



TEKNİK REHBER

ABS Sensörü ve ABS ECU: Arıza Belirtileri, Değişim ve Bakım

Kamyon ve çekicide pasif ABS sensörü çok düşük hızda kör kalabilir; yokuş kalkışında hassas ASR aktif sensör ister, sinyal tipi karışırsa arıza sürer.

Çekicide gösterge panelinde sarı ABS lambası yandığında, çoğu şoför "fren tutuyor, devam ederim" der. Oysa ABS devre dışıyken ani frende tekerlek kilitlenir, dorse kırılabilir ve durma mesafesi belirgin şekilde uzar. Ağır ticari araçta bu farkın adı kaza ile kontrollü duruş arasındaki mesafedir. Bu rehber, ABS tekerlek hız sensörü, tone ring (dişli halka) ve ECU/modül üçlüsünü sahadan gelen dille anlatır; arıza belirtilerini, hava boşluğu ayarını, ölçüm yöntemlerini ve değişim adımlarını sırayla ele alır.

E-E-A-T notu: Bu doküman, ağır ticari araç fren ve elektronik sistemleri üzerine çalışan VADEN teknik ekibi tarafından hazırlanmıştır. Buradaki değerler genel referans niteliğindedir; hava boşluğu, direnç ve tork gibi kesin değerler için daima araç/aks üreticisinin güncel OE servis kılavuzu esas alınmalıdır. **Son güncelleme: Eylül 2026.**

Ağır ticari araç hava fren sistemleri ECE R13 (BM/AB fren yönetmeliği) ve ISO 611 çerçevesinde tasarlanır.

ABS Tekerlek Hız Sensörü ve ECU Nedir? Görevi ve Çalışma Prensipleri

ABS tekerlek hız sensörü, her tekerleğin dönüş hızını elektrik sinyaline çevirip ABS/EBS modülüne (ECU) ileten; ECU'nun da bu bilgiyle fren basıncını teker teker ayarlayarak kilitlenmeyi önlediği bir elektronik ölçüm ve kontrol sistemidir.

Sistemin kalbi üç parçadır: tekerlek göbeğine yakın konumlanan **hız sensörü**, tekerlekle birlikte dönen dişli halka (**tone ring / tone wheel / puls tekerleği**) ve tüm tekerleklerden gelen sinyalleri işleyen **ECU/ABS modülü**. Tone ring'in dişleri sensörün önünden geçerken sensör, saniyede yüzlerce puls üretir. Puls frekansı arttıkça ECU tekerleğin hızlandığını, ani düştüğünde ise o tekerleğin kilitlenmeye başladığını anlar ve ilgili fren körüğüne giden basıncı modülatör valfleriyle saliseler içinde boşaltıp yeniden basar.

Ağır ticari araçta bu sistem çoğu zaman EBS (Elektronik Fren Sistemi) ile iç içedir. Knorr-Bremse, Wabco (ZF) veya Bendix tipi modüller; ABS'in yanı sıra ASR (patinaj), yokuş kalkış desteği ve retarder entegrasyonunu da yönetir. Sensör verisi bozulduğunda yalnızca ABS değil, bu yardımcı fonksiyonlar da devre dışı kalabilir.

- **Hız sensörü:** Manyetik alan değişimini elektrik sinyaline çeviren, genelde bilyalı yaya (clamping bush) ile göbeğe sabitlenen prob.
- **Tone ring (dişli halka):** Aks göbeğine veya poyraya preslenmiş, çevresi dişli metal halka; puls sayısını belirler.
- **Sensör kablosu ve konnektör:** Titreşim ve suya en açık nokta; korozyon ve sürtünme arızalarının çoğu buradadır.
- **ECU / ABS-EBS modülü:** Sinyalleri işleyen, arıza kodu üreten ve modülatör valflerini süren beyin.

Pasif (İndüktif) Sensör Nasıl Çalışır?

Pasif sensör, içinde kalıcı mıknatıs ve bobin bulunan basit bir yapıdır; harici besleme gerektirmez. Tone ring dişleri geçtikçe manyetik alan değişir ve bobinde alternatif (AC) gerilim üretilir. Sinyal genliği tekerlek hızına bağlıdır: düşük hızda gerilim zayıftır, bu yüzden çok yavaş hızlarda pasif sensör "kör" kalabilir. Ağır ticari araçların büyük kısmında dayanıklılığı nedeniyle hâlâ yaygındır.

Aktif Sensör Nasıl Çalışır?

Aktif sensör (Hall etkili veya manyeto-dirençli), ECU'dan besleme alır ve çıkışı hızla bağlı olmayan, sabit genlikli kare dalga (dijital) sinyaldir. Çok düşük hızda bile, hatta sıfıra yakın hızda okuma yapabilir; bu yüzden yokuş kalkış ve hassas ASR uygulamalarında tercih edilir. Aktif sensörler genelde manyetik kodlu halka (encoder ring) ile çalışır ve indüktif tipe göre kirlenmeye daha hassas olabilir.

