



*Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir*

***Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım  
Projesi***

**Sözleşme N° 2007TR16IPO001.3.06/SER/42**

**DEMİRYOLLARI**

**ARALIK 2017**



Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

<b>Proje Adı</b>	<b>Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi</b>
Sözleşme Numarası	2007TR16IPO001.3.06/SER/42
Proje Değeri	€ 1.099.000,00
Başlangıç Tarihi	Şubat 2017
Hedeflenen Son Tarih	Aralık 2017
<b>Sözleşme Makamı</b>	<b>T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Avrupa Birliği Yatırımları Dairesi Başkanlığı</b>
Daire Başkanı	İsmail Raci BAYER
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 474 03 51
Faks	+ 90 312 474 03 52
e-mail	<a href="mailto:ab@csb.gov.tr">ab@csb.gov.tr</a>
<b>Faydalanıcı</b>	<b>T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü</b>
Genel Müdür	Mehmet Mustafa SATILMIŞ
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 410 10 00
Faks	+ 90 312 419 21 92
e-mail	<a href="mailto:cedproje@csb.gov.tr">cedproje@csb.gov.tr</a>
<b>Danışman</b>	<b>NIRAS IC Sp. z o.o.</b>
Proje Direktörü	Bartosz Wojciechowski
Proje Yöneticisi	Kira Kotulska-Kozłowska
Adres	ul. Pulawska 182, 02-670, Warsaw, Poland
Telefon	+48 22 395 71 16
Faks	+48 22 395 71 01
e-mail	<a href="mailto:eiaturkey@niras.com">eiaturkey@niras.com</a>
<b>Yardımcı Proje Direktörü</b>	<b>Rast Mühendislik Hizmetleri Ltd.'yi temsilen Fazıl Baştürk</b>
Proje Takım Lideri	Radim Misiacek
Adres (Proje Ofisi)	ÇŞB Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278 Çankaya Ankara
Telefon	+90 312 410 18 55
Faks	+90 312 419 0075
e-mail	<a href="mailto:r.mis@seznam.cz">r.mis@seznam.cz</a>
Raporlama Dönemi	Uygulama Aşaması
Raporlama Tarihi	Aralık 2017

**ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI'NIN  
ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ (ÇED) ALANINDA  
KAPASİTESİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ İÇİN TEKNİK YARDIM  
PROJESİ**



**Faaliyet 1.2.3**

**ÇEVRESEL ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER KILAVUZU –  
DEMİRYOLLARI**

Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

---

<b>Proje Adı</b>	<b>Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi</b>
Sözleşme Numarası	2007TR16IPO001.3.06/SER/42
<b>Faydalanıcı</b>	<b>T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü</b>
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 410 10 00
Faks	+ 90 312 419 21 92
Tarih	Ekim 2017
Hazırlayan	H. Bülent Kadioğlu
Kontrol Eden	Radim Misiacek

---

*Bu yayın Avrupa Birliği'nin mali desteğiyle hazırlanmıştır.  
Bu yayının içeriği Niras IC Sp. z o.o. sorumluluğu altındadır ve hiçbir şekilde AB Yatırımları Dairesi  
Başkanlığı ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtır şekilde ele alınamaz*

## İÇİNDEKİLER

I.	ÖNSÖZ.....	1
II.	KISALTMALAR VE TERİMLER.....	1
III.	TEKNİK OLMAYAN ÖZET.....	2
IV.	GİRİŞ.....	2
V.	(ALT) SEKTÖRDEKİ PROJELERİN TANIMLANMASI.....	3
V.1.	(Alt) sektörün tanımı.....	3
VI.	ÇED YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDAKİ YERİ.....	6
VII.	İLGİLİ MEVZUAT.....	8
VII.1.	Ulusal Mevzuat.....	8
VII.2.	Uluslararası Sözleşmeler (Türkiye'nin taraf olduğu).....	10
VII.3.	Avrupa Birliği Direktifleri.....	10
VIII.	ALTERNATİFLER.....	12
VIII.1.	Giriş.....	12
VIII.2.	Eylemsizlik Alternatifi.....	13
VIII.3.	Alternatif güzergâhlar ve koridorlar.....	13
VIII.4.	Alternatif tasarımlar.....	13
VIII.5.	Alternatif süreçler.....	13
VIII.6.	Seçilen alternatiflerin tanımı.....	14
IX.	ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER.....	15
IX.1.	Arazi Hazırlık ve İnşaat Aşaması.....	15
IX.2.	İşletme Aşaması.....	20
IX.3.	İşletme Faaliyete Kapandıktan Sonra Olabilecek Etkiler ve Alınacak Önlemler.....	22
IX.4.	İlgili etki hesaplama yöntemleri.....	23
IX.5.	Hammade ve Kaynak Kullanımı.....	26
X.	İZLEME.....	27
XI.	UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR.....	31
XII.	KAYNAKLAR.....	31
XIII.	İLETİŞİM BİLGİLERİ.....	31
Ek-A	İYİ ÖRNEKLERİ İÇEREN ULUSLARARASI TECRÜBELER VE YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLER.....	32

