



TEKNİK REHBER

Egzoz Spirali / Flex Boru: Arıza Belirtileri, Değişim ve Bakım

Kamyon egzoz hattında motorun titreşimini ve ısı genleşmesini soğuran esnek boru çatladığında yükü kaynak yerlerine ve flanşlara aktarır, hattı yorar.

Ağır ticari araçta motorun her devrinde egzoz hattı milimetrelerce oynar; şasi ile motor arasındaki bu sürekli hareketi bir yere yaslamak gerekir. İşte egzoz spirali (flex boru) tam da bu görevi üstlenir. Sahada "flex çöktü", "manifolddan sonra tıslıyor" ya da "kabinden yanık kokusu geliyor" dendiğinde ilk bakılacak parçaların başında bu esnek bağlantı gelir. Küçük bir parça gibi görünse de, çatlayan bir flex boru zamanla turbo çıkışıdan DPF/SCR hattına kadar bütün egzoz sistemini gerer, kaynak yerlerini yorar ve arka arkaya arıza doğurur.

Bu rehber, VADEN teknik ekibi tarafından saha tecrübesi ve OE üretici verileri derlenerek hazırlanmıştır. Buradaki değerler **tipik referans aralıklarıdır**; motor, kasa ve donanıma göre değişir. Kesin tork, ölçü ve prosedür için daima aracın güncel OE servis kılavuzu esas alınmalıdır. *Son güncelleme: Temmuz 2026.*

Egzoz hattının bütünlüğü, aracın ses seviyesini düzenleyen ECE R51 ile motor emisyon tip onayını düzenleyen UNECE R49 kapsamındaki uygunluğu doğrudan etkiler.

Egzoz Spirali (Flex Boru) Nedir? Görevi ve Çalışma Prensibi

Egzoz spirali (flex boru), egzoz hattı ile motor/manifold arasına yerleştirilen, örgülü çelikten üretilmiş esnek bir bağlantı elemanıdır; motorun titreşimini ve egzozun ısı genleşmesini sönmüleyerek hattın gerilmesini ve çatlamasını önler. Almancada *Flexrohr* ya da *Abgas-Flexrohr* olarak geçer; Türkçede flex boru, esnek boru, körük ya da halk arasında "akordeon" olarak da bilinir.

Çalışma prensibi mekaniktir. Motor bloku esnek takozlar üzerinde durur ve çalışırken sürekli titrer, gaza basıldığında tork tepkisiyle hafifçe döner. Egzoz hattı ise büyük ölçüde şasiye askılarla asılıdır. Bu iki nokta arasında rijit (tek parça sert) bir boru olsaydı, her titreşim ve her ısınma-soğuma çevrimi metali yorar, kısa sürede çatlak oluştururdu. Flex boru; eksenel (ileri-geri), açısall (eğilme) ve bir miktar radyal hareketi üzerine alarak bu yorulmayı emer. Aynı zamanda soğuk motorla çalışıp egzoz 500-600 °C'ye ısındığında hattın boyca uzamasına (ısı genleşme) izin verir.

- **İç örgü (iç körük / bellows):** Genellikle paslanmaz çelik (AISI 304/321 tipi) ince ondüle körük; sızdırmazlığı ve esnekliği sağlar.
- **Dış örgü (braid / kılıf):** Örülü paslanmaz tel kılıf; körüğü aşırı gerilme ve dış darbeden korur, iç basıncı taşır.
- **İç kılavuz boru (interlock / liner):** Egzoz akışını düzenleyen, körüğü sıcak gaz erozyonundan koruyan iç astar.
- **Uç bağlantılar:** Kaynaklı boru uçları ya da cıvatalı flanş; hatta montaj bu uçlardan yapılır.

Nerede Bulunur?

Flex boru çoğunlukla turbo/egzoz manifoldu çıkışının hemen ardında, ilk egzoz borusu ile motor tarafı arasında konumlanır. Bazı ağır ticari kasalarda ikinci bir flex, DPF/SCR (partikül filtresi / AdBlue) modülü öncesinde ya da uzun hatlarda orta bölgede de bulunabilir. Konumu motorun hareket ettiği bölgeye en yakın yerdir; çünkü asıl sönmülenmesi gereken hareket oradadır.

Rijit Hat ile Flex'li Hat Farkı

Flex'siz bir hat ucuz görünür ama titreşimi doğrudan kaynak ve flanşlara aktarır. Sonuç: erken çatlayan borular, gevşeyen flanşlar, kırılan askı kulakları. Doğru boyda ve doğru tipte bir flex boru,

tüm hattın ömrünü belirgin uzatır.