Sinyalin ECU'da İşlenmesi

ECU, dört (veya 6x2/6x4 konfigürasyonda daha fazla) tekerleğin sinyalini sürekli karşılaştırır. Bir tekerleğin hızı diğerlerinden anormal biçimde saparsa, kablo kopukluğu, hava boşluğu bozukluğu veya tone ring hasarı olarak yorumlar; ilgili arıza kodunu (DTC) hafızaya yazar ve gerekiyorsa ABS'i kısmen ya da tamamen devre dışı bırakır.

Özellik	Pasif / İndüktif Sensör	Aktif Sensör (Hall/MR)
Besleme	Gerekmez (kendi üretir)	ECU'dan besleme gerekir
Sinyal tipi	Analog AC (sinüs)	Dijital kare dalga
Düşük hızda okuma	Zayıf / sınırlı	Çok iyi (sıfıra yakın)
Ölçüm	Direnç (ohm) + AC gerilim	Direnç ölçümü çoğunlukla anlamsız; sinyal/akım bakılır
Tipik kullanım	Klasik ağır ticari ABS	Modern EBS, ASR, yokuş kalkış
Kirlenmeye hassasiyet	Orta	Kodlu halkada yüksek olabilir

Parça-no doğrulaması: Aynı çekicinin ön ve arka akslarında farklı sensör uzunluğu, konnektör tipi ve sinyal mimarisi (pasif/aktif) kullanılabilir. Sensörü yalnızca göbekten sökülen eskisine benzediği için takmayın; araç şasi numarası ve OE parça referansı ile teyit edin. Yanlış tip sensör, ABS'in hiç devreye girmemesine yol açar.

Arıza Belirtileri ve Teşhis

ABS sensör arızaları nadiren aniden "her şey durdu" şeklinde gelir; çoğu zaman belirli koşullarda beliren, sonra kaybolan sinyaller olarak başlar. Aşağıdaki tablo sahada en sık karşılaşılan belirtileri, olası nedenleri ve doğrulama yöntemini özetler.

Belirti	Olası Neden	Kontrol / Doğrulama
ABS uyarı lambası sürekli yanıyor	Sensör açık devre, kablo kopuk, tone ring hasarlı	Diagnostik cihazla DTC oku; ilgili tekeri tespit et, direnç/sinyal ölç
ABS lambası sadece hareket halinde yanıyor	Hava boşluğu fazla, tone ring dişi kırık, sensör gevşek	Sensör oturmasını ve air gap'i kontrol et; tekeri döndürüp canlı veri izle
Belirli hızda tek teker kilitleniyor / titreşim	Sinyal kesintili, kirlenmiş sensör ucu, aralıklı temassızlık	Osiloskopla dalga formu izle; kablo hareket ettirilirken sinyal kaybına bak
ASR/patinaj veya yokuş kalkış çalışmıyor	Bir aks sensörü zayıf sinyal veriyor	Tüm tekerlek hızlarını canlı veride karşılaştır; sapan tekeri bul

Belirti	Olası Neden	Kontrol / Doğrulama
Fren sırasında dümdüz gitmiyor, çekiyor	Bir tekerin ABS'i devre dışı, diğerleri aktif	Test sürüşü + DTC; devre dışı tekeri belirle
Aralıklı ABS hatası, silinince tekrar geliyor	Konnektör korozyonu, kablo çatlağı, poyra boşluğu (rulman)	Konnektörü aç-temizle; tekeri sallayarak rulman boşluğunu kontrol et
Soğukta/yağmurda beliren, kuruyunca kaybolan hata	Konnektöre su girişi, kablo yalıtımında çatlak	Konnektör sızdırmazlığını ve kablo güzergâhını gözle + ölçerek dene

Diagnostik (DTC) Okuması

İlk adım her zaman arıza kodu okumaktır. Modern EBS modülleri, hangi tekerlekte (ör. "sol ön", "sağ arka") ve ne tür hata (açık devre, kısa devre, sinyal yok, sinyal makul değil) olduğunu ayrı ayrı raporlar. "Sinyal makul değil" kodu genellikle sensörün değil, hava boşluğu veya tone ring'in işaretidir; bu ayrımı yapmadan sensör değiştirmek sık yapılan bir israftır.

Canlı Veri ile Tekerlek Karşılaştırması

Aracı kaldırıp tekerlekleri elle veya rölantide döndürerek, diagnostik cihazın canlı veri ekranında dört tekerin hız değerlerini karşılaştırın. Sağlıklı sistemde değerler birbirine yakın artıp azalır. Bir tekerin değeri sıçırıyor, sıfırlanıyor veya diğerlerinin gerisinde kalıyorsa sorun o hattadır.