## I. ÖNSÖZ

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 25 Kasım 2014 tarih ve 29186 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'ni uygulamak için yetkili makam olup Yönetmelik Ek II kapsamında listelenen projeler için görevlerinin bir kısmını Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerine devretmiştir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, projelerin çevresel etkilerini ve bu etkilere azaltmak için gerekli önlemleri belirlemek üzere geçmişte belirli sektörler için kılavuzlar hazırlamış olup, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi kapsamında ÇED Yönetmeliği'nde yer alan tüm sektörler için kılavuzlar yerli ve yabancı teknik uzmanlar tarafından güncellenmiştir.

Yukarıda bahsi geçen proje kapsamında, aşağıdaki ana sektörler için toplam 42 adet kılavuz hazırlanmıştır;

- Atık ve Kimya
- Tarım ve Gıda
- Sanayi
- Petrol ve Metalik Madenler
- Agregat ve Doğaltaş
- Turizm ve Konut
- Ulaşım ve Kıyı
- Enerji

Bu kılavuzların genel amacı, çevresel etki değerlendirme çalışmalarının incelenmesine veya ÇED Raporlarının ve/veya Proje Tanıtım Dosyalarının hazırlanmasına dahil olan ilgili taraflara arazi hazırlık, inşaat, işletme ve kapatma aşamaları boyunca demiryolu projelerinden kaynaklı çevresel etkileri ve alınması gereken önlemler hakkında bilgi vermektir.

Bu kılavuz yasal olarak bağlayıcı bir belge olmayıp ve sadece tavsiye niteliğindedir.

## II. KISALTMALAR VE TERİMLER

ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
AB	Avrupa Birliği
FRAME	Fine Resolution Atmospheric Multi-pollutant Exchange (uzun-mesafe)
DMRB	Design Manual for Roads and Bridges Screening Method (kısa-mesafe)
Hz	Herz

### III. TEKNİK OLMAYAN ÖZET

Bu teknik inceleme kılavuzu, demiryolu projelerinin neden olduğu çevresel etkileri ve bu etkileri en aza indirmek / önlemek için gerekli önlemleri ele almak üzere hazırlanmıştır.

Demiryolları projeleri çizgisel projeler olduğundan dolayı noktasal ve alansal projelere nazaran daha geniş alanlar üzerinde çevresel ve sosyal etkileri olan projelerdir. Demiryolunun türüne göre çalışma yapılacak alanın koridor genişliği değişmektedir. Demiryolu projelerinde ihtiyaç duyulması halinde malzeme ocakları açılmakta olup bu tesislerden kaynaklı etkiler Madencilik Faaliyetleri Kılavuzu altında incelenmiştir.

Demiryolu projelerinde çevresel etkilerin önlenmesi, güzergah seçimi ve tasarım aşamasından başlamaktadır. Güzergah seçimi sırasında korunan ve hassas alanlardan kaçınılması ve etkilerin önlenmesine ve/veya azalmasına yönelik tasarım kriterlerin seçilmesi büyük önem arz etmektedir.

Demiryolu projelerinin en önemli çevresel etkileri arazi hazırlık ve inşaat aşamaları sırasında kazı ve hafriyat çalışmalarından kaynaklı meydana gelecek toz emisyonu oluşumu, işletme aşamasında ise trafikten kaynaklı gürültü ve egzoz emisyonu olmaktadır. Yerleşime yakın yerlerde ses bariyeri kurulması, doğru asfalt seçimi vb. unsurlar işletme aşamasındaki bu etkilerin azalmasına katkı sağlamaktadır.

### IV. GİRİŞ

#### ***Kılavuzun Konusu (kullanma kılavuzu, hedef gruplar, hedef gruplarla ilgili yapı)***

Ulaştırma projeleri dört farklı kategoride sınıflandırılabilir: karayolları, demiryolları, havalimanları ve limanlar. Bu kılavuz, demiryollarının inşaat ve işletme faaliyetleri ile ilgili çevresel etkilere odaklanmıştır.

Bu teknik inceleme kılavuzu, demiryolu projelerinin neden olduğu çevresel etkileri ve bu etkileri en aza indirmek / önlemek için gerekli önlemleri ele almak üzere hazırlanmıştır.