Hattın bu bölümünde görev yapan emisyon bileşeninin çalışma mantığını, tıkanma belirtilerini ve temizlik seçeneklerini **DPF nedir: partikül filtresi arızası ve temizliği** rehberinde bulabilirsiniz.

Tip Karşılaştırması

Özellik	Kaynaklı Uçlu Flex	Cıvatalı Flanşlı Flex
Montaj	Boru uçlarına kaynak	Flanş + cıvata/somun
Değişim süresi	Daha uzun (kaynakçı gerekir)	Daha kısa (el aletiyle)
Sızdırmazlık riski	Kaynak kalitesine bağlı	Conta ve tork'a bağlı
Yol tipi onarım	Zor	Kolay
Tipik kullanım	OE fabrikasyon hatlar	Servis/yenileme, modüler hatlar

Parça no doğrulaması: Flex boru; çap, uzunluk, örgü tipi ve uç bağlantı (kaynak/flanş, flanş delik dağılımı) bakımından kasaya özeldir. Yanlış boy ya da yanlış çap, hattı ya gerer ya boşta bırakır ve erken arıza yaratır. Sipariş öncesi mutlaka aracın şasi/motor numarasıyla OE parça numarasını ve VADEN muadil referansını teyit edin.

Arıza Belirtileri ve Teşhis

Flex boru arızası çoğu zaman "duyulan" bir arızadır. Ses ve koku, gözle görülür çatlaktan önce gelir. Aşağıdaki tablo saha teşhisinde yol gösterir.

Belirti	Olası Neden	Kontrol / Doğrulama
Motordan tıslama / üfleme sesi (özellikle gaz verince)	Örgüde çatlak, körükte yırtık, egzoz kaçağı	Rölantide flex çevresinde el (temkinli) veya kağıt ile kaçak arama; soğukken görsel
Metalik takırtı / çingirdama	Kopmuş dış örgü teli, iç liner ayrışması, gevşek flanş	Kaldırıp elle flex'i tutup sallama; askı ve flanş cıvata kontrolü
Kabine yanık / egzoz kokusu girmesi	Kaçan egzoz gazının kabin hava girişine ulaşması	Kaçak noktasını is/kurum izinden tespit; hat boyunca leke arama
Görünür çatlak, yırtık, siyah is izi	Yorulma çatlağı, aşırı gerilme, korozyon	Flex gövdesi ve uçlarında görsel muayene, is birikimi
Güç kaybı / turbo tepkisinde düşüş	Manifold öncesi büyük kaçak, karşı basınç kaybı	Kaçak büyüklüğü değerlendirme; DPF/EGR ilişkili arıza kodu okuma
Flex'in ezilmiş, çökük ya da aşırı gerilmiş görünmesi	Yanlış boy montaj, hat askısı kopuk, hatalı hizalama	Hat askılarının ve flex hizasının kontrolü; boy/çap teyidi
Titreşimin kabin/direksiyona yansması	Flex sönümlemeyi yitirmiş (sertleşmiş/tıkanmış)	Rölanti ve düşük devirde titreşim gözlemi; motor takozlarıyla ayırım

Sesli Teşhis

Soğuk motorda flex kaçağı sesi genellikle daha nettir, çünkü metal henüz genleşip kaçağı kısmen kapatmamıştır. Motor çalışırken sesin devirle birlikte arttığını duyuyorsanız kaçak büyük olasılıkla basınç altındaki egzoz tarafındadır. Sesin kaynağını daraltmak için — motor sıcak ve tehlikeli olduğundan — doğrudan temastan kaçınıp uzun saplı ahşap bir çubuk ya da mekanik stetoskop kullanmak daha güvenlidir.

Görsel Teşhis

Aracı kaldırın, hat soğuduktan sonra flex çevresini iyi bir el feneriyle inceleyin. Kaçak olan noktada koyu is/kurum halkası, boya kavrulması ya da örgü telinde parlak kopma izleri görülür. Dış örgüde dağılmış, fırçalanmış gibi duran teller iç körükte hasar habercisidir.

Diğer Arızalarla Karıştırılması

Manifold contası, turbo çıkış contası, DPF flanşı ve kelepçe kaçaqları benzer ses verir. Titreşim şikâyetinde motor takozları ve şaft dengesizliği de flex ile karışabilir. Teşhisi kesinleştirmeden flex değiştirmek, asıl kaçağı gizli bırakabilir; kaçak noktasını fiziksel olarak doğrulayın.

