dişli grubuna iletir	Eğik oturma, tek taraflı balata aşınması
Geri dönüş yayı	Fren bırakıldığında düzeneği başlangıç konumuna getirir	Balata sürüklenmesi, sürekli hafif temas
Ayar dişli grubu	Balata aşındıkça çalışma boşluğunu otomatik sabit tutar	Pedal seyrinde uzama, gecikmeli fren tepkisi
Toz körüğü / keçeler	Krank mili ve köprüyü kir, nem ve tuzdan korur	İç korozyon, mekanizmanın tutukluk yapması

Kaliper mekanizması ile kampana fren ayar kolu (slack adjuster) arasındaki fark nedir?

Kampanalı frende otomatik ayar, kaliper dışında ayrı bir kol ve tambur düzeneğiyle (slack adjuster) yapılır; körüğün itici mili bu kolu dışarıdan hareket ettirir ve kol gözle izlenebilir. Diskli

frende ayar mekanizması ise kaliper gövdesinin içinde, krank miline entegre kapalı bir dişli-kavrama sistemidir — dışarıdan görünmez, kaliper sökülmeden doğrudan gözlemlenemez. Bu fark teşhis yöntemini de değiştirir: kampanada kolun hareket açısı gözle veya ölçüyle kontrol edilirken, diskli frende teşhis fren pedalı seyri, tekerlek elle çevrildiğinde hissedilen boşluk ve balata kalınlık ölçümü üzerinden dolaylı yapılır.

Kaliper mekanizması fren gücü zincirinin doğrudan bir parçasıdır. Krank milinde, rulmanlarda veya ayar dişli grubunda oluşan bir arıza, bir tekerleğin diğerlerinden daha az veya daha geç frenlemesine yol açar ve araçta tek tarafa çekme veya savrulma riskini artırır. Titreşim, tık sesi veya sürükleyen balata fark edildiğinde araç kısa sürede kontrol ettirilmelidir.

Standartlar ve ileri okuma

Bu konu, havalı frenli ticari araçların donanım kurallarına tabidir. ABD'de federal havalı fren standardı **FMVSS 121 (49 CFR 571.121)** uyumlu bir sistemin sağlaması gereken hava depolarını, korumayı ve zamanlamayı tanımlar; Avrupa ise BM/AEK (UNECE) 13 No.lu Regülasyon'un eşdeğer sınırlarını uygular. Ayrıntı için bkz. airbrakecompressor.com adresindeki resimli başvuru kaynağı. Somut değerleri her zaman yürürlükteki mevzuat ve araç üreticisinin servis verileriyle teyit edin.

Türkiye'de aynı konu ulusal mevzuatta düzenlenir: araçların fren donanımına ve teknik uygunluğuna ilişkin esaslar **Karayolları Trafik Yönetmeliği**'nde, bunların yasal dayanağı ise **2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu**'nda yer alır.

Kaliper mekanizması arızası nasıl anlaşılır?

Kaliper mekanizması arızası çoğu zaman balata değişimiyle karıştırılır çünkü ilk belirti genellikle balata üzerinde görülür — düzensiz aşınma, sürüklenme veya gıcırtı. Ancak balata yenilendiği hâlde aynı belirti tekrarlıyorsa sorun mekanizmanın kendisindedir. Sahada karşılaşılan başlıca belirtiler ve kontrol yöntemleri şöyledir:

Kaliper mekanizması arızası belirtileri ve kontrol yolu

Belirti	Olası neden	Kontrol / doğrulama
Fren sonrası disk/jant aşırı ısınıyor, balata sürükleniyor	Geri dönüş yayı kırık veya zayıflamış, ya da ayar dişli grubu fazla ilerlemiş	Tekerleği elle çevirip sürekli sürtünme olup olmadığını hisset, yayı görsel kontrol et
Frende veya tekerlek dönerken ritmik tık/vuruntu sesi	Krank mili rulmanlarında aşınma ve radyal boşluk	Kaliperi sökmeden köprüyü elle kavrayıp radyal oynama kontrolü yap
Fren pedalı zamanla sertleşiyor veya seyri uzuyor	Ayar dişli grubu balata aşınmasını takip etmiyor, mekanizma tutuk	Balata-disk çalışma boşluğunu ölçüyle kontrol et, ayar mekanizmasının serbestliğini test et
Araçta frende tek tarafa çekme	Bir aksdaki iki kaliperden birinin mekanizması diğerine göre daha az kuvvet üretiyor	Aynı aksdaki iki kaliperin balata baskı izini ve renk homojenliğini karşılaştır