Bu kılavuz, ÇED çalışmalarını geliştirmek ve bu faaliyetleri standartlaştırmak için ÇED sürecinde yer alan tüm ilgili tarafların kullanımına açıktır. Ayrıca, bu kılavuzların ana hedef grubu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı personelinin yanı sıra, ÇED sürecine dahil olan Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü temsilcileri, her bir proje için seçilen İnceleme ve Değerlendirme Komisyonu üyeleri, proje sahipleri ve Yönetmeliğe göre ilgili dokümanların hazırlanmasına aktif olarak katılım gösteren danışmanlardır. Kılavuz, demiryolu çevresel etkilerini üç aşamada değerlendirmektedir; *inşaat*, *işletme* ve *kapama*. Proje kapsamında hazırlanan her bir kılavuz aşağıdaki bölümleri içerir:

- (Alt) .Sektördeki projelerin tanımlanması
- ÇED Yönetmeliği kapsamındaki yeri



- İlgili Ulusal ve AB Mevzuatı
- Proje Alternatifleri
- Çevresel Etkiler ve Alınacak Önlemler

## V. (ALT) SEKTÖRDEKİ PROJELERİN TANIMLANMASI

Demiryolu taşımacılığı, yüksek hacimli ve ağır ürünlerin taşınmasında uygun maliyetlerle çözüm bulan bir taşımacılık türüdür. Kömür, demir vb. kaynakların maden sahalarından sanayi tesislerine ulaşımı genellikle demiryolu taşımacılığı ile sağlanmaktadır. Geçtiğimiz yıllarda hızlı tren teknolojisinin gelişmesi ve yaygınlaşması ile demiryolları, yolcu taşımacılığı açısından önemli bir konuma sahip olmuştur.

Çevre dostu bir taşıma modu olması ve uzun mesafe taşımacılığındaki düşük maliyetli nedeniyle demiryolu taşımacılığının artmasındaki en önemli unsurlar göze çarpmaktadır.

Demir yolu taşımacılığı, ağır ve hacimli yükler için çok yüksek maliyetlere katlanılmadan yapılabilecek bir taşımacılık türüdür. Demir yolları üzerindeki merkezlerin sayısına bağlı olarak verilen hizmetin sınırlı olduğu söylenebilir. Bu taşımacılık türünde kullanılan araçların hız kapasiteleri, verilen taşıma hizmetinin hızı ile paralellik göstermektedir. Altyapı yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle genellikle yatırımlar genellikle devletler tarafından yapılmaktadır. Demiryolu sistemleri deniz taşımacılığı ve kara taşımacılığı ile bağlantılı olarak da çalışabilmektedir.

### V.1. (Alt) sektörün tanımı

Çeken ve çekilen araçlardan oluşturulmuş, iki ray dizisi üzerinde hareket eden araçlar içerisinde yolcu ve yük taşınmasını sağlayan tesislerin tümüne birden **demir yolu** denir. <sup>1</sup>

Lokomotif ve vagonların hareket edeceği yer olarak yapılmış olan iki ray dizisi, yolu oluşturur. Yola aynı zamanda hat denir.

#### Demir yolunda yapılan hızlara göre sınıflandırma:

**Konvansiyonel hatlar:** Yol alt ve üst yapısının kalitesi, taşıma kapasitesi, eğimi ve geometrik unsurları (karp yarıçapı, dever, fleş, ekartman) gereği trenlerin **200 km/h** altında hız yapabildiği yollardır.

**Hızlı tren hatları:** Yol alt ve üst yapısının kalitesi, taşıma kapasitesi, eğimi ve geometrik unsurları gereği trenlerin **200 km/h** ve üzerinde hız yapabildiği yollardır.

#### **Kent İçi Raylı Sistemler**

**Metro:** Kendi içinde kapalı bir sistem olan kendisine ait araç ve yolu bulunan diğer sistemlerle yolu

<sup>1</sup> [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Demir%20Yolu%20%C4%B0n%C5%9Faat%C4%B1.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Demir%20Yolu%20%C4%B0n%C5%9Faat%C4%B1.pdf)



kesişmeyen yer altında veya üstünde hareket eden sistemdir.

