

TŞ400133

E5000 RAMS Gereksinimleri Şartnamesi

EK-14

E5000 Araç İçi Sistemler RAMS Gereksinimleri

Bu doküman TÜRASAŞ'ın yazılı izni olmadan herhangi bir amaç için ÇOĞALTILAMAZ veya KULLANILAMAZ.

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	<i>Sayfa</i>	<i>3/27</i>
---	--------------	--------------	-------------

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	3
1. GİRİŞ	4
2. YÖNETMELİKLER VE STANDARTLAR	5
3. REFERANS BELGELER.....	6
4. TANIMLAR.....	7
5. GÖREV PROFİLİ	9
6. RAMS GEREKSİNİMLERİ.....	10
6.1. GÜVENİLİRLİK	10
6.1.1. TEMEL GÜVENİLİRLİK.....	10
6.1.2. GÖREV GÜVENİLİRLİĞİ.....	12
6.2. BAKIM.....	14
6.2.1. ÖNLEYİCİ BAKIM.....	14
6.2.2. DÜZELTİ Cİ BAKIM.....	16
6.3. KULLANILABİLİRLİK.....	18
6.4. GÜVENLİK	19
6.4.1. ÖNEM DERECESESİ, GERÇEKLEŞME OLASILIĞI VE RISK MATRİSİ.....	20
6.4.2. ÖN TEHLİKE ANALİZİ ARAÇ SEVİYESİ	23
7. RAMS/LCC İZLEME DÖNEMİ	27
8. SONUÇLAR.....	27

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	Sayfa	4/27
---	-------	-------	------

1. GİRİŞ

Bu belgenin kapsamı, ARAÇ İÇİ 'nin Tasarım aşaması için RAMS (Güvenilirlik, Bakım, Kullanılabilirlik ve Güvenlik) gereksinimlerinin tanımlanmasıdır.

Bu belge, tanımlanan RAMS gereksinimlerini tahmin etmek ve göstermek için gerçekleştirilecek analiz ve dokümantasyonu listeler ve tanımlar.

Bu belge, RAMS bakış açısı altında SEC performanslarını doğrulamak için gerçekleştirilecek testleri tanımlamaktadır

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	Sayfa	5/27
---	--------------	-------	------

2. YÖNETMELİKLER VE STANDARTLAR

- Rif. [1] EN 50126-1, "Demiryolu uygulamaları - Güvenilirlik, Kullanılabilirlik, Bakım ve Güvenlik (RAMS) spesifikasyonu ve gösterimi" - Bölüm 1: Temel kurallar ve genel işlem.
- Rif. [2] EN 50126-2, "Demiryolu uygulamaları - Güvenilirlik, Kullanılabilirlik, Sürdürülebilirlik ve Emniyet (RAMS) spesifikasyonu ve gösterimi" - Bölüm 2: Sistemlere Güvenilirlik Yaklaşımı.
- Rif. [3] CLC/TR 50126-3, "Demiryolu uygulamaları - Güvenilirlik, Kullanılabilirlik, Bakım ve Güvenlik (RAMS) spesifikasyonu ve gösterimi" - Bölüm 3: Demiryolu araçları RAM'i için EN50126-1 uygulama kılavuzu
- Rif. [4] EN 50129: 2004, "Demiryolu uygulamaları - İletişim, sinyalizasyon ve işleme sistemleri - Sinyalizasyon için güvenlik bağlantılı elektronik sistemler".
- Rif. [5] IEC 61508, "Güvenlikle ilgili elektrikli veya elektronik veya programlanabilir elektronik sistemlerde fonksiyonel güvenlik".
- Rif. [6] EN 61025, "Hata Ağacı Analizi".
- Rif. [7] AB/402/2013 sayılı Direktif, "Risk değerlendirme ve değerlendirmesi için ortak güvenlik yöntemi.
- Rif. [8] FMD, "Arıza modu/Mekanizma Dağılımı".
- Rif. [9] MIL-HDBK-217 F, "Elektronik ekipmanın güvenilirlik tahmini".
- Rif. [10] MIL-HDBK-338 B, "Elektronik güvenilirlik tasarımı el kitabı".
- Rif. [11] MIL-HDBK-470 A, "Sürdürülebilir ürün ve sistemlerin tasarlanması ve geliştirilmesi".
- Rif. [12] MIL-HDBK-472 BİLDİRİM 1, "Sürdürülebilirlik Tahmini".
- Rif. [13] MIL-STD-756 B, "Güvenilirlik Modelleme Tahmini".
- Rif. [14] MIL-STD-882, "Sistem Güvenliği".
- Rif. [15] MIL-STD-1472 F, "İnsan Mühendisliği".
- Rif. [16] MIL-STD-1629 A, "Arıza modu, etkileri ve kritiklik analizi gerçekleştirme prosedürleri".
- Rif. [17] NPRD, "Elektronik olmayan parça güvenilirlik verileri".
- Rif. [18] E5000 lokomotiflerinin sertifikasyon ve doğrulama süreçleri için test ve analiz hizmetlerinin satın alınmasına ilişkin teknik şartname - Rev.0.
- Rif. [19] EU/1302/2014, "Avrupa Birliği'nde Raylı Sistemin "Demiryolu Taşıtları - "Lokomotifler ve Yolcu Demiryolu Taşıtları" Alt Sistemine İlişkin Birlikte Çalışabilirlik için Teknik Şartname".
- Rif. [20] EU/2023/1695, "Avrupa Birliği'nde Raylı Sistemin Kontrol Kumanda ve Sinyalizasyon Alt Sistemlerine İlişkin Birlikte Çalışabilirlik için Teknik Şartname".