Belirti	Olası neden	Kontrol / doğrulama
Köprü plakasında gözle görülür oynama, kılavuz civatalar gevşek	Rulman aşınması nedeniyle köprü ekseninde boşluk büyümüş	Köprüyü elle ittirip serbest oynama miktarını kontrol et
Balata düzensiz aşınıyor, bir kenarı diğerinden belirgin ince	Krank mili veya köprü eğik hareket ediyor, rulman aşınması asimetrik	Balata kalınlığını iki uçtan mikrometre veya kumpasla karşılaştır
Ayar mekanizmasında ilerleme sesi/hissi alınmıyor	Ayar dişli grubu paslanmış veya kirlenmiş, kilitli kalmış	Uygun aparatla ayar mekanizmasını elle çevirip direnç ve tıklama hissini kontrol et

Kaliper mekanizmasında boşluk (oynama) nasıl kontrol edilir?

Kontrol tekerlek yerdeyken başlar: park freni bırakılır, tekerlek elle çevrilir ve tüm çevrimde eşit, hafif bir sürtünme aranır. Bir noktada belirgin artan direnç veya periyodik bir "tık" hissi, krank mili rulmanlarında ya da köprü oturma yüzeyinde bir bozukluğa işaret eder. İkinci adım köprü plakasının elle kontrolüdür; toz körüğü üzerinden veya kaliper açık durumda köprüye yandan hafif kuvvet uygulanır, hissedilir bir oynama rulman boşluğunun büyüdüğünü gösterir.

Üçüncü adım balata-disk çalışma boşluğunun ölçülmesidir; bu ölçüm ayar dişli grubunun görevini yapıp yapmadığını gösterir. Boşluk aracın tanımlı aralığının üzerindeyse ayar mekanizması ilerlemiyor demektir — genellikle korozyon, kirlenme veya dişli aşınması nedeniyledir. Boşluk yoksa veya balata sürekli hafif temas hâlindeyse geri dönüş yayı ya da ayar mekanizmasının fazla ilerlemesi araştırılmalıdır. Her iki durumda da nihai teşhis, kaliperin sökülerek mekanizmanın gözle incelenmesiyle kesinleşir.

Tekerlekte hissedilen sürtünme her zaman mekanizmadan gelmez; kaliperin taşıyıcı üzerinde serbestçe kayıp kaymadığını ayrıca değerlendirmek için **kaliper perno, burç ve civata** rehberine bakabilirsiniz.

Bir kaliperi "arızalı" diye değiştirmeden önce mutlaka geri dönüş yayını ve ayar mekanizmasının serbestliğini kontrol edin. Sahada değiştirilen kaliperlerin önemli bir bölümünde asıl sorun tek bir yay veya paslanmış bir ayar dişlisidir; komple kaliper değişse de kök neden anlaşılmadığı için benzer belirti başka bir aksda tekrarlayabilir.

Kaliper mekanizması nasıl değiştirilir? Adım adım

- 1 Aracı düz ve sağlam zemine park edin, park frenini uygulayın, tekerlek takozlarını yerleştirin ve motoru durdurun.
- 2 İlgili aksın hava basıncını sistem talimatına göre boşaltın; körük veya hava hattı bağlantısı basınç tahliye edilmeden gevşetilmemelidir.
- 3 Tekerleği sökün, balataları çıkarın ve kaliperi taşıyıcı (carrier) üzerinden ayırın; kaliperi askıya alarak hortum ve kabloların gerilmesini önleyin.
- 4 Fren körüğünü kaliperden ayırın ve kaliper gövdesini iş tezgahına alın.