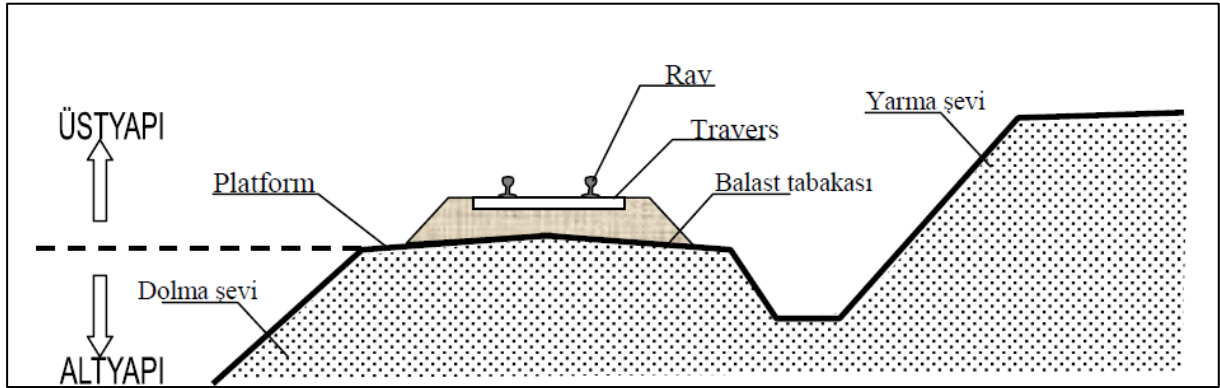
**Hafif raylı sistemler** kendine ait özel bir yolu olan tek araba veya kısa dizi halinde işletilebilen yer seviyesinde veya yükseltilmiş yollarda kullanılan bir kent içi elektrikli ulaşım sistemidir. Günümüz büyük kentlerinde yaşamı ve ulaşımı kolaylaştıran bir sistemdir. Temel özelliği ise çalıştığı yolun tamamıyla diğer kullanıcılardan ayrılmasıdır.

**Tramvay:** Genelde kara yolu ile aynı güzergahı paylaşan üzerinde bulunan elektrik tellerinden enerji alan belirli istasyonlarda yolcu alıp indiren tek araç olarak dizayn edilen çeken araçlardır.

**Banliyö Yolcu Treni:** Kendine ait demir yolunda hareket eden bir sistemdir. Kent dışı yöre trafiğine hizmet götürür.

**Monorail:** Üst yollu yakın mesafe elektrikli, toplu taşıma sistemidir. Ray yolu kapalı bir kutu şeklinde veya aracın kapattığı ata biner gibi üzerine oturduğu olmak üzere iki türüdür. Yüksek seviyeli çelik veya beton kolonlarla asılı şekilde monte edilmiştir. Hızı 80 km/h dolayında sınırlanan bu sistem tek kabinle çalıştırılabilirdiği gibi dizi oluşturularak da çalıştırılabilir.

Demir yolu altyapı ve üstyapı olmak üzere iki ana bölümden meydana gelmektedir.



Şekil 1 Demiryolu Bölümleri

Yeni yolun geçtiği yerlerde tabii arazideki kotu düşük kesimlerin doldurulması, kotu yüksek yerlerin de kazılarak açılması veya delinmesi şeklinde yol döşenmek amacıyla inşa edilen tesislerin tümüne *altyapı* denir.

Altyapı elemanları:

- Platform
- Yarmalar
- Dolgular
- Tüneller

- Köprüler
- Geçitler
- Tahkimatlar

*Platform:*

Yarma veya dolmalarda, üzerine balastın serildiği, tesviye edilmiş stabilize yüzey parçasına platform adı verilir. Üst yapıdan gelen yüklerin daha geniş bir yapı olan zemine yayıldığı ilk nokta platform yüzeyidir.

*Yarmalar:*

Demir yolu güzergâhının geçtiği doğal arazide yüksek kısımların kazılarak düzenlenmesi suretiyle geçilen demir yolu bölümlerine yarma denir.

*Dolgular:*

Demir yolu güzergâhının geçtiği doğal arazide çukur yerlerin doldurularak yapıldığı imalatlara dolgu adı verilir.

*Tüneller*

Demir yolu güzergâhının geçtiği doğal arazide, arazi kotunun yol kotundan çok fazla yüksekte kaldığı ve yarma oluşturma maliyetlerinin yüksek boyutlara ulaştığı bölümlerde, arazinin delinmesi suretiyle oluşturulan iki ucu açık geçitlere **tünel** denir.

*Köprü ile ilgili kavramlar:*

- **Köprü:** Akarsu, kara yolu, demir yolu veya benzeri engelleri geçmek üzere inşa edilen, dolgu altında olmayan ve açıklığı 8 m ve daha büyük olan sanat yapılarına **köprü** denir.
- **Menfez:** Açıklığı ne olursa olsun dolgu altındaki bütün sanat yapılarına **menfez** denir.
- **Açıklık:** Köprünün bir ayağından diğer ayağına kadar olan mesafedir. Tek açıklıklı köprüler olduğu gibi çok açıklıklı köprüler de vardır.
- **Viyadük:** Yüksek vadiler üzerine kurulan açıklığı çok köprülere denir.