Sesin kaynağı flexte değil bağlantı noktalarındaysa, kelepçe ve ara boru tarafının ayrı bir kontrol listesi vardır; ayrıntısı için **egzoz kelepçe ve bağlantı borusu** rehberine bakabilirsiniz.

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 / Kurulum Adımları

KKE ve güvenlik: Egzoz hattı çok yüksek sıcaklığa ulaşır. İşleme başlamadan motoru tamamen soğutun. Isıya dayanıklı eldiven, koruyucu gözlük, toz maskesi (kurum/paslı parça) ve iş güvenliği ayakkabısı kullanın. Aracı düz zeminde sabitleyin, sehpa (jack stand) ile güvenceye alın; sadece krikoya güvenmeyin. Kaynak yapılacaksa yangın söndürücü bulundurun ve yakıt/AdBlue hatlarını, kabloları ısıdan koruyun.

- 1 Hazırlık ve teşhis teyidi:** Kaçak/hasar noktasını kesinleştirin, doğru parça numarasını (çap, boy, uç tipi) ve VADEN muadilini teyit edin. Yeni flex, conta ve gerekli cıvata/somunları hazır bulundurun.
- 2 Aracı güvenceye alma:** El frenini çekin, tekerlekleri takozlayın, aracı kaldırıp sehpayı oturtun. Motorun soğuduğundan emin olun.
- 3 Isı ve çevre koruması:** Yakındaki kablo demeti, hava körüğü, ABS/AdBlue hatlarını gerekiyorsa sökün ya da ısı battaniyesiyle koruyun.
- 4 Bağlantıların gevşetilmesi:** Flanşlı tipte cıvata/somunları paslanma sökücü uygulayarak kademeli gevşetin; kaynaklı tipte kesim hattını işaretleyin. Kırılan cıvatalara zorlamayın, gerekiyorsa ısıtın.

- 5 **Eski flex'in çıkarılması:** Askıları serbest bırakın, flex'i hattın alın. Kaynaklı ise uygun kesim aletiyle işaretli yerden kesin; kıvılcıma karşı çevreyi koruyun.
- 6 **Yüzey ve flanş temizliği:** Flanş yüzeylerini eski conta kalıntısı, kurum ve pastan tel fırça ile temizleyin. Yüzeyin düz ve çapaksız olduğundan emin olun.
- 7 **Kuru montaj / hizalama:** Yeni flex'i önce cıvataları sıkmadan yerleştirin. Hattın boyca ne gergin ne boşta olduğunu, flex'in **eksende** ve kendi doğal boyunda durduğunu kontrol edin. Yanlış boy en sık montaj hatasıdır.
- 8 **Conta ve bağlantı:** Flanşlı tipte yeni conta ile birleştirin. Kaynaklı tipte punto ile tutturup hizayı doğrulayın, sonra tam kaynak yapın (uygun elektrot/gaz, paslanmaz için uygun yöntem).
- 9 **Torklama:** Cıvata/somunları OE değerinde ve **çapraz (kademeli)** sırayla sıkın. Tek seferde tam tork vermeyin; 2-3 turda kademelendirin. Değer için servis kılavuzunu esas alın.
- 10 **Askı ve serbestlik kontrolü:** Egzoz askılarını takın, hattın şasi ve gövdeye temas etmediğini, yeterli boşluk (clearance) olduğunu doğrulayın. Flex'in çalışırken bir yere sürtmediğinden emin olun.
- 11 **Çalıştırma ve kaçak testi:** Motoru çalıştırın, rölanti ve hafif gazda flex ve flanşlarda kaçak (ses, is) olup olmadığını kontrol edin. Kısa test sürüşü sonrası tork ve sızdırmazlığı tekrar teyit edin.

Dikkat Edilecekler (Sık Hatalar)

En sık üç hata: (1) Yanlış boy/çap flex takıp hattı germek — flex'in ömrünü haftalara indirir. (2) Flex'i aşırı bükerek ya da burarak monte etmek — körük tek noktadan yorulur. (3) Kaçağı tam doğrulamadan flex değiştirip asıl kaynağı (manifold contası, kelepçe) atlamak.

Kaynak uyarısı: Paslanmaz körüğü doğrudan aşırı ısıya maruz bırakan hatalı kaynak, iç astarı deforme edip erken çatlatır. Kaynağı körük gövdesinden uzak, uç borularda yapın ve ısı girdisini kontrol edin.