- 5 Toz körüklerini ve keçeleri sökün; köprü plakasını ve ayar dişli grubunu gövdeden dikkatlice çıkarın.
- 6 Krank milini rulmanlarıyla birlikte gövdeden çıkarın; sökme sırasında rulman iğnelerinin veya bilyelerinin kaybolmamasına dikkat edin.
- 7 Gövdenin iç yüzeylerini, krank mili yatağını ve köprü kayma yüzeylerini temizleyin; eski gres ve aşınma tozunu giderin, eksantrik profilinde ve yatak yüzeylerinde aşınma izi olup olmadığını gözle kontrol edin.
- 8 Yeni krank mili, rulman, geri dönüş yayı ve ayar dişli grubunu içeren tamir setini üreticinin belirttiği tipte, yüksek sıcaklığa dayanıklı montaj gresiyle yağlayın.
- 9 Bileşenleri sökölüş sırasının tersine monte edin: krank mili, rulmanlar, köprü plakası, ayar dişli grubu, geri dönüş yayı, ardından toz körükleri ve keçeler.
- 10 Kaliperi taşıyıcıya oturtun, kılavuz pimlerini gresleyin, cıvataları çapraz sırayla ve kademeli sıkın; **tork değerleri aracın güncel OE servis kılavuzundan alınmalıdır.**
- 11 Körüğü bağlayın, balataları takın, tekerleği monte edin, hava basıncını geri verin ve fren pedalına birkaç kez basarak ayar dişli grubunun çalışma boşluğunu otomatik ayarladığını, tekerleğin serbest döndüğünü doğrulayın.

Dikkat edilecekler: sık yapılan hatalar

- **Rulmanları tek tek değiştirmeye çalışmak:** Kaliper mekanizması bir set olarak tasarlanmıştır; tek parça değişimi ölçü ve tolerans uyumsuzluğuna yol açar.
- **Ayar mekanizmasını sıfırlamadan yeni balata takmak:** Çalışma boşluğu hesap dışı kalır, ilk kullanımlarda pedal ya çok sert ya da boşta hissedilir.
- **Yanlış tip gres kullanmak:** Yüksek sıcaklığa dayanıksız gres kısa sürede erir veya akar; rulman yağsız kalıp hızla aşınır.
- **Toz körüğünü veya keçeyi yeniden kullanmak:** Yırtık veya sertleşmiş körük nem ve kir alır, mekanizmanın içinde korozyon hızlanır.
- **Kılavuz cıvataları tek seferde tam tork ile sıkmak:** Çapraz ve kademeli sıkma yapılmazsa köprü eğik oturur, balata düzensiz aşınır.
- **Krank milini çekiçle zorlayarak yerleştirmek:** Darbe eksantrik profilini ve rulman yatağını kalıcı biçimde bozar; mil daima elle veya uygun aparatla oturtulmalıdır.
- **Marka üzerinden parça seçmek:** Doğru tamir seti, kaliperin üzerindeki OE referans numarası ve aracın motor/şasi kodu ile seçilir, marka adıyla değil.
- **Basınç tahliye edilmeden söküme başlamak:** Hava veya yay yüklü bir bileşenin kontrolsüz açılması ciddi yaralanmaya yol açabilir.

Teknik değerler ve kontrol noktaları

Aşağıdaki tablo, kaliper mekanizmasında saha kontrolünde bakılan başlıca noktaları ve genel referans aralıklarını özetler. Değerler araç üreticisine, kaliper modeline ve sisteme göre değişir; **kesin değer daima aracın güncel OE servis kılavuzundan alınmalıdır.**

Kaliper mekanizması kontrol noktaları (genel referans)

Kontrol noktası	Genel referans	Sapma neye işaret eder
Balata-disk çalışma boşluğu	Fren bırakıldığında dar, sürtünme hissettirmeyen aralık (OE değeri esastır)	Büyükse pedal seyri uzar; yoksa veya çok darsa sürüklenme olur
Krank mili radyal boşluğu	Elle hissedilmeyecek kadar dar (OE toleransı esastır)	Hissedilir boşluk varsa rulman aşınmıştır
Ayar dişli grubu ilerleme davranışı	Her fren uygulamasında gerektiğinde küçük, kademeli ilerleme	İlerleme yoksa mekanizma tutuk veya kilitli
Geri dönüş yayı gerginliği	Köprüyü ve krank milini başlangıç konumuna tam geri getirecek kuvvet	Zayıfsa balata diskle temasa devam eder
Kılavuz pim / köprü civata torku	Aracın OE servis kılavuzunda tanımlı değer, çapraz kademeli sıkma	Düşükse gevşeme ve titreşim; yüksekse gövde deformasyonu
Montaj gresi tipi	Yüksek sıcaklık ve suya dayanıklı, üretici onaylı özel gres	Yanlış gres erken kuruma veya akma yapar
Toz körüğü / keçe bütünlüğü	Yırtıksız, yerine tam oturmuş	Yırtıksa kir ve nem girer, iç korozyon başlar
Balata aşınma simetrisi	İki balata ve balatanın iki ucu arasında yakın kalınlık	Fark büyükse mekanizma eğik veya dengesiz çalışıyor