*Üstyapı Tanımı ve Elemanları*

Demir yolunda; altyapı platformu üzerine oturan, üzerinde trenlerin hareket etmesini sağlayan, trenlerin ağırlığını platforma aktaran ray, travers, balast ve bağlantı malzemelerinin tamamına **üstyapı** denir. Üstyapı elemanları aşağıda verilmiştir.

*Ray*

Üzerinde demir yolu araçlarının hareket etmesini sağlayan ve tekerlekleri kılavuzlayan, ayrıca dingillerden gelen kuvvetleri traverslere aktaran, dökme çelikten yapılmış üstyapı malzemesine **ray** denir. Raylar mantar, gövde ve taban olmak üzere üç bölümden oluşur. Raylar profillerine göre; S 39, S 46, 49 E1, 60 E1 şeklinde isimlendirilir.

#### *Travers*

Raydan gelen kuvvetleri karşılayıp balast tabakasına aktaran, yolun açıklığını koruyan ve yolu yan etkilere karşı ekseninde tutan, raylara dik yönde belirli aralıklarla döşenmiş donanımlara travers adı verilir.

Raylı sistemlerde kullanılan traversler:

- Ahşap traversler: Eski imal edilen konvansiyonel hatlarda, konvansiyonel hatlardaki makaslarda ve çelik köprülerde kullanılmaktadır.
- Demir traversler: Çelik malzeme ile yapılmış olan traverslerdir. Demir traversler artık kullanılmamaktadır.
- Beton traversler: İçinde çelik gergi çubukları bulunan ve betondan yapılan traverslerdir. Diğer traverslere göre ağırlıkları fazla olup yüksek hıza ve dingil basıncına uygun olduğu için raylı sistemlerde kullanımı yaygındır. Çelik köprüler haricinde bütün hatlarda kullanılır.
- Plastik traversler: Balastlı ve balastsız raylı sistemlerde, tünel içinde beton tabanda ve metroların açık hatlarında, köprü ve viyadüklerde çelik yuva içinde doğrudan kullanılır.

#### *Balast:*

Platformun üzerine döşenen, traverslerin aralarını dolduran ve traverse elastik bir yatak oluşturan, traversler tarafından iletilen tüm kuvvetleri platforma ileten 30-60 mm ebadında kırılmış, keskin köşeli ve keskin kenarlı sert ve sağlam taşlara balast denir.

#### *Bağlantı Malzemeleri*

Rayları, raylara ve traverslere bağlayan, üst yapıya gelen kuvvetleri elastik biçimde karşılayarak azaltan cebire, krapo, ergo, bulon, tirfon ve selet gibi küçük malzemelere bağlantı malzemeleri denir.

#### *Makaslar*

Bir raylı sistem yolu üzerinde hareket eden demir yolu araçlarının diğer bir yola geçmesini sağlayan yol değiştirme aparejlerine makas denir. Makas sistemlerinde demir yolu araçlarının yol değiştirmesi, makasların dil kısmının insan veya motorlu elektrik gücü ile hareketinin sağlanması ile gerçekleştirilmektedir.

## **VI. ÇED YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDAKİ YERİ**

ÇED Yönetmeliği kapsamındaki projeler Ek - 1 ve Ek - 2 listeri altında yer alan faaliyetlerdir. Aşağıdaki projelere ÇED Raporu hazırlanması zorunludur:

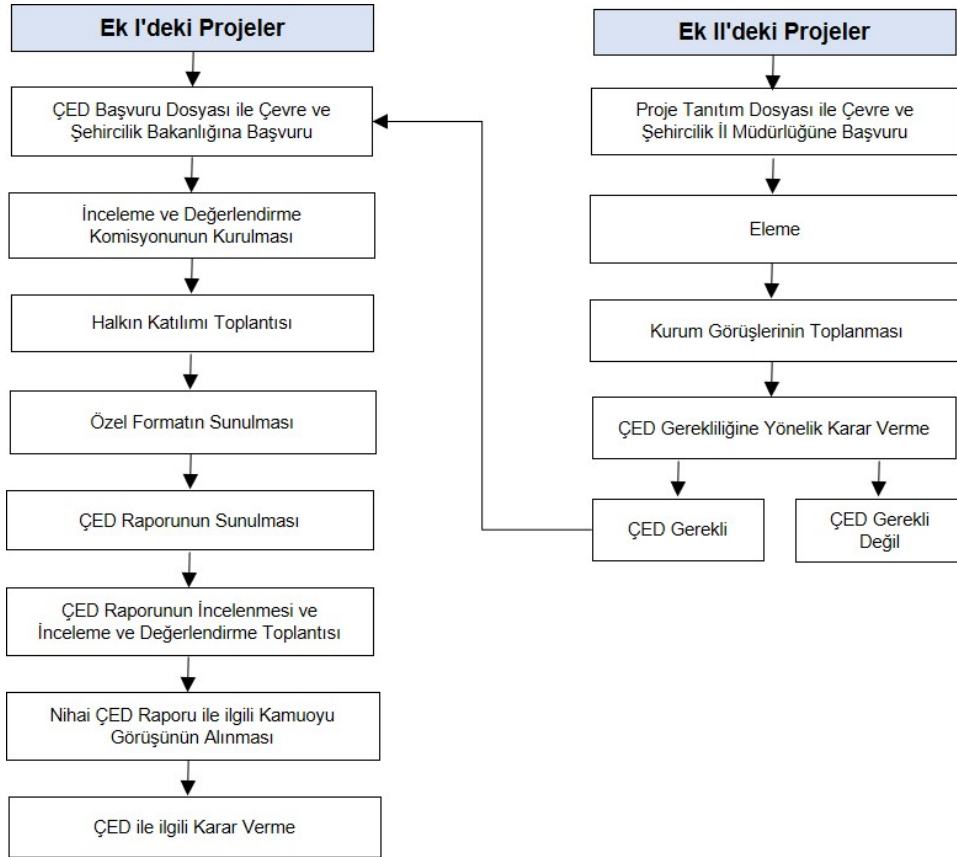
a) Ek-1 listesinde yer alan projelere,

b) "ÇED Gereklidir" kararı verilen projelere,

c) Kapsam dışı değerlendirilen projelere ilişkin kapasite artırımı ve/veya genişletilmesinin planlanması halinde, mevcut proje kapasitesi ve kapasite artışları toplamı ile birlikte projenin yeni kapasitesi Ek-1 listesinde belirtilen eşik değer veya üzerinde olan projelere,

Ek-2 listesi altında yer alan projeler Seçme ve Eleme kriterine tabi tutulmaktadır. 2014/24 sayılı Genelge ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Ek-2'deki projelerin seçme ve eleme kriterine tabi tutulması için yetkisini Valiliklere devretmiştir. Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, "ÇED Gereklidir" veya "ÇED Gerekli Değildir" kararı için yetkili kılınmıştır.

**Şekil 2: Türkiye'deki ÇED Prosedürü Aşamaları**



Aşağıda sunulan demiryolu projeleri, Yönetmelik EK I'de listelenmiştir.

**Kutu 1 - Yönetmelik Ek I'deki Demiryolu Projeleri**

- 8- Yollar ve havaalanları:  
a) 100 km ve üzeri demiryolu hatları,

Ayrıca, aşağıdaki projeler ÇED Yönetmeliği Ek II'de listelenmiştir.

**Kutu 2 - Yönetmelik Ek II'deki Demiryolu Projeleri**

Madde 31 - Altyapı tesisleri:

- e) Ek-1 listesinde yer almayan demiryolu hatları, (Bağlantı/İltisak hatları hariç)
- f) Demiryolu güzergah değişikliği, güzergahtan ayrılan kısımların sürekli uzunluğu 30 km. ve üzerinde olması,
- g) Mevcut demiryolu güzergahı korunarak hat sayısının çoğaltılması,
- h) Şehiriçi yolcu taşımaya yönelik tramvay, metro, hafif raylı taşıma sistemleri ve benzeri),

## VII. İLGİLİ MEVZUAT

### VII.1. Ulusal Mevzuat

ÇED süreci boyunca, sadece Çevre Kanunu (ikincil mevzuatı ile birlikte) değil aynı zamanda doğayı koruma, kültürel mirasın korunması, vb. gibi diğer mevzuatlar da dikkate alınacaktır. Buna ek olarak, ÇED Sürecinde, tasarım çalışmaları üzerinde etkisi olan diğer demiryollarına özgü mevzuat da dikkate alınacaktır.

Ulusal mevzuatın listesi dinamik bir belgedir, dolayısıyla ÇED çalışmaları sırasında, bu mevzuatın güncellenmiş / revize edilmiş versiyonları dikkate alınacaktır.

#### Kanunlar

- Çevre Kanunu
- Milli Parklar Kanunu
- Orman Kanunu
- Mera Kanunu
- İş Kanunu
- Su Ürünleri Kanunu
- Yeraltı Suyu Kanunu
- Milli Parklar Kanunu
- Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu
- Kıyı Kanunu
- İmar Kanunu
- Yaban Hayatının İyileştirilmesi ve Vahşi Yaşamın Korunması Kanunu
- Belediye Kanunu
- Büyükşehir Belediyesi Kanunu
- Turizm Teşvik Kanunu
- Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Ulusal Seferberlik Kanunu