Osiloskop ile Dalga Formu Analizi

En kesin yöntem osiloskoptur. Pasif sensörde tekerlek döndürülürken düzgün, simetrik bir sinüs dalgası beklenir; genlikte ani düşüşler tone ring dışındaki hasarı veya değişken hava boşluğunu gösterir. Aktif sensörde ise net, düşük-yüksek geçişli kare dalga görülmelidir. Kabloyu elle oynatırken dalganın bozulması, kesik/aralıklı temas arızasının kesin kanıtıdır.

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.

Değişim / Kurulum Adımları

Kişisel koruyucu ekipman ve güvenlik (KKE): İşe başlamadan aracı düz zeminde sabitleyin, takozlayın ve hava basıncını güvenli seviyeye alın. Kaldırma sırasında ABS/EBS besleme kontağını kapatın; canlı devrede konnektör sökmek modülde hata kaydına yol açabilir. Eldiven ve koruyucu gözlük kullanın; fren sistemi çevresinde çalışırken körük ve valflerde kalan basınca dikkat edin.

- 1 **Arızayı doğrula:** Sensörü sökmeden önce DTC oku ve hangi tekerin sorumlu olduğunu kesinleştir; gereksiz sökümü önle.
- 2 **Kontağı ve besleme kes:** ABS modülünü hatalı kayıttan korumak için sistemi kapat, aracı takozla.
- 3 **Tekeri kaldır ve eriş:** İlgili tekerleği yerden kes, gerekiyorsa jantı sök; sensör ve kablo güzergâhına ulaş.
- 4 **Konnektörü ayır:** Sensör konnektörünü kilidinden dikkatlice çöz; klipsi zorlayıp kırma, korozyon varsa not al.
- 5 **Eski sensörü çıkar:** Clamping bush'lu tipte sensör hafif döndürülerek çekilir; sıkışmışsa penseyle çevirip kurtarın, deliği zorlamayın.
- 6 **Yuvayı ve tone ring'i temizle:** Sensör yuvasındaki pas ve kiri temizleyin; tone ring dişlerini gözle kontrol edin, kırık/dolmuş diş varsa halkayı da yenileyin.
- 7 **Yeni bilyalı yayı (bush) tak:** Çoğu uygulamada sensörle birlikte yeni clamping bush kullanılır; bu, sensörün tone ring'e doğru mesafede sıkı oturmasını sağlar.
- 8 **Sensör ucunu hazırla:** Sensör başına üreticinin önerdiği ince gres/pasta uygulanabilir (OE kılavuzuna bakın); ucu çizmeyin, temiz tutun.
- 9 **Sensörü sonuna kadar itin:** Sensörü yuvaya tone ring'e temas edene kadar itin. Birçok tasarımda hava boşluğu, ilk tekerlek dönüşünde otomatik oturur; ayrı ölçü gerektiren tiplerde air gap'i kontrol edin.
- 10 **Kabloyu doğru güzergâhtan bağla:** Kabloyu orijinal kelepçelerinden geçirin; döner/hareketli parçalardan, egzozdan ve keskin kenarlardan uzak tutun. Konnektörü tam kilitleyin.
- 11 **Sil, test et ve yol dene:** Diagnostik cihazla arıza belleğini silin, canlı veride tekerlek hızını doğrulayın; düşük hızda kontrollü bir test sürüşüyle ABS lambasının sönük kaldığını teyit edin.

Dikkat Edilecekler (Sık Hatalar)

En sık hata: Belirtiye göre değil, koda göre çalışmamak. "ABS lambası yanıyor" diye rastgele sensör değiştirmek yaygın bir zaman ve para kaybıdır. Sorunun büyük kısmı sensörde değil; hava boşluğunda, tone ring dışında, konnektör korozyonunda veya poyra rulmanı boşluğundadır. Önce oku, sonra sök.

Poyra rulmanı gözden kaçmasın: Aşınmış tekerlek rulmanı, tone ring ile sensör arasındaki mesafeyi dönüş sırasında değiştirir ve "aralıklı sinyal" hatası üretir. Sensör yeni takılmış olsa bile hata sürüyorsa rulman boşluğunu kontrol edin.

- Yanlış uzunlukta/tipte sensör takmak — sensör oturur ama sinyal hiç gelmez.
- Sensörü tone ring'e itmeyi unutmak; fazla hava boşluğu bırakmak.

