

Raylı Sistemlerde Emniyet TS EN 50126

Feyzullah GÜNDOĞDU

Kayseri Ulaşım A.Ş

e-posta: feyun@kayseriulasim.com

Özet

Raylı Sistemlerde Emniyet, insan hayatı üzerinde etkisi olan diğer tüm sistemlerde olduğu gibi, sistemin vazgeçilmez bir unsuru ve güvencesidir. Demiryolu RAMS standartları, TS 50126, çerçevesinde Raylı sistemler tasarlanırken, projelendirmenin ilk aşamalarından itibaren risk analizleri yapılmakta, sistem içinde barınan riskler bu aşamadan itibaren risk azaltma metotları kullanılarak bertaraf edilmekte ya da kabul edilebilir bir seviyeye çekilmeye çalışılmaktadır. Tasarım aşamasında bu analizlerin yapılması sistemin emniyetli bir şekilde devreye alınması ve işletilmesi için gereklidir. Projelendirme aşamasında sistemde barınan risklerin tam olarak belirlenmemesi, işletme esnasında sistem ve insan hayatı üzerinde ciddi riskler oluşturmaktadır. Sistemin ömür çevrimi içerisinde, yapım aşamasından sonra herhangi bir evrede bu riskleri belirlemek ve gerekli önlemleri almak mümkün olabilmekle beraber çok ciddi maddi yükler getirmektedir.

Bu makalede işletmede olan raylı sistemlerde yolcu ve sistem emniyetinin TS 50126 çerçevesinde nasıl sağlandığı kısaca açıklanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Tehlike, Risk, Emniyet, Demiryolu, Risk Yönetimi

Abstract

Safety in Railway system is major important indispensable component of the system like other systems which have effect on human life. Nowadays, railway systems design and construct according to railway RAMS standard EN 50126. Starting from the first phase in the life cycle of the project by the help of risk analysis all the hazards and risks are minimized or annihilated. In the design period the risk analysis are necessary to construct and operate the system safely. If hazards in the systems are not defined and well eliminated during the design phase they may be dangerous in the operations. In the operational phase of the project to annihilate the risks may not be technically applicable or feasible.

If risks or hazards are not well eliminated during the design phase still they can be eliminated or minimized in the other phase of the project by using the hazard and risk analysis techniques.

In this article, the necessary actions to be taken in to account to assure system and passenger safety of railway system will be explained.

Keywords; Hazards, Risk, Safety, Risk managements, Railway

1. GİRİŞ

Toplu taşıma sistemlerin en önemli görevi, yolcularına emniyetli ve güvenilir bir servis sunmaktır. Yüksek emniyet standardı ve sistem güvenesinin sağlanması; ulaşım hizmetini sunan işletmecilerden, kurumlardan, tasarım ve yapımını gerçekleştiren firmalardan, kontrol ve denetim işlerini yürüten organizasyonlardan, işi yaptıran idarelerden, planlama, tasarım, yapım, ön-işletme, işletme ve sistemin ömür çevriminin tüm evrelerinde beklenmektedir R[4]. Yeni tesis edilecek olan sistemlerde, TS EN 50126 R[1] RAMS standardı çerçevesinde projelendirmenin ilk evresinde, kavramsal tasarım sürecinden başlayarak tehlike analizleri ve risk yönetimi yöntemleri ile sistem güvenliği ve emniyetinin sağlanması beklenmektedir. Mevcut sistemlerde de, TS EN 50126'da belirtilen yöntemlerle risk değerlendirme çalışmaları yapılarak sistem emniyet seviyesi arttırmak ve sistemi daha emniyetli hale getirmek mümkündür. Bu çalışmada, yeni tesis edilecek olan sistemlerde TS EN 50126 standardı doğrultusunda Sistem ve Yolcu Emniyetinin nasıl sağlanacağı anlatılacaktır.