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	Sayfa	6/27
---	-------	-------	------

Rif. [21] ANSI/VITA 51.1 Güvenilirlik Tahmini MIL-HDBK-217 Yardımcı Spesifikasyon

3. REFERANS BELGELER

Doc. [1] RAMS PLAN_rev.00

Doc. [2] E5000 BAKIM PLANI VER00 – Bakım Planı

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	Sayfa	7/27
---	-------	-------	------

4. TANIMLAR

TERİM	
Kullanılabilirlik	"Araç düzeyinde" değerlendirilecek karakteristik; genellikle çalışma saatleri (gözlemlenen bir süre içinde kaydedilen) ile aracın çalışmasını engelleyen bakım saatlerinin (önleyici ve düzeltici faaliyetler için) toplamı arasındaki oran olarak hesaplanır - " yüzde " olarak ölçülür. Not: Kullanılabilirlik hesaplaması için 2. ve 3. seviye bakım eylemleri Araç kullanılabilirliğini etkilemez.
CMA	Düzeltilici Bakım Analizi
EMI	Elektromanyetik Girişim
FMECA	Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi
FPMK	Milyon Kilometre Başına Arıza
FTA	Hata Ağacı Analizi
GM	Yer Mobil
HAS	Tehlike Analiz Sistemi
HR	İnsan Kaynakları
LCC	Yaşam Döngüsü Maliyeti
LRU	Hat Değiştirilebilir Ünite
Bakım Seviyesi	Araç kullanılabilirliği ve maliyet verimliliği için üç farklı bakım seviyesi tanımlanmıştır: 1 st bakım seviyesi = Yerleşik; 2 nd bakım seviyesi = Pano dışı, yerel atölye; Not: Kullanılabilirlik hesaplaması açısından 2. seviye bakım eylemleri Araç kullanılabilirliğini etkilemez.
Manhour	Bakım faaliyeti için ölçüm birimi - örn: 3.00 saat çalışan 1 operatör 3.00 adamsaat "üretir"; 3.00 saat çalışan 2 operatör 6.00 adamsaat "üretir"; 3.00 saat çalışan 3 operatörden 2'si ve sadece 1.00 saat çalışan üçüncü operatör 7.00 adamsaat "üretir".
MKBF	Arızalar Arası Ortalama Kilometre - Çalışma Kilometresi ile bu arada meydana gelen temel arızalar arasındaki oran.
MTBF	Arızalar Arası Ortalama Süre - çalışma saatleri ile bu arada meydana gelen temel arızalar arasındaki oran
MTTR	Ortalama Onarım Süresi. Sistemi arızalı durumdan çalışır duruma getirmek için gereken ortalama süre. MTTR yalnızca teşhis, onarım (veya değiştirme) ve yeniden test süreleri dikkate alınarak hesaplanacaktır. MTTR lojistik gecikme süresini içermemelidir (MTTR hesaplamasında bakım personelinin ve yedek parçaların onarım yapmak için hazır olduğu varsayılır).
N/A	Uygulanmaz
PHIA	Önleyici Tehlike Tanımlama ve Analizi
PMA	Önleyici Bakım Analizi

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	Sayfa	8/27
---	-------	-------	------

TERİM	
RAMS	Güvenilirlik Kullanılabilirlik Bakım ve Güvenlik
SEC	Sistem, Ekipman, Bileşen
Tren	En fazla 2 üniteye kadar çoklu bağlanabilen araçlar

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	Sayfa	9/27
---	-------	-------	------

5. GÖREV PROFİLİ

Görev profiline ilişkin veriler, Teknik Şartnamenin 5.1. maddesinde bildirildiği gibi aşağıda bildirilmiştir. Rif. [18].

- Yıllık Kilometre 200000[km];
- Araç Ömrü ...30 yıl;
- Çalışma süresi 18[saat/gün];
- Çalışma Dönemi 355 [gün];
- İşçilik maliyeti 45 [€/h].

Yukarıdaki parametreler ve hizmetle ilgili hususlar dikkate alındığında, aşağıdaki saat/kilometre dönüşüm faktörü elde edilmiştir:

- Dönüşüm Faktörü 31,3 [km/h]

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	<i>Sayfa</i>	<i>10/27</i>
---	--------------	--------------	--------------

6. RAMS GEREKSİNİMLERİ

Bu bölüm RAMS gereksinim (hem niteliksel hem de niceliksel) özetlemektedir.