### **Yönetmelikler**

- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
- Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
- Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği
- Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği
- Atık Yönetimi Yönetmeliği
- Av ve Yaban Hayvanlarının ve Yaşam Alanlarının Korunması, Zararlılarıyla Mücadele Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik
- Çevre Sağlığı Denetimi ve Denetçileri Hakkında Yönetmelik
- Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
- Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
- Ham Petrol ve Doğal Gaz Boru Hattı Tesislerinin Yapımı ve İşletilmesine Dair Teknik Emniyet ve Çevre Yönetmeliği
- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”
- İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği
- İşyeri Açma ve Çalışma Ruhsatlarına İlişkin Yönetmelik
- İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Alınması Gereken Tedbirlere İlişkin Yönetmelik
- Nesli Tükenmekte Olan Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretin Uygulanması Konusundaki Yönetmelikler
- Orman Kanunu'nun 16. Maddesinin Uygulama Yönetmeliği, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
- Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Görevlilerin Görecekları İşler Hakkında Yönetmelik
- Otoyol Trafığı Yönetmeliği
- Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği
- Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik
- Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
- Su Ürünleri Yönetmeliği
- Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği
- Tarım Arazilerinin Korunması ve Kullanılmasına Dair Yönetmelik
- Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
- Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik
- Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu Uygulama Yönetmeliği

- Yaban Hayatı Koruma ve Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları ile İlgili Yönetmelik
- Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik
- İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü
- Parlayıcı, Patlayıcı ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkında Tüzük

## VII.2. Uluslararası Sözleşmeler (Türkiye'nin taraf olduğu)

- 20/2/1984 tarihli ve 18318 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Yaşama Ortamlarını Koruma Sözleşmesi" (BERN Sözleşmesi) uyarınca koruma altına alınmış alanlardan "Önemli Deniz Kaplumbağası Üreme Alanları"nda belirtilen I. ve II. Koruma Bölgeleri, "Akdeniz Foku Yaşama ve Üreme Alanları",
- 12/6/1981 tarih ve 17368 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Akdeniz'in Kirlenmeye Karşı Korunması Sözleşmesi" (Barcelona Sözleşmesi) uyarınca korumaya alınan alanlar,
- 23/10/1988 tarihli ve 19968 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Akdeniz'de Özel Koruma Alanlarının Korunmasına Ait Protokol" gereği ülkemizde "Özel Koruma Alanı" olarak belirlenmiş alanlar,
- 13/9/1985 tarihli Cenova Bildirgesi gereği seçilmiş Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından yayımlanmış olan "Akdeniz'de Ortak Öne Sahip 100 Kıyısız Tarihi Sit" listesinde yer alan alanlar,
- Cenova Deklarasyonu'nun 17. maddesinde yer alan "Akdeniz'e Has Nesli Tehlikede Olan Deniz Türlerinin" yaşama ve beslenme ortamı olan kıyısız alanlar,
- 14/2/1983 tarihli ve 17959 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Dünya Kültür ve Tabiat Mirasının Korunması Sözleşmesi"nin 1. ve 2. maddeleri gereğince Kültür Bakanlığı tarafından koruma altına alınan "Kültürel Miras" ve "Doğal Miras" statüsü verilen kültürel, tarihi ve doğal alanlar,
- 17/5/1994 tarihli ve 21937 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öne Sahip Sulak Alanların Korunması Sözleşmesi" (RAMSAR Sözleşmesi) uyarınca koruma altına alınmış alanlar.
- 27/7/2003 tarihli ve 25181 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Avrupa Peyzaj Sözleşmesi.

## VII.3. Avrupa Birliği Direktifleri

AB Entegre Çevre Uyum Stratejisi (UÇES) (2007-2023) Türkiye'nin, AB'ye katılımı için bir ön koşul olan, AB çevre müktesebatına uyumun sağlanması ve mevzuatın etkin bir şekilde uygulanması amacıyla ihtiyaç duyulacak teknik ve kurumsal altyapı, gerçekleştirilmesi zorunlu çevresel iyileştirmeler ve düzenlemelerin neler olacağına ilişkin detaylı bilgileri içermektedir. UÇES'in güncellenmesi çalışmaları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Bu kapsamdaki Avrupa Birliği



Direktifleri aşağıda sunulmaktadır;

2014/52/EU sayılı ÇED Direktifi; Özel ve kamunun belirli projelerinin çevre üzerindeki etkilerine ilişkin Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin Direktifi, çevre ile bağlantılı resmi veya özel projelerin insan, bitki, hayvan, toprak, hava, iklim, maddi varlıklar, kültürel miras üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerinin belirlenmesini ve değerlendirmesini gerektirmektedir.

27 Haziran 2001 tarihli ve 2001/42/EC sayılı Stratejik Çevresel Değerlendirme Direktifi; plan ve programların çevre üzerindeki olası önemli etkilerinin değerlendirilmesi ve mümkün olan en az düzeye indirilmesi veya ortadan kaldırılması konularının ele alındığı bir süreci belirlemektedir.

