

[TD-EM00.44.0067]  
[Rev. 01]

## Milli Elektrikli Tren Seti Projesi Bistro Ekipmanları için RAMS Analizi Gereklilikleri

Yayın Tarihi: 10/04/2017

Revizyon Tarihi: 20/04/2017

	Ad Soyad	İmza
Onaylayan	M.Şakir ÇELEBİOĞLU	
Kontrol Eden	Kemal BESLER	
Hazırlayan	Selçuk ÇAPKAN	

Form No: TAGF-10	Yayın Tarihi: 16.09.2013	Rev. No: 0	Form Adı: TEKNİK DOKÜMAN FORMATI
---------------------	-----------------------------	------------	-------------------------------------

[illegible]

## İÇİNDEKİLER

1	GİRİŞ .....	4
1.1	KONU .....	4
2	GÜVENİLİRLİK, ELDE EDİLEBİLİRLİK, BAKIM YAPILABİLİRLİK VE EMNİYET (RAMS) .....	4
2.1	RAMS'a Giriş .....	4
2.2	RAMS İlerleme ve Değerlendirme Toplantıları .....	4
2.3	RAMS Hedefleri .....	4
2.4	Güvenilirlik Hedefleri .....	4
2.5	Bakım Hedefleri .....	6
2.6	RAMS Hedeflerine Bağlılık .....	6
2.7	RAMS Performans Doğrulama Periyodu .....	7
2.8	TESLİM EDİLECEK DOKÜMANLAR .....	7
2.9	Önleyici Bakım Yönetimi .....	8
2.10	Malzeme ve İşçilik Maliyetleri .....	9
2.10.1	İşçilik (Adam-Saat) .....	9
2.10.2	LRU Planı .....	10
2.10.3	Yedek Parçalar .....	10
2.10.4	Özel Aletler .....	10

### I. TABLOLAR

Tablo 1 – Güvenilirlik Hedefleri .....	5
Tablo 2 – Bakım Hedefleri (2 Yıllık Periyot) .....	6
Tablo 3 – Bakım Hedefleri (30 Yıllık Periyot) .....	6
Tablo 4 – Teslim Edilecek RAMS Dokümanları .....	7
Tablo 5 – İlk Seviye Kilometre Bazlı Bakım Aralıkları .....	8
Tablo 6 – İlk Seviye Zaman Bazlı Bakım Aralığı .....	8
Tablo 7 – İkinci Seviye Önleyici Bakım .....	9
Tablo 8 – Teknik Zaman .....	9

### II. KISALTMALAR

EMU	Elektrikli Tren Seti (Electric Multiple Unit)
EN	Avrupa Standardı (European Norm)
FPMK	Milyon Kilometre Başına Hata (Failure Per Million Kilometer)
MKBF	Hatalar Arası Ortalama Kilometre (Mean Kilometres Between Failure)
MTBF	Hatalar Arası Ortalama Süre (Mean Time Between Failures)
RAMS	Güvenilirlik, Elde Edilebilirlik, Bakım Yapılabilirlik ve Emniyet (Reliability, Availability, Maintainability and Safety)
SAF	Servisi Etkileyen Hatalar (Service Affecting Failure)
SI	Uluslararası Sistem (International System)
TBD	Tanımlanacak (To be Defined)
TOR	Ray Üstü (Top of Rail)



## 1 GİRİŞ

### 1.1 KONU

Bu doküman “Milli Elektrikli Tren Seti” projesinde uygulanacak RAMS analizleri gereksinimlerini tanımlar.

## 2 GÜVENİLİRLİK, ELDE EDİLEBİLİRLİK, BAKIM YAPILABİLİRLİK VE EMNİYET (RAMS)

### 2.1 RAMS'A GİRİŞ

Aşağıdaki bölümler, Teknik Şartnamede belirtilen tedarik kapsamında Yüklenici tarafından üstlenilecek Güvenilirlik, Elde Edilebilirlik, Bakım Yapılabilirlik ve Emniyet (RAMS) aktivitelerinin yürürlüğe koyulması için gereklilikleri detaylandırmaktadır.