6.1. GÜVENİLİRLİK

Bu bölümde, “temel” ve “görev” güvenilirliği için gereksinimler tanımlanmış ve referans dönüşüm faktörü göz önünde bulundurulmuştur. SEC, aşağıdaki kriterlere uymalıdır:

- SEC, hizmete dayalı olmalıdır; Tedarikçi, önerilen SEC'in demiryolu ulaşım sistemlerinde halihazırda başarılı bir şekilde uygulandığını, nerede, ne zaman ve kaç SEC'in çalıştığını ve ilgili RAMS performanslarını belirterek gösterecektir;
- Bileşenler/yedek parçalar ticari standartlara uygun olmalıdır; mümkün olduğunca özel bileşenlerden/parçalardan kaçınılmalıdır;
- elektrikli ve/veya elektronik bileşenler normalde min. ve maks. giriş voltajı ve/veya akımı aralığında normal şekilde çalışabilmelidir;
- elektronik üniteler EMI'yi önlemek için yeterli şekilde korunmalıdır;

Yukarıda belirtilen taleplere aykırı durumlar, HR ile resmen anlaşılmalıdır.

RAMS Testi sırasında gereksinimler doğrulanacaktır; test sırasında SEC'in gereksinimlere uymayan performanslar göstermesi durumunda, Tedarikçi derhal SEC tasarımını değiştirecek şekilde hareket etmek, gereksinimler karşılanana kadar toplam SEC filosu üzerinde değişiklik uygulamakla yükümlüdür.

Mekanik bileşenler için arıza oranları NPRD'den (Rif. [17]) ve elektrik/elektronik bileşenler için MIL-HDBK-217F'den (Rif. [9]) ve Rif. [21]'den GM ortamında 25°C'de alınmıştır.

Niceliksel gereksinimlerin sağlanmış olsa da, Salgın Arızalar kabul edilemez ve çözümlenmelidir.

6.1.1. TEMEL GÜVENİLİRLİK

Aşağıdaki güvenilirlik performanslarına ulaşılmalıdır:

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	<i>Sayfa</i>	<i>11/27</i>
---	--------------	--------------	--------------

TEMEL GÜVENİLİRLİK		
SEC	MTBF	ÇALIŞMA ÖMRÜ
SİSTEM ARAÇ İÇİ	≥ 52.080 [h]	30 yıl
İç Aydınlatma [Kabin Lambası]	≥ 523.160 [h]	30 yıl
İç Aydınlatma [Makine Dairesi Lambası]	≥ 523.160 [h]	30 yıl
Makinist Koltuğu	≥ 4.185.250 [h]	30 yıl
FRP Parçalar	≥ 2.677.360 [h]	30 yıl
Camlar	≥ 3.662.090 [h]	30 yıl
Taban Döşemesi	≥ 28.278.660 [h]	30 yıl
Telsiz	≥ 523.160 [h]	30 yıl
İç Aydınlatma [Konsol Lambası]	≥ 523.160 [h]	30 yıl
İç Aydınlatma [Merdiven Aydınlatma]	≥ 523.160 [h]	30 yıl
İç Aydınlatma [Spot Lamba]	≥ 523.160 [h]	30 yıl
İç Aydınlatma [Dolap Lambası]	≥ 523.160 [h]	30 yıl
İzolasyon Malzemeleri	≥ 83.040.500 [h]	30 yıl
Buzdolabı	≥ 1.338.680 [h]	30 yıl
Güneşlik	≥ 3.662.090 [h]	30 yıl
Yangın Tüpü	≥ 34.877.010 [h]	30 yıl

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	Sayfa	12/27
---	-------	-------	-------

6.1.2. GÖREV GÜVENİLİRLİĞİ

E5000 lokomotifinin görev güvenilirliğini hesaplamak amacıyla aşağıdaki arıza sınıfları tanımlanmıştır:

- **A Sınıfı Arızalar:** Lokomotif hareket edemiyor; bunlar lokomotifin başka bir lokomotifle çekilmesini gerektiren arızalardır.
- **B Sınıfı Arızalar:** Bunlar ilk istasyonda durmayı gerektiren arızalardır, ancak araç kendi gücüyle park alanına gidebilir.
- **C Sınıfı Arızalar:** Varış noktasında (son istasyon) 10 dakikadan fazla gecikmeye neden olan belirli arızalar. Gecikme, her ara durak için değil, son istasyondaki her gecikme için yalnızca bir kez hesaplanacaktır.
- **D Sınıfı Arızalar:** Lokomotifin gün sonuna kadar hizmete devam edebileceği arızalar olarak tanımlanacaktır.

Aşağıdaki tabloda ARAÇ İÇİ için ana arızalar açıklanmaktadır. Gerektiğinde ek arıza türleri eklenebilir.