2. RAMS YÖNETİMİ

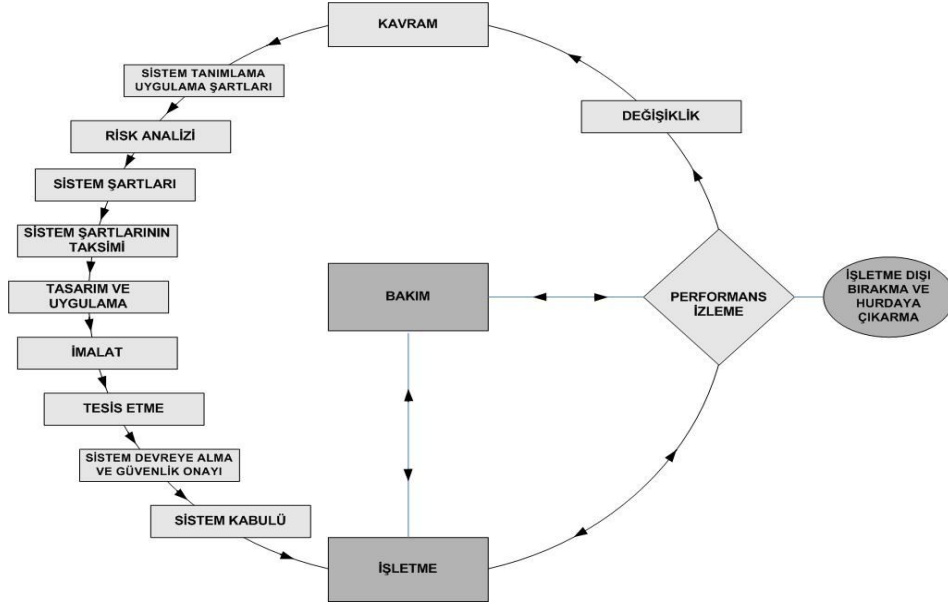
TS EN 50126, 50128 ve 50129 Demiryolu RAMS standartları olarak bilinmektedir. Bu standartlara göre RAMS; Bir ürünün veya bir sistemin ömür çevrimi boyunca tüm evrelerde, belirli şartlar altında, kendisinden beklenen işlevselliğini, fonksiyonlarını yerine getirmesini tahmin etmeyi amaçlayan, bu doğrultuda ortaya çıkacak sonuçları kontrol etmek için yöntemler geliştiren bir mühendislik disiplindir. RAMS yönetimi, proje yaşam döngüsü içerisinde belirli zamanlarda belirli aktivitelerin gerçekleştirilmesi ile ortaya çıkan sonuçların değerlendirilmesi, gerekli aksiyonların alınması işlerinin bütünü şeklinde de tanımlanabilir. RAMS yönetimi emniyet ve performans yönetimi olarak iki bölümde ele almak mümkündür. Bu yazının konusu emniyet olduğundan RAM, performans yönünü başka yazılarda ele alacağız.

Proje evresinde, Şekil 1, RAMS yönetimi ve çıktıları aşağıdaki çizelgede, Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. RAMS yönetimi proje evresi çıktıları

Proje Evresi	Çıktılar
Ön Tasarım	<ul style="list-style-type: none">- Kalite Güvence Planı- RAMS Yönetim Planı- Tehlike Tanımlama ve Analiz PHA- Tehlike Listesi- RAM Report
Final Tasarım	<ul style="list-style-type: none">- Tehlike Kütüğü (Hazard Log)- Reliability Modelleme- Düzeltici ve Önleyici Bakım Analizleri- FTA-Hata Ağacı Analizi- FMECA- RAM Raporu (Güncelleme)
Üretim ve Test	<ul style="list-style-type: none">- Tehlike Analizi (Güncelleme)- Reliability Modelleme(Güncelleme)- Düzeltici ve Önleyici Bakım Analizleri (Güncelleme)
Geçerleme Doğrulama	<ul style="list-style-type: none">- Tehlike Kütüğü (Güncelleme)- Emniyetle ilgili prosedürlerin hazırlanması
Kabul	<ul style="list-style-type: none">- Safety Case- Emniyet Raporu (EN 50129)- Tehlike Kütüğü (Güncelleme)
Garanti	<ul style="list-style-type: none">- Tehlike Kütüğü (Güncelleme)- RAM Geçerleme

Şekil 1. Proje evreleri



3. EMNİYET

Kavramsal olarak baktığımızda emniyet, herhangi bir sistemin kabul edilemez risklerden arı olma durumudur. Yani, sistemlerin çevre ve insan sağlığı, hayati üzerinde tehlike oluşturmaması için sahip olması gereken temel bir özelliktir.