RAMS Şartnamesi ve Gösterimi, ön tasarım aşamasından başlayıp üretim, test, uyum süreci ve servise alınma aşamasına kadarki olan süreç ve belirlenmiş kullanım ömürlerine kadar gerçekleştirilecektir.

RAMS teminatı aşağıdaki standart aracılığı ile kontrol edilecektir.

- EN 50126 – Demiryolu uygulamaları – Güvenilirlik, Elde Edilebilirlik, Bakım Yapılabilirlik ve Emniyet (RAMS) teknik şartnamesi ve gösterimi

### 2.2 RAMS İLERLEME VE DEĞERLENDİRME TOPLANTILARI

RAMS ilerleme ve değerlendirme toplantıları Yüklenici ve TÜVASAŞ arasında, planlanmış proje kademelerine riayet edildiğini kesinleştirmek, RAMS analizlerinden doğan konuları görüşmek oturumları sağlamak ve Yüklenici tarafından yürütülen RAMS faaliyetlerini değerlendirmek maksadıyla, belirlenmiş olan Tasarım Değerlendirmeleri çerçevesinde yapılacaktır.

### 2.3 RAMS HEDEFLERİ

Yüklenici tedarik edilen sistemin/ekipmanın, proje gelişimi esnasındaki analizler ve son ürün üzerindeki doğrulama vasıtasıyla, belirtilen RAMS gereksinimlerini ve hedeflerini yerine getirdiğini kanıtlayacaktır. Bu dokümanda belirtilen görev tanımı tasarım gelişimi esnasında referans olarak kullanılacaktır.

### 2.4 GÜVENİLİRLİK HEDEFLERİ

Bu tedarik kapsamında güvenilirlik hedefleri belirtilmemiş olmakla birlikte, Yüklenici ürünün kalitesi ve güvenilirliğinden sorumlu olacaktır.

Eğer Bistro ekipmanlarında meydana gelen bozulmalar/hatalar yapılacak ortak değerlendirme (Yüklenici ve TÜVASAŞ arasında) sonucunda Yükleniciye mal edilirse, düzeltici işlemler ve/veya tasarım değişimleri Yüklenici tarafından masrafları kendisine ait olmak üzere gerçekleştirilecektir.

Aşağıda belirtilen hata oranı sınıflandırması, arızanın çeşidini belirlemede yardımcı olmaktadır.

#### A seviye hata sınıfı

Trenin planlı seferlerini bozan ve yolcuların transferinden sonra trenin çekilmesini gerektiren hatalardır.

#### B seviye hata sınıfı

Yolcuların derhal veya bir sonraki istasyonda aktarılmasını gerektiren ve trenin azaltılmış modda depoya geri dönmesini gerektiren hatalardır.

### C seviye hata sınıfı

İşletme süresince 5 dk'dan fazla gecikmelere sebep olan hatalardır.

### D seviye hata sınıfı

Planlı seferi aksatan ve sefer sonunda trenin depoya geri dönmesini gerektiren hatalardır.

### E seviye hata sınıfı

Planlanan tren seferini etkilemeyen fakat mümkün olan en yakın zamanda trenin servisten çıkarılarak ya da daha uygun olan bir zamana erteleyerek (planlanmamış bakım müdahalesi) düzeltici bakım gerektiren tüm hatalardır.

Doğal Güvenilirlik hataları oranı düzeltici bakım değerlendirmesi için temel oluştururken, Servisi Etkileyen Hatalar (Service Affecting Failures / SAF); başka bir deyişle kritik hatalar, görev hataları sistem/ekipmanların montaj sonrası aracın servisini nasıl etkileyeceği ile ilgili bilgileri verir.