Alt Sistem/Ekipman	Arıza Türü	A	B	C	D
ARAÇ İÇİ	Aracın içi ve dışı kontrol merkezinden izlenemez.			X	
	Diğer sistem arızaları				X
	Kayıt cihazı çalışmıyor/kayıt yapmıyor.			X	

Görev güvenilirliği gereksinimi MKBSF cinsinden ifade edilir ve arızanın görev üzerindeki etkisine bağlı olarak değişir.

Aşağıdaki görev güvenilirliği performanslarına ulaşılmalıdır.

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	<i>Sayfa</i>	<i>13/27</i>
---	--------------	--------------	--------------

GÖREV GÜVENİLİRLİĞİ		
SEC	MTBSF A+B Kategorisi	MTBSF A+B+C Kategorisi
SİSTEM ARAÇ İÇİ	≥ 833.500 [h]	≥ 208.380 [h]
İç Aydınlatma [Kabin Lambası]	≥ 8.373.160 [h]	≥ 2.093.290 [h]
İç Aydınlatma [Makine Dairesi Lambası]	≥ 8.373.160 [h]	≥ 2.093.290 [h]
Makinist Koltuğu	≥ 66.985.260 [h]	≥ 16.746.320 [h]
FRP Parçalar	≥ 42.851.370 [h]	≥ 10.712.850 [h]
Camlar	≥ 58.612.100 [h]	≥ 14.653.030 [h]
Taban Döşemesi	≥ 452.603.065 [h]	≥ 113.150.770 [h]
Telsiz	≥ 8.373.160 [h]	≥ 2.093.290 [h]
İç Aydınlatma [Konsol Lambası]	≥ 8.373.160 [h]	≥ 2.093.290 [h]
İç Aydınlatma [Merdiven Aydınlatma]	≥ 8.373.160 [h]	≥ 2.093.290 [h]
İç Aydınlatma [Spot Lamba]	≥ 8.373.160 [h]	≥ 2.093.290 [h]
İç Aydınlatma [Dolap Lambası]	≥ 8.373.160 [h]	≥ 2.093.290 [h]
İzolasyon Malzemeleri	≥ 1.329.072.485 [h]	≥ 332.268.125 [h]
Buzdolabı	≥ 21.425.690 [h]	≥ 5.356.425 [h]
Güneşlik	≥ 58.612.100 [h]	≥ 14.653.030 [h]
Yangın Tüpü	≥ 558.210.450 [h]	≥ 139.552.615 [h]

6.2. BAKIM

Bu paragrafta önleyici ve düzeltici bakım işlemleri için bakım gereksinim belirtilmiştir.

Önleyici ve düzeltici bakım seviyeleri aşağıdaki gibi ayrılmıştır:

- 1st bakım seviyesi = Yerleşik;
- 2nd bakım seviyesi = Pano dışı, yerel atölye.

6.2.1. ÖNLEYİCİ BAKIM

Aşağıdaki tabloda ana araç alt sistemlerinin uyması gereken bakım aralıkları tanımlanmaktadır:

BAKIM "ŞEBEKE ARALIKLARI"		
Bakım Kodu	MIN kilometre ARALIK [km]	PERİYODIKLIK ARALIĞI
SB	1.000	2 gün
K	7.500	2 hafta
KB1	50.000	3 ay
KB2	100.000	6 ay
KB3	200.000	1 yıl
GB	400.000	2 yıl
SR	800.000	4 yıl
GR	1.600.000	8 yıl
BGR	3.200.000	16 yıl
TB	N/A	N/A

SEC aşağıdaki gereksinimlere uymalıdır:

- "Manhour" (45,00 [€/h] maliyet üzerinden maliyete çevrilmiştir)
- "Malzeme Maliyeti"

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	<i>Sayfa</i>	<i>15/27</i>
---	--------------	--------------	--------------

ÖNLEYİCİ. BAKIM. GEREKLİLİKLERİ		
SEC	Manhours [h/km]	Malzeme Maliyeti [€/km]
ARAÇ İÇİ	≤ 0,01932	≤ 0,00828
İç Aydınlatma [Kabin Lambası]	≤ 0,00192	≤ 0,00082
İç Aydınlatma [Makine Dairesi Lambası]	≤ 0,00192	≤ 0,00082
Makinist Koltuğu	≤ 0,00024	≤ 0,00010
FRP Parçalar	≤ 0,00038	≤ 0,00016
Camlar	≤ 0,00027	≤ 0,00012
Taban Döşemesi	≤ 0,00004	≤ 0,00002
Telsiz	≤ 0,00192	≤ 0,00082
İç Aydınlatma [Konsol Lambası]	≤ 0,00192	≤ 0,00082
İç Aydınlatma [Merdiven Aydınlatma]	≤ 0,00192	≤ 0,00082
İç Aydınlatma [Spot Lamba]	≤ 0,00192	≤ 0,00082
İç Aydınlatma [Dolap Lambası]	≤ 0,00192	≤ 0,00082
İzolasyon Malzemeleri	≤ 0,00001	≤ 0,00001
Buzdolabı	≤ 0,00075	≤ 0,00032
Güneşlik	≤ 0,00027	≤ 0,00012
Yangın Tüpü	≤ 0,00003	≤ 0,00001

Tüm sarf malzemeleri hesaplamaya dahil edilmelidir; bir bakım görevinin birkaç 'bakım seviyesine' bölündüğü durumlarda, her seviyede kullanılan tüm işçilik saatleri ve malzemeler dikkate alınmalıdır.