Demiryolu RAMS standartlarını incelediğimizde, temel olarak, RAMS'i RAM ve Safety-Emniyet olarak iki başlıkta değerlendirilebiliriz. Fakat bilinmelidir ki RAM ve Emniyet bir birinde ayrılmaz, sebep sonuç ilişkisi içinde bir birine bağlı iki kavramdır. EN 5026'da bunlar arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde, Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2. Demiryolu RAMS ilişkisi



Buradan da anlaşılacağı üzere RAM parametrelerinden Güvenilirlik ve Bakım Yapılabilirlik doğrudan sistemin emniyeti etkilemektedir. Bunu bir örnekle şöyle açıklayabiliriz: bir makinede emniyetin sağlanması için kullanılan bir algılayıcının katalogunda belirli aralıklarda bakımının ve kalibrasyonunun

yapılması gerektiği yazmaktadır. Belirlenmiş olan bu aralıkta bakımlarının yapılmadığını düşünürsek emniyetin sağlanması için kullanılan algılayıcının kendisinden beklenen emniyetli işlem fonksiyonunu yerine getirmesini bekleyemeyiz. Tanımlanmış bakım koşullarının yerine getirilmemiş olması nedeniyle algılayıcı güvenilirliğini kaybedeceğinden emniyetli olma durumunu da kaybedecektir.

Emniyet kabul edilemez risklerden arı olma durumu olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla, bir sistemin emniyetinden söz etmek için o sistemin içinde barındırdığı risklerin değerlendirilmesinden, risklerin yönetiminden bahsetmek gerekmektedir.

4. RİSK YÖNETİMİ

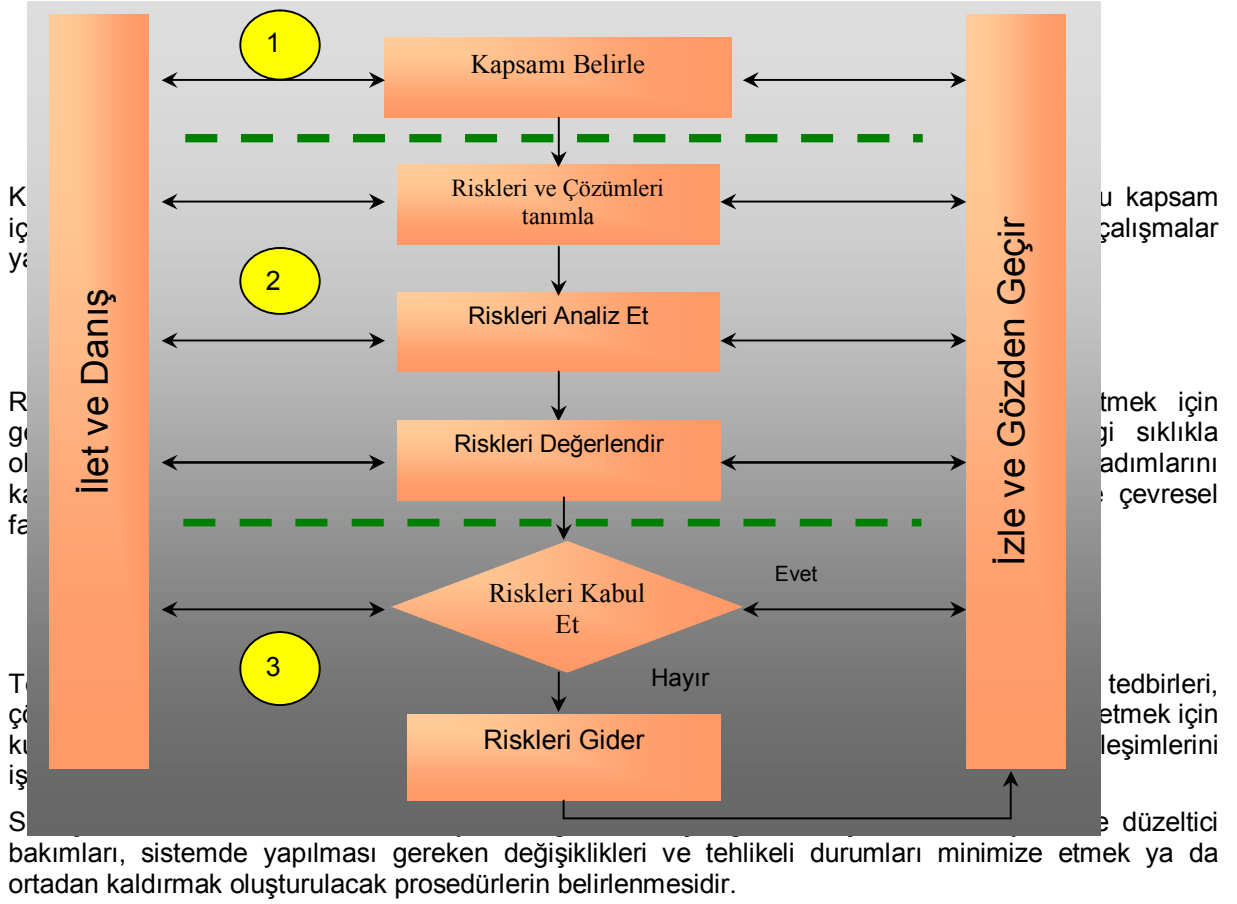
Risk yönetiminin amacı sistem içinde var olan, karşılaşmamız muhtemel tehlikeli durumları ve onların oluşturacağı riskleri tanımlayarak anlamak ve bu riskleri mümkünse bertaraf etmek veya en iyi şekilde yönetmektir.