- Cıvataları tek seferde değil kademeli ve çapraz sıkın; aksi halde flanş çarpılır, conta düzensiz ezilir.
- Eski, ezilmiş ya da paslı cıvata ve somunları yeniden kullanmayın; ısı altında kırılırlar.
- Flex'i taşıma/montaj sırasında keskin bükmeyin; körük hasar görürse sızdırmazlık en baştan bozulur.
- Hat askılarını eksik bırakmayın; askısız hat tüm ağırlığı flex'e yükler.
- Montaj sonrası mutlaka soğuk-sıcak kaçak kontrolü yapın; ilk ısınmada gevşeyen bağlantı olabilir.

Teknik Değerler ve Kontrol Noktaları

Aşağıdaki değerler ağır ticari araç egzoz sistemleri için **tipik/genel referans** niteliğindedir. Kasaya, motora ve üreticiye göre değişir; kesin değer için OE servis kılavuzu esastır.

Parametre	Tipik Referans Aralığı	Not
Egzoz gazı sıcaklığı (flex bölgesi)	~400-650 °C (yük altında daha yüksek anlık pikler)	Turbo çıkışına yakınlık arttıkça yükselir
Malzeme sürekli çalışma sıcaklığı	Paslanmaz körük için ~600-800 °C dayanım	AISI 304/321 tipi malzeme
Egzoz karşı basıncı (sistem)	~0,1-0,5 bar (≈1,5-7 psi) tipik	DPF dolumuna göre değişir; yüksek değer tıkanma işareti
Flex eksenel hareket toleransı	Birkaç mm mertebesinde (tipik)	Zorlanmadan emmesi beklenen hareket
Açısal esneklik	Birkaç derece (tip/boya göre)	Aşırı açı körüğü yorar
Beklenen ömür	Tipik olarak ana egzoz revizyonuyla uyumlu	Kullanım, yol ve titreşim koşuluna bağlı

Flanş bağlantı torku parça çapına ve cıvata sınıfına göre değişir. Aşağıdaki değerler yalnızca **genel referanstır**; kesin tork için OE kılavuzu esas alınmalıdır.

Cıvata / Somun (tip)	Tipik Tork Referansı	Not
M8 egzoz flanş somunu	~20-30 Nm	Kademeli, çapraz sıkma
M10 egzoz flanş somunu	~35-50 Nm	Isı sonrası tekrar kontrol
M12 flanş / kelepçe	~55-75 Nm	Yay pullu bağlantılarda dikkat
V-band kelepçe (varsa)	~10-20 Nm	Üretici değerine birebir uyun

Egzoz cıvataları yüksek ısı ve titreşim altında çalıştığından, montajda ısıya dayanıklı anti-seize (yapışma önleyici) macun ve mümkünse yeni bağlantı elemanı kullanmak, bir sonraki serviste sökmeyi kolaylaştırır. Torku daima soğuk motorda uygulayın.

Saha kontrol listesi:

- Flex gövdesinde çatlak, yırtık, ezilme, is halkası var mı?
- Dış örgü teli sağlam mı, dağılmış/kopmuş tel var mı?
- Flanş yüzeyleri düz ve temiz mi, conta ezilmesi düzgün mü?
- Cıvata/somunlar tam ve doğru torkta mı?
- Hat askıları sağlam mı, flex boşta ya da gergin mi?
- Flex şasi/gövdeye ya da hortumlara sürüyor mu?

Bakım ve Ömür

Flex boru "değişince unutulmuş" bir parça değildir; periyodik bakımda gözle ve dinleyerek kontrol edilmelidir. Erken fark edilen küçük bir kaçak, tüm hattı ve komşu parçaları (DPF, SCR, manifold) yormadan giderilebilir.

- Her büyük bakımda flex'i görsel muayene edin: çatlak, is, örgü hasarı arayın.
- Egzoz kaçağı sesi ya da kabine koku girişini asla ertelemeyin; küçük kaçak hızla büyür.
- Yeni flex değişiminde hat askılarını ve motor takozlarını da kontrol edin; titreşim kaynağı sürerse yeni flex de erken bozulur.
- Ağır arazi, sürekli tam yük ve dur-kalk trafik flex ömrünü kısaltır; bu koşullardaki araçlarda kontrol sıklığını artırın.
- Korozyon ortam (tuz, çamur) dış örgüyü yıpratır; alt yıkama sonrası hattı gözden geçirin.

Doğru boyda ve kaliteli malzemeden bir flex boru, düzgün monte edilip askıları sağlam tutulduğunda genellikle egzoz hattının ana revizyon dönemine kadar sorunsuz çalışır. Ömrü kısaltan asıl faktör malzeme değil, yoğunlukla yanlış montaj ve giderilmemiş titreşim kaynağıdır.

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