6.2.2. DÜZELTİCİ BAKIM

SEC buna uymak zorundadır:

- "Manhour" (45.00 [(€/h)] maliyet üzerinden maliyete çevrilmiştir.
- "Malzeme Maliyeti"

DÜZELTİCİ BAKIM GEREKLİLİK		
SEC	Manhours [h/km]	Malzeme Maliyeti [€/km]
ARAÇ İÇİ	≤ 0,00414	≤ 0,00276
İç Aydınlatma [Kabin Lambası]	≤ 0,00041	≤ 0,00027
İç Aydınlatma [Makine Dairesi Lambası]	≤ 0,00041	≤ 0,00027
Makinist Koltuğu	≤ 0,00005	≤ 0,00003
FRP Parçalar	≤ 0,00008	≤ 0,00005
Camlar	≤ 0,00006	≤ 0,00004
Taban Döşemesi	≤ 0,00001	≤ 0,00001
Telsiz	≤ 0,00041	≤ 0,00027
İç Aydınlatma [Konsol Lambası]	≤ 0,00041	≤ 0,00027
İç Aydınlatma [Merdiven Aydınlatma]	≤ 0,00041	≤ 0,00027
İç Aydınlatma [Spot Lamba]	≤ 0,00041	≤ 0,00027
İç Aydınlatma [Dolap Lambası]	≤ 0,00041	≤ 0,00027
İzolasyon Malzemeleri	≤ 0,00000	≤ 0,00000
Buzdolabı	≤ 0,00016	≤ 0,00011
Güneşlik	≤ 0,00006	≤ 0,00004
Yangın Tüpü	≤ 0,00001	≤ 0,000004

Bir bakım operasyonu birkaç "bakım seviyesine" bölündüğünde, her seviye için harcanan tüm işçilik saatleri ve malzemeler dikkate alınmalıdır.

Düzeltilici bakım maliyetinin hesaplanmasına ek olarak, MTTR de aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır:

$$MTTR = \frac{\sum_i^n \lambda_i t_i}{\sum_i^n \lambda_i}$$

burada:

- n sistemdeki bileşenlerin (LRU'lar) sayısını ifade eder;

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	Sayfa	17/27
---	-------	-------	-------

- $-\lambda_i$ i'inci bileşenin arıza oranını ifade eder;
- $-t_i$, i-inci bileşenin onarım (değiştirme) süresini ifade eder.

Ayrıca, SEC yukarıdaki gereksinimlere uymalıdır:

6.3. KULLANILABİLİRLİK

Sistem, aracın kullanılabilirliği üzerindeki etkisi mümkün olduğunca azaltılacak şekilde tasarlanmalı ve yönetilmelidir; örneğin: mümkün olduğunda, aracın çalışmama süresini azaltmak için 'Araç Dışı' bakım (bakım için bir montajın çıkarılması/değiştirilmesi) seçilebilir.

Bakım analizinin bir parçası olarak, araç kullanılabilirliğinin tahmini yapılmalıdır.

Kullanılabilirlik endeksi hesaplaması aşağıdaki formüle göre yapılmalıdır:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Kullanılabilirlik endeksi bir yüzde değeri olarak ifade edilir ve operasyon için işletmeye uygun olan filoyu ifade eder.

Tedarik edilecek demiryolu aracın işletme sırasında garanti edilmesi gereken minimum değer şudur:

KULLANILABİLİRLİK GEREKSİNİMİ	
SEC	KULLANILABİLİRLİK [%]
ARAÇ İÇİ	≥ 99,99998
İç Aydınlatma [Kabin Lambası]	≥ 99,99998
İç Aydınlatma [Makine Dairesi Lambası]	≥ 99,99999
Makinist Koltuğu	≥ 99,99999
FRP Parçalar	≥ 99,99999
Camlar	≥ 99,99999
Taban Döşemesi	≥ 99,99998
Telsiz	≥ 99,99998
İç Aydınlatma [Konsol Lambası]	≥ 99,99998
İç Aydınlatma [Merdiven Aydınlatma]	≥ 99,99998
İç Aydınlatma [Spot Lamba]	≥ 99,99998
İç Aydınlatma [Dolap Lambası]	≥ 99,99999
İzolasyon Malzemeleri	≥ 99,99999
Buzdolabı	≥ 99,99999
Güneşlik	≥ 99,99999
Yangın Tüpü	≥ 99,99998

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	<i>Sayfa</i>	<i>19/27</i>
---	--------------	--------------	--------------