Hatalardan A, B, C, D kategorilerinde yer alanlar SAF, E kategorisinde olanlar doğal güvenilirlik oranının belirlenmesinde kullanılır.

TANIM	HEDEF [Tek bir adet seviyesinde]		AÇIKLAMALAR
	N/A Hata [ $10^{-6}$ /saat]	N/A MTBF [saat]	
Doğal Güvenilirlik	N/A Hata [ $10^{-6}$ /saat]	N/A MTBF [saat]	Plansız bakım müdahalesi gerektiren tüm hatalar (E sınıfı hatalar)
SAF (Kritik) Güvenilirlik	N/A Hata [ $10^{-6}$ /saat]	N/A MTBF [saat]	SAF (A, B, C, D sınıfı hatalar)

Tablo 1 – Güvenilirlik Hedefleri

### NOT:

Sistem/komponent seviyesinde güvenilirlik figürleri genel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilir:

- “Milyon Saatteki Hata - Failure per Million Hours (FPMH)” [ $10^{-6}$  /saat] veya ters ifadesiyle “Hatalar Arası Geçen Ortalama Süre - Mean Time Between Failures (MTBF)” [saat].

Tren seti seviyesinde güvenilirlik figürleri genel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilir:

- “Milyon Kilometre Başına Hata - Failures per Million Kilometres (FPMK)” veya ters ifadesiyle “Hatalar Arası Kat Edilen Ortalama Kilometre - Mean Kilometres Between Failure (MKBF)”

FPMH – FPMK ve MTBF – MKBF çevrimini yapmak için çalışma şartlarından çevrim hızı kullanılır:

$$FPMH = FPMK \times (V_{\text{çev}})$$

$$MTBF = MKBF / (V_{\text{çev}})$$

## 2.5 BAKIM HEDEFLERİ

Bakım maliyetlerinin makul seviyelerde tutulması için, Yüklenici 2 yıllık kısa periyot ve 30 yıllık uzun periyot için maliyet analizlerini içeren en iyi hesaplanmış değerlerini sunacaktır.

### 2 yıllık

Tanım	Hedef [Tren seviyesinde]	Açıklamalar
Her 1000 km için önleyici bakım toplam maliyet [€/1000 km]	Bildirilecek	İşçilik maliyeti = TBD €/saat
Her 1000 km için düzeltici bakım toplam maliyet [€/1000 km]	Bildirilecek	İşçilik maliyeti = TBD €/saat
Her 1000 km için toplam bakım maliyeti [€/1000 km]	Bildirilecek	

Tablo 2 – Bakım Hedefleri (2 Yıllık Periyot)

### 30 yıllık

Tanım	Hedef [Tren seviyesinde]	Açıklamalar
Her 1000 km için önleyici bakım toplam maliyet [€/1000 km]	Bildirilecek	İşçilik maliyeti = TBD €/saat
Her 1000 km için düzeltici bakım toplam maliyet [€/1000 km]	Bildirilecek	İşçilik maliyeti = TBD €/saat
Her 1000 km için toplam bakım maliyeti [€/1000 km]	Bildirilecek	

Tablo 3 – Bakım Hedefleri (30 Yıllık Periyot)

## 2.6 RAMS HEDEFLERİNE BAĞLILIK

Yukarıda belirtilen RAMS hedeflerinin gerçekleştirilmesi, ilgili Doğrulama Periyodu süresince servisteki aracın verileri ile doğrulanacaktır (sonraki bölüme bakınız).

Bildirilen RAMS hedefleri, proje geliştirme sürecinde, bu dokümanda yer alan tablolara göre bir RAMS analizi tedarik ederek, gösterilecek ve değerlendirilecektir.

Özellikle, Yüklenici tüm bakım yapılabirlik gereksinimlerinin ve tamir seviyelerinin göz önünde bulundurulduğunu ve tasarıma uygun bir şekilde işlendiğini gösterecektir.