Şekil 1'de de gösterildiği gibi Risk yönetim süreçleri genel olarak üç aşama ve altı adımdan oluşmaktadır R[2]. Bu aşamalar;

- Kapsamın Belirlenmesi
- Risk Değerlendirmesi yapılması
- Risk Azaltma yöntemlerinin uygulanması

Olarak sıralanabilir. Yukarıda belirtilen adımlar takip edilerek sistem içinde var olan riskler analiz edilerek uygun risk azaltma yöntemlerinin kullanılmasıyla sistemler risklerden arındırılarak emniyetli bir hale getirilebilir.

Şekil 3. Risk Yönetim Aşamaları



4.2.1.1. Tehlike Tanımlama

Tehlike tanımlama süreci sistemde var olan tehlikeli durumların tanımlanması ve bunların sebeplerinin tespit edilmesini içermektedir. Sistemlerdeki risk oluşturacak tehlikeli durumları tespit etmek için aşağıdaki belirtilen veriler kullanılabilir R[3] .

- Arıza, Bakım kütükleri
- Benzer Sistemlerin incelenmesi
- Tecrübeli Personelin oluşturacağı senaryolar veya öneriler
- Yolculardan gelen şikâyetler
- Daha evvel olmuş kaza verileri, raporları
- Tasarım verileri ve çizimler
- Genel tehlikeli durum listeleri ve standartlar
- İşletme tecrübeleri
- Malzeme kayıtları
- Çevresel faktörler
- Yönetmelikler, mevzuatlar, standartlar,

Bu verilerden elde edilen bilgilerle sistemde var olan riskler çıkarılabilir. Risk çalışmasında birinci adım tehlikeli durum analizleridir. Tehlikeli durum analizi sistemde barınan, sistem için ya da personel veya yolcular üzerinde tehlike oluşturabilecek durumların belirlenmesidir. Örneğin; istasyon peronlarının zemininin kaygan bir yapıda olması, zemin ıslakken yolcular için bir kaza riski oluşturacaktır. Veya istasyondaki aydınlatma sisteminin yetersiz olması ya da arızalanması yolcuların perondan hatta düşmeleri riskini içinde barındırmaktadır. Bu durumda, bu kaza ihtimalini ortadan kaldırmak ve

emniyeti sağlamak için ilave emniyet tedbirlerinin alınması gerekmektedir. Çizelge 2, çalışan bir sistemde arıza kütükleri yardımıyla oluşturulan Tehlike Durum Analiz tablosu verilmektedir R[5].