6.4. GÜVENLİK

Güvenlik analizi süreci, tanımlanan her tehlike için ilişkili bir risk olduğu ilkesine dayanır. Tüm güvenlik süreci bu riski ortadan kaldırmayı veya azaltmayı, yani her bir tehlikeyle ilişkili riskin mümkün olduğunca düşük olması gerektiğini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu konsept EN 50126-1 (Rif. [1]) ve Risk Değerlendirmesi için Ortak Güvenlik Yöntemi (Rif. [7]) şartnamelerine uygun olarak geliştirilmiştir:

PHIA/HAS'ta izlenecek adımlar aşağıda özetlenmiştir:

- I. Tehlikeli bir durum (hazard) nedeniyle sistemde meydana gelebilecek arızalar/kesintiler varsayılacaktır;
- II. Her bir tehlike için, tehlike seviyesi (şiddet ve sıklıktan başlayarak) belirlenecek ve her bir neden ve sonuç tanımlanacaktır.
- III. Kabul edilemez veya istenmeyen risk seviyesine sahip her bir tehlike için uygulanacak karşı önlemler, riskin "ihmal edilebilir" veya "tolere edilebilir" kategorisine girmesi için analiz edilecek ve incelenecektir.
- IV. Son olarak, karşı önlemlerin uygulanmasından sonra, her bir tehlike için gereken nihai risk seviyesi belirlenecektir.

Sistem için yeni bir tehlike tespit edildiğinde Ön Tehlike Analizi (PHIA) güncellenecektir. PHIA ile başlayarak, tehlike analizi oluşturulacak ve güncellenecektir.

6.4.1. ÖNEM DERECESE, GERÇEKLEŞME OLASILIĞI VE RISK MATRİSİ

Her bir tehlikenin değerlendirilmesi için, teknik şartnamelere uygun olarak, tehlikelerin ciddiyetinin sınıflandırılması Table 1 ve gerçekleşme olasılıkları Table 2 'de tanımlanmıştır:

Önem Kategorisi	Sonuçlar
1: Felaket	Ölümler ve/veya çok sayıda ağır yaralanma
2: Kritik	Tek ölüm ve/veya ağır yaralanma veya Ana sistem kaybı
3: Marjinal	Hafif yaralanma ve/veya ciddi sistem(ler) hasarı
4: İhmal Edilebilir	Olası hafif yaralanma veya hafif sistem hasarı

Table 1 Önemlilik kategorisi

Frekans seviyesi	Açıklama	Aralık (Arıza/Saat)
A: Sık	Sık sık meydana gelme olasılığı. Tehlike sürekli olarak yaşanacaktır.	$\lambda > 10^{-3}$
B: Muhtemel	Birkaç kez meydana gelecektir. Tehlikenin sık sık meydana gelmesi beklenebilir.	$10^{-3} \geq \lambda > 10^{-4}$
C: Ara sıra	Birkaç kez meydana gelme olasılığı. Tehlikenin birkaç kez meydana gelmesi beklenebilir.	$10^{-4} \geq \lambda > 10^{-5}$
D: Uzaktan	Sistem yaşam döngüsü içinde bir zamanda meydana gelme olasılığı. Tehlikenin gerçekleşmesi makul olarak beklenebilir.	$10^{-5} \geq \lambda > 10^{-7}$
E: Olasılıksız	Gerçekleşmesi olası değildir ancak mümkündür. Tehlikenin istisnai olarak meydana gelebileceği varsayılabilir.	$10^{-7} \geq \lambda > 10^{-9}$
F: İnanılmaz	Gerçekleşme olasılığı son derece düşüktür. Tehlikenin meydana gelmeyebileceği varsayılabilir.	$\lambda \leq 10^{-9}$

Table 2 Olay seviyeleri olasılığı

Risk değerlendirmesi, risk endeksini bulmak için tehlikenin olasılık seviyesi (tehlikenin meydana gelme sıklığı) ve tehlikenin ciddiyet seviyesinin (personel hatası, çevresel koşullar, tasarım yetersizlikleri, prosedür eksiklikleri veya sistem, alt sistem veya bileşen arızası veya arızalanmasından kaynaklanan en kötü güvenilir olay) kombinasyonuna dayanacaktır.

Sistem aşağıdaki risk değerlendirme matrisine uygun olmalıdır:

Tehlikeli bir olayın meydana gelme sıklığı	Risk Kabul Kategorileri			
Sık	İstenmeyen	Dayanılmaz	Dayanılmaz	Dayanılmaz
Muhtemel	Tolere edilebilir	İstenmeyen	Dayanılmaz	Dayanılmaz
Ara sıra	Tolere edilebilir	İstenmeyen	İstenmeyen	Dayanılmaz
Uzak	İhmal edilebilir	Tolere edilebilir	İstenmeyen	İstenmeyen
Olasılıksız	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Tolere edilebilir	İstenmeyen
İnanılmaz	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Tolere edilebilir
	İhmal Edilebilir	Marjinal	Kritik	Felaket

Table 3 Risk matrisi

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	Sayfa	23/27
---	-------	-------	-------

6.4.2. ÖN TEHLİKE ANALİZİ ARAÇ SEVİYESİ

Araçtaki insanları, araca binen/araçtan inen insanları, duraklardaki insanları, hat üzerinde veya yakınında çalışan insanları, sürücüleri ve bakım personelinin etkileyebilecek tüm tehlikeler analiz edilmelidir.