Kaliper mekanizması bileşenleri fren güvenlik zincirinin parçasıdır. Krank mili, rulman seti, geri dönüş yayı ve ayar dişli grubu seçiminde araç üreticisinin OE referansına birebir uyum aranmalıdır. Farklı geometrideki bir krank mili veya farklı sertlikte bir yay, kaliper gözle çalışıyor görünse bile balata basıncını ve otomatik ayarı bozar.

Kaliper mekanizması bakımı ve ömrü

Kaliper mekanizmasının ömrünü belirleyen en güçlü etken toz körüklerinin ve keçelerin bütünlüğüdür. Periyodik bakımda toz körüklerinde yırtık, sertleşme veya oturma bozukluğu olup olmadığı gözle kontrol edilmeli, kirlenmiş körükler değiştirilmelidir; çünkü mekanizmanın içine giren nem ve tuz, krank milini ve rulmanları kısa sürede korozyona uğratar. Balata değişimi her yapıldığında ayar dişli grubunun serbestliği ve geri dönüş yayının gerginliği de kontrol edilmelidir — bu iki bileşen balata kadar sık değişmez ama balata kadar sık kontrol edilmelidir.

Yüksek basınçlı yıkama, kaliper mekanizması için özel bir risktir. Su jeti doğrudan toz körüğüne veya köprü bölgesine tutulduğunda körük kenarından içeri su girebilir; bu su o an belli olmaz, günler sonra korozyon ve tutukluk olarak ortaya çıkar. Kışın tuzlu ve nemli yol koşullarında çalışan filolarda kaliper mekanizmasının periyodik olarak sökülmeden gözle ve elle kontrol edilmesi —

köprü oynaması, ayar mekanizması direnci, yay gerginliği — arızayı yolda kalmadan önce yakalamanın en ucuz yoludur.

Filo işletmelerinde periyodik bakım planına, balata kalınlık ölçümünün yanına kaliper mekanizması kontrolünün de eklenmesi önerilir. Balata henüz sınır değerin üzerindeyken bile ayar dişli grubunda tutukluk veya rulmanlarda erken aşınma başlamış olabilir; bu erken belirtilerin yakalanması, yol üstünde ani balata sürüklenmesi veya tek taraflı fren kaybı riskini önemli ölçüde azaltır.

VADEN ORIGINAL kaliper mekanizma bileşenleri

VADEN ORIGINAL, ağır ticari araç havalı diskli fren kaliperleri için krank mili, rulman seti, geri dönüş yayı, ayar dişli grubu ve bunların birlikte sunulduğu komple tamir takımlarını OE ölçülerine ve toleranslarına göre üretir. Ürün gamı, kamyon, çekici, otobüs ve römork uygulamalarında yaygın kullanılan kaliper gövde tipleri ve bağlantı geometrilerini kapsar.

Doğru tamir setini bulmak için aracınızın markası ve modeli yerine **kaliper gövdesi üzerindeki OE referans numarasını ve aracın motor/şasi kodunu** kullanmanız, hatalı eşleşme riskini ortadan kaldırır. Kaliper mekanizması, havalı fren sisteminin kompresörden gelen havanın kurutulmasıyla başlayan zincirinin son ve fren kuvvetinin fiilen üretildiği halkasıdır; bu zincirdeki bir önceki halkalarda (hava kurutucu, röle valfi, fren körüğü) sorun varsa kaliper mekanizması sağlam olsa bile fren performansı etkilenir. VADEN teknik rehber kütüphanesinde hava kompresörü, hava kurutucu, röle valfi, fren körüğü, ABS sensörü ve fren balatası için ayrı arıza, değişim ve bakım rehberleri bulunmaktadır.

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