No	Alan	Oluşma Zamanı	Tehlike	Tetikleyici	Sonuç
XX.01	İstasyon	İşletme	Yetersiz aydınlatma	Aydınlatma sisteminde arıza	Yolcuların perondan hatta düşmesi
XX.02	Ana Hat	İşletme	Belirlenen rotayla uyumsuz hareket	Hat boyu sinyallerin çalışmaması	Hareket eden başka bir trenle yandan yada önden çarpışma

Çizelge 2 Tehlikeli Durum Analiz Tablosu

Yukarıdaki riskler sistem içinde barınan risklerden seçilen örneklerdir. Bu şekilde tüm sistem analiz edilerek, sistemin içinde barındırdığı riskler ve riskleri oluşturan sebepler belirlenebilir.

Sistemde mevcut bulunan tehlikeli durumları tanımlarken olması muhtemel tüm tehlikeli durumların ortaya çıkarılması için azami çaba sarf edilmelidir. Tanımlan tehlikeli durumları analiz etmek ve değerlendirmek için PHA, FTA, FMEA, OHA gibi analiz teknikleri kullanılmalıdır.

4.2.2. Risk Analizi/Sınıflandırma

Risk sınıflandırması TS EN 50126 R[1] standardı takip edilerek yapılabilir. Farklı tehlikeli durumlar neticesinde oluşabilecek kazalar ve sonuçlarıyla ilgili dört temel kategori bulunmaktadır. Çizelge 3 tehlikenin oluşturacağı riskin şiddetine bağlı olarak sınıflandırılmasını göstermektedir. Tehlikenin şiddeti en kötü sonuca göre düşünülmektedir.

Kategori	Şiddet Seviyesi	Sistem ve insan üzerindeki muhtemel etkisi	Hizmet Sonucu
I	Felaket	Ölümler ve/veya çok şiddetli yaralanmalar ve/veya ortam üzerinde büyük hasar	Sistem kaybı
II	Kritik	Ölümler ve/veya çok şiddetli yaralanmalar ve/veya ortam üzerinde önemli hasar	Büyük bir sistem kaybı
III	Marjinal	Birden fazla küçük yaralanma ve/veya ortam üzerinde önemli etki	Şiddetli sistem (sistemler) hasarı
IV	Önemsiz	Muhtemel küçük yaralanma	Küçük sistem hasarı

Çizelge 3. Tehlike Şiddet Sınıflandırması R [1].

Risk sınıflandırması yapılmasının amacı, tehlikeli durumun oluşma sıklığı ve etkisi ile ilgili kategorileri oluşturmaktır.

Çizelge 4 tehlikeli durumun oluşma sıklığına göre sınıflandırılmasını göstermektedir.

Kategori	Sıklık Seviyesi	Tanımlama
A	Sık sık	Sık olarak oluşması muhtemel. Tehlike devamlı olarak meydana gelir.
B	Muhtemel	Birkaç kez oluşur. Tehlikenin sık sık meydana gelmesi beklenebilir.
C	Ara Sıra	Birkaç kez oluşması muhtemel. Tehlikenin birkaç kez meydana gelmesi beklenebilir.
D	Uzak ihtimal	Sistem ömrü boyunca bazı zamanlar oluşması muhtemel. Tehlikenin makul olarak meydana gelmesi beklenebilir.
E	İhtimal dışı	Oluşması mümkün olan, ancak muhtemel olmayan. Tehlikenin istisnai olarak meydana gelebileceği varsayılabilir.
F	İmkânsız	Meydana gelmesi aşırı ihtimal dışı. Tehlikenin meydana gelmeyeceği varsayılabilir.