Aşağıdaki tabloda araç seviyesindeki ana tehlikeler açıklanmaktadır. Gereken durumlarda ilave güvenlik tehlikeleri eklenebilir.

TEHLİKELER LİSTESİ		
N. Tehlike	Tehlike Kimliği	Açıklama
1		Kontrolsüz araç hareketi
	1°	Çekiş sisteminin istem dışı devreye girmesi nedeniyle aracın kazara hareket etmesi
	1b	Yanlış komut nedeniyle yanlış hareket yönü
	1c	CCS ile arayüzde işlev kaybı
	1d	Çekiş sisteminin (motor jeneratörü/çekiş kabini...) arızalanması nedeniyle araç çekiş kaybı
	1e	Çekiş sistemi (invertör) arızası nedeniyle yanlış seyir yönü
2		Araç frenlemesi yokluğu
	2°	Araç tek tahrikli konfigürasyonda servis freni uygulanmaması
	2b	Araç tek konfigürasyonda park ederken (park etme) fren yapmama
	2c	Araç tek çekişli konfigürasyonda acil frenleme uygulanmaması
	2d	Fren sistemi bileşenlerinde hasar
	2e	Bir acil frenleme komutunun etkinleştirilmesinden sonra, çekiş sisteminin arızalanması nedeniyle tren yavaşlamaz (çekiş gücü \geq frenleme gücü)
3		Deray olma
	3°	Araç Yapısal Arızası (Tekerlek Kırılması, Mil Kırılması, Süspansiyon Kırılması, Boji Çerçevesi Arızası)
	3b	Hat üzerindeki engeller
	3c	Rayların üzerine düşen nesneler (alt gövdeye monte edilen elemanlar, bojiye ve tavana monte edilen teşhis sistemleri)
	3d	Araç dinamik performansı optimum değil
	3e	Yetersiz gösterge paneli düzeni nedeniyle sürücünün kafasının karışması (düğmelerin, LED'lerin, ekranların ve etkinleştirme tuşlarının düzeninde karışıklık)
4		Araca binen ve araçtan inen veya araçta bulunan personel için tehlike
	4°	Kapatma sırasında giriş veya çıkış alanındaki kişiler için ezilme veya sıkışma tehlikesi (dış kapı)
	4b	Seyahat sırasında giriş veya çıkış alanındaki kişiler için ezilme tehlikesi (iç kapıların birbirine bağlanması)
	4c	Erişim merdivenlerinden düşme tehlikesi

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	Sayfa	24/27
---	-------	-------	-------

TEHLİKELER LİSTESİ		
N. Tehlike	Tehlike Kimliği	Açıklama
	4d	Zemin yüzeyinin düzensizliği nedeniyle takılma tehlikesi
	4e	Tren hareket halindeyken dış kapı açık
5		Yangın / duman gelişimi
	5°	Yangın tehlikesi, duman oluşumu
	5b	Araç içi elektrik sistemlerinde kısa devre yapması
	5c	Mekanik/elektrikli parçaların aşırı ısınması
	5d	Yetersiz yangın söndürücü temini
	5e	Yangın önleme sisteminin arızalanmasından kaynaklanan tehlike
6		Patlama
	6°	Patlama, cihazların/bileşenlerin patlaması (basınç, fırlayan parçalar, yayılan gazlar veya sıvılar)
7		Araç hasarı
	7°	Kasa hasarı (yapısal arıza / korozyon / yaşlanma)
	7b	Trolley hasar (yapısal arıza / korozyon / yaşlanma)
	7c	Formdan düşmüş
	7d	Araç içinde vandalizm (örn. araç içi ekipmanların çalınması)
	7e	Araç dışında vandalizm (örn. "sörf", grafiti, yakıt hırsızlığı)
	7f	Atmosferik etkenlerin neden olduğu hasar
	7g	Beklenmedik pantograf kaldırma ve beklenmedik ekstra hızlı kapanma nedeniyle ana cer kutusunda hasar (25kV'de)
8		Diğer sistemler ve araçlarla elektriksel etkileşimlerden kaynaklanan arızalar
	8°	Araç harici sistemlerde arızalara neden olur (örn. sinyalizasyon sistemleri, güvenlik sistemleri, diğer araçlar)
9		Konvoyun bağlantısının istem dışı kesilmesi
	9°	Kanca arızası nedeniyle istem dışı tren bağlantısının kesilmesi
	9b	Fren sistemi yarım akupleman ayrılması
	9c	18 pimli bağlantının sökülmesi
10		Aracın iç koşullarıyla ilgili tehlikeler (sürücü kabini, teşhis kabini)
	10°	Yetersiz havalandırma/klima nedeniyle tehlike
	10b	iç tasarımdan kaynaklanan tehlikeler (örn. düşme riski, keskin kenar ve köşelerde yaralanma riski, ezilme, sıcak parçalar)