Bakım yapılabirlik analizi ve bakım hedefi TÜVASAŞ tarafından önerilen resmi süreçlerle gözlemlenecek, değerlendirilecek ve kontrol edilecektir.

Son Kullanıcı, belirli gösterimler vasıtasıyla bildirilmiş bakım zamanlarını doğrulayacaktır.

Önleyici bakım analizleri ve ilgili görevlerden elde edilmiş olan Bakım Planı, bakım kılavuzları ile uyumlu olacaktır (ilgili bölümlere bakınız).

Yüklenici eksik kalan hususlarla ilgili:



- Tüm RAMS hedeflerinin gerçekleştirilmesi için, TÜVASAŞ'ın talepleri doğrultusunda tüm gerekli değişiklikleri ücretsiz olarak yapmak zorundadır.
- Son Kullanıcının, Yüklenici sistemindeki uyumsuzluklardan kaynaklanan durumlardan ötürü TÜVASAŞ'a keseceği cezaları, tedarik sözleşmesinde de tanımlandığı gibi, ödeyecektir.

## 2.7 RAMS PERFORMANS DOĞRULAMA PERİYODU

Her bir sistem/alt-sistem/komponent için alan verilerinin kayıtları tutularak RAMS hedeflerinin doğrulanması; sistem/alt-sistem/komponentlerin işletme aşamasında "Doğrulama Periyodunda" yapılacaktır.

RAMS performans doğrulama süreci, bugün için 2 yıl olarak varsayılmaktadır.

*Not: Doğrulama periyodunun son tanımı, Son Kullanıcının gereksinimlerinden elde edilecektir ve bu bilgiler mevcut olduğunda onaylanacaktır.*

## 2.8 TESLİM EDİLECEK DOKÜMANLAR

Dokümanlar	Siparişten sonraki TBD ay içerisinde (veya Tasarım Gözden Geçirme planına göre)
Sistem ve Bakım Risk Analizi	C
<b>Bakım dokümanları:</b>	
Önleyici ve düzeltici bakım analizi	C
LRU yedek parça listesi	C
Temizleme malzemeleri güvenlik bilgi formu	C
Yağ (gres) veri sayfaları	C
Yedek parça listesi	C
Özel alet listesi	C
Fiyatlandırılmış yedek parça listesi (capital spares)	C

Tablo 4 – Teslim Edilecek RAMS Dokümanları

- C = Komple dokümantasyon; tasarım revizyonları göz önünde bulundurularak tasarım gelişim süresince tüm sağlanan dokümanlar güncellenecektir.

### Diğer açıklamalar:

- İstenilen evraklar ya TÜVASAŞ'ın belirtmiş olduğu şablonlar kullanılarak ya da TÜVASAŞ'ın onaylaması halinde kendi formatlarını kullanarak hazırlanacaktır (aynı olan içerikler ve talep edilen veriler bildirilecektir).
- İlgili dokümanların, özellikle Önleyici ve Düzeltici Bakım Analizlerini ilgilendirenlerin, onay sürecini kolaylaştırmak için TÜVASAŞ şablonunun kullanımı özellikle tavsiye edilmektedir.

- Düzeltici bakım hesaplaması için kullanılan hata oranı “doğal tip” (tüm hata oranı) şeklinde ve güvenilirlik analizlerinde kullanılanlar ile aynı olmalıdır.
- Tren ömrünün sonunda gerçekleşen ağır bakımlar/değişiklik işlemleri maliyet değerlendirmesinde hesaba katılmayacaktır.

Not: Bakım Kılavuzu ilgili Teknik Şartnamenin bir bölümünün konusudur.

## 2.9 ÖNLEYİCİ BAKIM YÖNETİMİ

Yüklenici aşağıdaki tablolarda listelenen önleyici bakım aralıklarını kullanacaktır. Yüklenici, tedarik kapsamında özel ihtiyaçları göz önünde bulundurarak muhtemel farklı aralıklar için TÜVASAŞ ile anlaşacaktır.