Çizelge 4. Tehlikeli Olayların Oluşma Sıklığı tablosu

4.2.3. Risk Değerlendirme ve Kabul

Risk değerlendirme sürecinde, tehlikeli durum analiz yöntemleri ile belirlenmiş olan risklerin hangilerinin kabul edileceği, hangilerinin edilmeyeceğinin kararı verilmektedir. Bu aşamada risklerin ne şekilde, nasıl azaltılacağı veya kontrol edileceğine dair stratejiler belirlenerek planlar oluşturulur. Daha sonra, belirlenen bu planlar test edilerek uygulamaya konularak risklerin oluşması gözlem altına alınır. Risk azaltmak için alınması gereken tedbirler mevcut sistemlerde sistemin revize edilmesini gerektiren sonuçları da çıkarabilir. Sistemde yapılacak değişiklikler mali açıdan külfetli ve teknik olarak uygulama zorluklarını beraberinde getirme ihtimalleri vardır. Bu durumlarda uygulanmasının kontrol edilip sağlanması koşulu ile kurallar, prosedürler, talimatlar ya da emniyet artırıcı cihazlar risk azaltma ve kontrol yöntemi olarak kullanılabilir.

Risklerin kabulü genel olarak kabul görmüş bir standardı esas almalıdır R[6]. TS EN 50126 R[1] standardında, Avrupa ülkelerinde en çok benimsenen prensipler örnekleriyle verilmiştir. Bunlar; ALARP, GAMAB, MEM prensipleridir.

ALARP (As low as reasonably practicable): Bu yöntemde toplam risk değerlendirilmiştir. Sistemden kaynaklanan ve sistemi kullanan insan üzerinde, çevrede oluşacak toplam risk hesaba dâhil edilmiştir R[1].

ALARP prensibi; oluşabilecek riskleri "sıklık" ve "şiddet" olarak sınıflandırmıştır. Her sınıftaki kaza ihtimali için aşılmayacak maksimum değerler belirtilmiştir. Bu sınırın üstünde, ilaveten risk düşürme ölçümleri yapılmalı ve risk düşürücü tedbirler alınmalıdır. Kabul edilebilir tehlike oranı alt limiti ve üst limit arasındaki bölge ALARP bölgesi olarak adlandırılmıştır.

GAMAB (Globalement au moins equivalent): Tüm sürücülü taşıma sistemleri, global olarak üretecekleri risk miktarı en çok varalon eşdeğer sistemin ürettiği risk kadar olmalıdır.

MEM (Minimum Endogeneous Mortality) : Bu prensip tekil risk baz alınarak geliştirilmiş ve insan için en düşük ölüm oranı dikkate alınarak THR hesaplanmıştır. Bu oran 15 yaşındaki bir kişi için $2 \cdot 10^{-4}$ dür

R[1]. Teknik sistemlerin insan hayatı üzerine %5'den fazla bir risk getirmemesi gerektiğinden, teknik bir sistem yılda 10^{-5} 'den fazla o sistemi kullanan bir insanın ölümüyle sonuçlanan kaza oluşturmamalıdır.

Tehlikeli olay tarafından ortaya çıkan risk seviyesini belirlemek, tehlikeli olayın meydana gelme sıklığını, sonucunun şiddeti ile birleştirilerek yapılır. Risk değerlendirme ve kabul için aşağıdaki tablo dikkate alınabilir.

		Tehlike Şiddet Seviyesi			
		IV Önemsiz	III Marjinal	II Kritik	I Felakte
Oluşma Sıklığı	Sık Sık (A)	Arzu Edilmez	Tolere Edilemez	Tolere Edilemez	Tolere Edilemez
	Muhtemel (B)	Tolere Edilebilir	Arzu Edilmez	Tolere Edilemez	Tolere Edilemez
	Ara Sıra (C)	Tolere Edilebilir	Arzu Edilmez	Arzu Edilmez	Tolere Edilemez
	Uzak (D)	İhmal Edilebilir	Tolere Edilebilir	Arzu Edilmez	Arzu Edilmez
	İhtimal Dışı (E)	İhmal Edilebilir	İhmal Edilebilir	Tolere Edilebilir	Tolere Edilebilir
	İmkansız (F)	İhmal Edilebilir	İhmal Edilebilir	İhmal Edilebilir	İhmal Edilebilir

Çizelge 5. Emniyet Risk Matrisi

Tablo 5 her kategoriye göre atılacak adımları ve nicel risk kategorilerini belirler. Demiryolu idareleri uygulanacak prensiplerin tanımlanması, risk seviyelerinin kategorilendirilmesi ve risklerin tolere edilmesinden sorumludur.