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	Sayfa	25/27
---	-------	-------	-------

TEHLİKELER LİSTESİ		
N. Tehlike	Tehlike Kimliği	Açıklama
	10 c	Aşırı gürültü seviyelerinden kaynaklanan tehlikeler
	10 d	Kasaya sabitlenmiş yapıların yetersiz direnci
	10 e	Diğer tehlikeler (örn. toksik maddeler, buhar emisyonları, zararlı maddeler)
	10 f	Zamansız veya yetersiz iletişimden kaynaklanan tehlike
	10 g	Kötü ergonomiden kaynaklanan tehlike (kötü duruş/aşırı efor)
	10 h	Kabin içinde egzoz dumanı varlığı
	10 i	Aşırı titreşimler nedeniyle tehlike
	10 j	Şaşkın/dikkati dağılmış sürücü nedeniyle tehlike
1 1		Engellerle çarpışma
	11 o	Zayıf veya yetersiz görünürlük
1 2		Acil durumların yönetilmesinde başarısızlık
	12 o	Acil durumlarda kişilerin tahliyesinin mümkün olmaması, kaçış yollarının yetersiz veya yetersiz erişilebilir olması (örn. sürücü kaçış kapısı, acil çıkışlar)
	12 b	Yetersiz hayat kurtarıcı ekipman
	12 c	Acil durum cihazlarının yetersiz kurulumu (örn. kırmızı acil durum mantarları,)
1 3		Elektrik Tehlikeleri
	13 o	Elektrik Çarpması
	13 b	Akım taşıyan parçalarla doğrudan/dolaylı temas
	13 c	Elektrik arklarına maruz kalma
	13 d	Yetersiz topraklama

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	Sayfa	26/27
---	--------------	-------	-------

TEHLİKELER LİSTESİ		
N. Tehlike	Tehlike Kimliği	Açıklama
	13e	Kemirgen hasarı
14		Araç aydınlatma koşulları/diğer araçlardan kaynaklanan parlama ile ilgili tehlikeler
	14o	Aracın bildirilmemesi
	14b	Sürüş sırasında yetersiz dış aydınlatma
	14c	Yetersiz iç aydınlatma (sürüş masası/iç mekanlar)
	14d	Yetersiz acil durum aydınlatması
	14e	Tavana monte edilen teşhis sistemi aydınlatıcılarının karşıdan gelen araçta neden olduğu parlama
15		Teşhis sistemlerinin tespitiyle ilgili tehlikeler
	15o	Tren algılama sistemlerinin ilgi alanındaki bantlarda elektromanyetik dalgaların yayılması
16		Diğer tehlikeler
	16o	TCN (uzaktan kumanda modu) üzerinden konvoyda uzaktan kumanda fonksiyonunun arızalanması
	16b	Araç için akustik uyarı verilmemesi
	16c	Bakım için zor erişim nedeniyle operatör hasarı
	16d	Zayıf kalite süreci (Yetersiz tedarikçi yönetimi, Yetersiz/eksik risk yönetimi, Eksik/zayıf konfigürasyon yönetimi)
	16e	Standartlara Uyumsuzluk

TÜRASAS Eskişehir Bölge Müdürlüğü	EK-14	<i>Sayfa</i>	<i>27/27</i>
---	--------------	--------------	--------------

7. RAMS/LCC İZLEME DÖNEMİ

RAMS/LCC gereksinimleri, sözleşmeye ekli Hizmet için Teknik Şartname (ST Hizmeti) uyarınca özel bir test dönemi boyunca tüm Araçlar üzerinde doğrulanacaktır.

RAM testinin erken döneminde niceliksel gereksinimlere uyulmaması durumunda, SEC Tedarikçisi söz konusu niceliksel gereksinimlere ulaşmayı amaçlayan telafi edici eylemleri (tasarım modifikasyonu, parça değişikliği, vb.) derhal gerçekleştirmelidir.

Güvenlik gereksinimleri ile ilgili olarak, Tedarikçi bu gereksinimlere tamamen uyumlu olmalı ve bu uyumluluğu sağlanan belgeler aracılığıyla göstermelidir.

Bu araçlarda gelir servisi veya bakım faaliyetleri sırasında meydana gelen, tasarım veya kalite kusurları veya yetersiz/yanlış dokümantasyon nedeniyle Güvenlik üzerinde önemli etkilere neden olan olası olaylar, ulusal yasalara göre Tedarikçinin sorumluluğunda olacaktır.

8. SONUÇLAR

Tüm analizler Doc. [1]'e göre yapılmalıdır. (Ek-1'de verilen RAMS Planı)