- Konnektörü tam kilitlememek veya su almış konnektörü temizlemeden geri takmak.
- Tone ring dışındaki kırığı/çamur dolmasını görmeden yalnız sensörü değiştirmek.
- Kablo döner parçaya veya sıcak yüzeye yakın güzergâhtan geçirmek — kısa sürede sürtünüp kopar.
- Aktif sensörde direnç ölçüp "sağlam/arızalı" kararı vermeye çalışmak; aktif tipte doğru yöntem sinyal/besleme kontrolüdür.
- Arıza belleğini silmeden test sürüşüne çıkmak; eski kayıt yüzünden sonucu yanlış yorumlamak.

Teknik Değerler ve Kontrol Noktaları

Aşağıdaki değerler ağır ticari araçlarda yaygın karşılaşılan **tipik/genel referans** aralıklardır; kesin değer araç, aks ve sensör tipine göre değişir ve daima OE servis kılavuzu esastır.

Parametre	Tipik / Genel Referans	Not
Pasif sensör bobin direnci	~ 1.000 – 2.500 ohm	Tipe göre değişir; OE değeri esas alın
Hava boşluğu (air gap)	~ 0,1 – 1,5 mm	Çoğu tip kendi oturur; ölçü gerektiren tiplerde kılavuza bakın
Test hızında AC çıkış (pasif)	elle döndürmede birkaç yüz mV'tan başlayıp artan	Genlik hızla artmalı; düşük/sabit ise sorun var
Yalıtım (sensör – şasi/toprak)	çok yüksek (pratikte açık devre)	Düşük değer = kablo/gövde kaçağı
Konnektör pin direnci	ihmal edilebilir (≈ 0 ohm)	Yüksek direnç = korozyon/gevşeklik
Çalışma sıcaklığı aralığı	yaklaşık -40 °C ile +150 °C	Fren yakını yüksek sıcaklığa dayanmalı

Sensör montaj ve çevre bağlantılarında tork değerleri de genel referanstır; kesin değer için üretici kılavuzu esastır:

Bağlantı	Tipik Tork (genel referans)
Sensör tutucu / braket civatası (M6)	~ 6 – 9 Nm
Sensör tutucu / braket civatası (M8)	~ 15 – 25 Nm
Kablo kelepçe/klips bağlantıları	elle sıkı + kelepçe kilidi (tork gerektirmez)

Saha ipucu: Sensör direnci sınırdaysa, ölçümü sensörü hareket ettirerek ve kabloyu bükerek tekrarlayın. Değer sabit kalıyorsa sensör muhtemelen sağlam; oynatınca zıplıyorsa kablo/konnektör içinde kesik var demektir.

- Tone ring dişlerinde kırık, ezik veya çamur/pas dolması var mı — gözle ve elle kontrol edin.
- Sensör ucu tone ring'e temas edecek kadar oturmuş mu, boşta mı?
- Konnektör içinde yeşil korozyon, su izi veya gevşek pin var mı?
- Kablo güzergâhında sürtünme, ezilme veya ısı hasarı izi var mı?

- Tekerlek rulmanında hissedilir boşluk var mı (sensör mesafesini bozar)?
- Silme sonrası aynı kod geri geliyor mu, yoksa temizlendi mi?

Bakım ve Ömür

ABS tekerlek hız sensörü, periyodik değişim parçası değildir; arıza belirene kadar çalışır. Ancak ömrü, maruz kaldığı ortam koşullarına doğrudan bağlıdır. Yoğun çamur, tuz, yol kimyasalları ve sürekli titreşim, sensör ve özellikle kablo-konnektör grubunun ömrünü kısaltır. Bu yüzden düzenli bakımda hedef, sensörü değil çevre koşullarını kontrol altında tutmaktır.

- Her fren bakımında sensör kablosunu ve konnektörünü gözle kontrol edin; sürtünme ve gevşeklik arayın.
- Tone ring bölgesini basınçlı hava/kuru fırça ile temizleyin; sensör ucuna doğrudan yüksek basınçlı su tutmayın.
- Konnektörlerin kilitli ve kuru olduğundan emin olun; su alan konnektöre uygun sızdırmazlık uygulayın.
- Poyra/rulman bakımında sensör mesafesinin korunduğunu doğrulayın.
- Bir sensör hattında tekrarlayan hata varsa, sensörle birlikte kablo ve konnektörü de bir bütün olarak değerlendirin.
- Aks üzerinde çalışırken (rulman, fren, poyra) sensörü kirlenme ve darbeden koruyun; söküldüyse temiz takın.

Doğru tip sensör, sağlam kablolaj ve düzgün oturmuş bir tone ring ile ABS sistemi yıllarca sorunsuz çalışır. Kritik olan, arıza lambasını "sonra bakarım" diye ertelememektir; ABS devre dışıyken araç frenliyor gibi görünse de güvenlik marjı ciddi biçimde daralmıştır.