Kategori	Tehlike Risk İndisi	Kategoriye göre atılacak adımlar
Tolere Edilemez (I)	IA, IB, IC, IIA, IIB, IIIA	Elimine Edilebilir.
Arzu Edilmez(U)	ID, IIC, IID, IIIB, IIIC, IVA	Sadece risk azaltımı pratik olmadığında ve Demiryolu İdaresinin onayıyla kabul edilmelidir.
Tolere Edilebilir (T)	IE, IIE, IIID, IVB, IVC	Uygun bir kontrolle ve demiryolu idaresinin onayıyla kabul edilmelidir.
İhmal Edilebilir (N)	IF, IIF, IIIE, IIIF, IVD, IVE, IVF.	Kabul edilebilir.

Çizelge 6. Risk Kabul Matrisi

Çizelge 1'deki verilerden yararlanılarak risk analiz ve sınıflandırma tablosu aşağıdaki şekilde oluşturulabilir.

No	Sıklık	Şiddet	Risk Seviyesi	Alınan Tedbirler	Referans	Sorumlusu
XX.00	F	II	N	*Peryodik bakım	Xxx Nolu Elektrik İşleri Bakım	*Elektrik İşleri

					Talimatı	*İşletme
--	--	--	--	--	----------	----------

Çizelge 7. Risk Durum Tablosu

Çizelge 1'deki verilerden yola çıkarak hazırlanan risk durum tablosunda tehlikeli olayın oluşma sıklığı ve şiddeti çarpılarak risk seviyeleri belirlenmiştir. Risk seviyesi belirlenirken alınacak tedbirler hesaba katılmamıştır. Risk azaltma ya da kontrol etmek için alınan önlemler riskleri, risk analizleri ile belirlenen seviyede tutmak için önemlidir.

4.3. Risk Azaltma

Sistemde barınan riskler ve etkileri belirlendikten sonra Çizelge 6'daki risk kabul matrisine göre riskleri kontrol etmek, azaltmak ya da tamamen yok etmek için gerekli olan işlemler yapılmalı, tedbirler alınmalıdır. Bu işlemler genel olarak şöyle sıralanabilir.

- Tanımlanan tehlikeli durumların oluşturacağı risklerin tasarım değişikliğiyle ortadan kaldırılması. İşletme altında olan sistemler için bu aşama mümkün olmamakta ya da sistemin revize edilmesi mali külfet getirdiğinden uygulama zorlukları ortaya çıkmaktadır.
- İşletmede olan sistemler için, Risk Kabul Matrisine göre sistemin revize edilmesi.
- Tehlike sezici ve uyarıcı cihazlar kullanılarak personelin tehlike karşısında uyarılması. Örnek olarak, hat kenarında çalışan bakım personelini gelen tren için uyarmak için alarm zilleri tesis edilmesi.
- Riskleri ve etkilerini azaltmak için Talimatların geliştirilmesi ve uygulanmasının sağlanması.
- Personelin eğitimi.
- Sistemin emniyet özelliklerinin ilave tedbirler alınarak artırılması.
- Emniyetin artırılması için cihazlar koruyucu sistemlerin tesis edilmesi,

Risk azaltma veya kabul etme aşamasından sonra bu risklerin gözlem altında tutulması, kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu kontrol proje çevrimi içerisinde belirli periyotlarda sürekli yapılmalı ve risklerin kontrol altında tutulduğundan emin olunmalıdır.

5. KAYNAKLAR

- [1] TS EN 50126, Demiryolu RAMS standardı, Nisan 2000
- [2] Hazard and Risk Analysis: Explanatory Notes 2004, Emergency Management Office, 4 Feb 2005
- [3] Preliminary Hazard Analysis, Marvin Rausand, October 7, 2005, System Reliability Theory 2nd Ed. Wiley 2004.
- [4] Hazard Analysis Guidelines for Transit Projects-Final Report, January 2000, U.S Department of Transportations,
- [5] Kayseri Ulaşım A.Ş., Genel Tehlike Kütüğü,
- [6] Raylı Sistemlerde Emniyet Standartları Ve Makas Otomasyon Sistemine Uygulaması, Gündoğdu F, Açıkbaş S, EMO 11.Ulusal Kongre, İstanbul 22-25 Eylül 2005.