Bakım aralıkları 3 tipe bölünmüştür.

- 1) İlk seviye kilometre bazlı önleyici bakım sıklığı veya aralığı (depoda gerçekleştirilen)

Tanımlama Kodu	Periyodu km
K-INT-1	5.250
K-INT-2	21.000
K-INT-3	62.500
K-INT-6 veya 2 (K-INT-3)	125.000
K-INT-12 veya 4 (K-INT-3)	250.000
K-INT-24 veya 8 (K-INT-3)	500.000

**Tablo 5 – İlk Seviye Kilometre Bazlı Bakım Aralıkları**

- 2) İlk seviye zaman bazlı bakım sıklığı veya aralığı (depoda gerçekleştirilen)

Tanımlama Kodu	Periyodu (ay)
(T-INT-0)	(1 hafta)
T-INT-1	1
T-INT-3	3
T-INT-6	6
T-INT-12	12
T-INT-24	24

**Tablo 6 – İlk Seviye Zaman Bazlı Bakım Aralığı**

Zaman bazlı bakım işleri sadece fiziksel karakteristikleri zamana bağlı veya yönetmelikle düzenlenmiş olan ekipmanlar için gerçekleştirilecektir (örneğin; yangın önleme sistemi, vs.).

### ÖNEMLİ NOT:

Zaman esaslı müdahalelerdense, kilometre esaslı bakım müdahaleleri tercih edilecektir.



3) İkinci seviye önleyici bakım veya ağır önleyici bakım veya ağır bakım (genel olarak atölyede)

Tanımlama Kodu	Periyodu km
H-INT-1	1.000.000
H-INT-2	2.000.000
H-INT-3	4.000.000

Tablo 7 – İkinci Seviye Önleyici Bakım

**ÖNEMLİ NOT:**

Aşağıda belirtilen kısa periyottaki müdahaleler özel bakım ihtiyacı olmadıkça sadece muayene olarak yapılacaktır. İlgili durumlar TÜVASAŞ'la kararlaştırılacaktır:

- K-INT-1
- K-INT-2
- T-INT-0
- T-INT-1
- T-INT-3

Yüklenici, kullanım ömrü belirli (km veya saat olarak ifade edilen) olup ağır bakım gerektiren ve yukarıda belirtilen periyotlarda değiştirilmesi mümkün görünmeyen önemli bileşenler/parçalar ile ilgili durumları bildirecektir.

Bakım görevleri (ilk ve ikinci seviye), -%10 +%0 toleransa sahip olacaktır (bu durum ertelenmiş bakımlar için geçerlidir).

## 2.10 MALZEME VE İŞÇİLİK MALİYETLERİ

Önleyici ve düzeltici bakım hesaplaması için kullanılan malzeme fiyatları “fabrika çıkış fiyatı (after market ex works price)” ve yedek parça listesi ile aynı olacaktır.

“Fabrika çıkış fiyatı (after market ex works price)”, sistemin/alt-sistemin/komponentin tüm kullanım ömrü boyunca (üretim aşamasından sonra) TÜVASAŞ veya Son Kullanıcı tarafından yapılacak olan önleyici ve düzeltici bakım işlemlerinde kullanılacak yedek parçaların taşıma maliyetleri hariç fiyatıdır.

İşçilik maliyeti TBD €/saat olarak hesaplanacaktır ve görev tipinden ve bakım yapan kişilerin becerisinden bağımsız tüm bakım müdahalelerine uygulanabilir olacaktır.

### 2.10.1 İşçilik (Adam-Saat)

Bakım görev zamanları Tablo 8’de belirtildiği üzere “teknik zaman” olarak hesaba katılmalıdır.

Teknik zamana <b>dahil olanlar</b>	Teknik zamana <b>dahil olmayanlar</b>
Kurulum zamanı – Teknik temizleme	
Diagnosis ve arıza tespit zamanı	Lojistik ve organizasyon zamanı
Tedarik edilen ekipmanların bileşenlerine ulaşılabilirlik süresi	Tedarik edilen ekipmanlara erişme zamanı (tedarik kapsamında olmayan, sökülmesi gerekli olan parçalar varsa)
Değiştirme veya tamir zamanı	Verimsiz zaman
Fonksiyonel kontrol zamanı	Olay kayıt zamanı

Tablo 8 – Teknik Zaman

Yukarıdaki zamanlar hem önleyici hem de düzeltici bakım müdahaleleri için geçerlidir.

## 2.10.2 LRU Planı

Tedarik kapsamındaki ürünlerin Periyodik Değiştirilecek Parçalarının (LRU) revizyonları (önleyici bakım) veya temel tamirat işlemleri (düzeltici bakım) trenin servis dışında olduğu durumlarda yapılması şiddetle önerilmektedir. Böylece bakım görevinin içinde bulunan Periyodik Değiştirilecek Parçalar (LRU) depoda hali hazırda bulunan yedekleri ile değiştirilecek ve hem zamandan hem de maliyetten kazanılacaktır.

Bu metodu takip edebilmek için kullanıma hazır Periyodik Değiştirilecek Parçaların (LRU) listesi bakım dokümantasyonları çerçevesinde tedarik edilmelidir.

Benzer şekilde Yüklenici; fiyatlandırılmış yedek parçalar (capital spares) olarak adlandırılan, tedarik kapsamında fonksiyonellik açısından ciddi öneme sahip; genellikle büyük, pahalı ve uzun süre tedarik süresine sahip veya kritik duruma sahip parçaların listesini tedarik edecektir (bir sonraki maddeye bakınız).

## 2.10.3 Yedek Parçalar

Yüklenici, önleyici ve düzeltici bakım analizleri için kullanılan ve stok hesaplama bilgisini de içerecek şekilde yedek parça listesi tedarik edecektir.

- Arıza yapısı
- Yedek parça tanımı
- Bir üst komplede geçen ekipmanın sayısı; alt sistemlerin daha küçük komponentleri göz önünde bulundurulmadan büyük ana sistemleri temel alarak oluşan sayı
- Seri fiyat (1)
- Fabrika çıkış fiyatı
- Yerinde teslim zamanı
- Ekonomik satın alma sayısı
- Ömür
- Minimum satın alma sayısı
- Eskime zamanı

(1) Seri fiyat (Capital spare): Ticari işletmenin başlangıcında bakım stokunu oluşturmak için yedek parçalara uygulanan yeni ücret yapılandırmasıdır. TÜVASAŞ alınacak ekipmanı ve miktarı bu liste çerçevesinde seçecektir.

Yüklenici tarafından yedek parçaları tanımlamak için kullanılan tüm referanslar, verilen diğer tüm dokümantasyonlardakiler (tasarım dokümantasyonu, ilk ve ikinci derece bakım kılavuzları, yedek parça kataloğu, personel için çeşitli talimatlar vs.) ile aynı olacaktır.

## 2.10.4 Özel Aletler

Önleyici ve düzeltici bakım faaliyetlerinde özel alet kullanımından kaçınılacaktır.

*Özel alet; sistemin/ekipmanın bakım faaliyetleri için gerekli olan ve yalnızca Yüklenici tarafından tasarlanan ve üretilen bir alet (donanım ve/veya yazılım) ya da piyasada bulunabilmekle birlikte pahalı, karmaşık, uzun teslimat süresi vs. özellikleri olan aletlerdir.*

Eğer özel aletlerin kullanılması gerekliyse istekli ihalede fiyatları ile birlikte özel aletlerin listesini verecektir ve tedarikçi 1 komple özel alet setini ücretsiz olarak tedarik edecektir.

Özel aletlerin listesi, önleyici ve düzeltici bakım analizlerinde belirtilen Özel Aletler ile uyumlu olacaktır.