28 Ocak 2003 tarihli 2003/4/EC sayılı Çevresel Bilgiye Erişim Direktifi; çevresel bilgiye erişim hakkı ile ilgili şartları ortaya koyarken, çevresel bilginin erişilebilir olması ve halka duyurulması ile ilgili konuları düzenlemektedir.

21 Mayıs 2008 tarihli ve 2008/50/EC sayılı Hava Kalitesi Çerçeve Direktifi; ozon tabakasını incelten maddelerin azaltılması, uçucu organik bileşiklere (VOC) ilişkin emisyonlar ve yakıt kalitesi ile ilgili düzenlemeler yer almaktadır. Hava Kalitesi Çerçeve Direktifi, tüm kirleticiler için ortak metodlar vasıtası ile hava kalitesinin değerlendirilmesine, izleme gereklilikleri ve metodlarına, temiz hava plan ve programlarına ilişkin kurallar getirmektedir.

23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi; bütünleşmiş havza yönetimi ve halkın karar alma süreçlerine katılımı esasına dayalı olarak, Avrupa Birliğindeki tüm su kütlelerinin kalite ve miktar açısından korunmasını ve iyileştirilmesini öngören temel yasal düzenlemedir.

19 Kasım 2008 tarihli ve 2008/98/EC sayılı Atık Çerçeve Direktifi; atık yönetimi hiyerarşisi tanımlayarak, atık yönetimi stratejileri öncelikle atıkların oluşumunun kaynağında önlenmesine odaklanmıştır. Bunun mümkün olmadığı hallerde, atık malzemeler yeniden kullanılmalı, yeniden kullanılamıyorsa geri dönüştürülmelidir. Geri dönüştürülmesi mümkün olmayan atık malzemeler ise geri kazanım (örneğin enerji geri kazanımı) amacıyla kullanılmalıdır. Atıkların yakma tesislerinde veya düzenli depolama sahalarında güvenli şekilde bertaraf edilmesi atık yönetimi hiyerarşisinde en son seçeneği oluşturmaktadır. Atık başlığı altında Çerçeve Direktifin yanı sıra, atıkların düzenli depolanması, atıkların taşınımı ve özel atıklar (pil ve akümülatörler, ömrünü tamamlamış araçlar, atık elektrikli ve elektronik eşyalar, ambalaj ve ambalaj atıkları gibi) konularına ilişkin düzenlemeler yer almaktadır.

30 Kasım 2009 tarihli ve 2009/147/EC sayılı Kuş Direktifi ile 21 Mayıs 1992 tarihli ve 92/43/EEC sayılı Habitat Direktifi, korunan alanların (özellikle Natura 2000 alanlarının) belirlenmesine yönelik hükümleri ve tüm sektörlerdeki uygulamalarda göz önüne alınması gereken öncelikli koruma tedbirlerini içermektedir. Buna göre ekonomik ve rekreasyonel gereklilikleri dikkate alarak ekolojik, bilimsel ve kültürel gereklilikler ışığında kuş türlerinin nüfusunun korunmasına yönelik gerekli tedbirleri alınacaktır. Bu sektör altındaki diğer önemli konulardan biri ise, 29 Mayıs 1999 tarihli ve 99/22/EC sayılı Yabani Hayvanların Hayvanat Bahçelerinde Barındırılması Direktifidir.

24 Kasım 2010 tarihli ve 2010/75/EC sayılı Endüstriyel Emisyonlar Direktifi ile 9 Aralık 1996 tarihli ve

96/82/EC sayılı Tehlikeli Maddeler İçeren Büyük Kaza Risklerinin Kontrolüne İlişkin Direktif (SEVESO II); bütünleşmiş izin sistemi ile kirliliğin üretim sürecinde önlenmesi, üretim sonucu oluşan kirliliğin kontrolü, mevcut en iyi teknikler ve halkın katılımı hususlarını düzenleyen 2008/1/EC sayılı Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifinin (IPPC) diğer 6 sektörel direktif ile yeniden şekillendirilerek tek direktif haline getirilmesini hedeflemiştir. Yapılan düzenlemeler sonucunda;2010/75/EC sayılı Endüstriyel Emisyonlar Direktifi ve 2001/80/EC sayılı Büyük Yakma Tesisleri Direktifi yürürlükte olan direktiflerdir. Bunların dışındaki diğer direktifler (Büyük Yakma Tesisleri Direktifi (2001/80/EC), Atık Yakma Direktifi (2000/76/EC), Solvent Emisyonları Direktifi (1999/13/EC), Titanyum Dioksit Sanayisinden Kaynaklanan Atıklara İlişkin üç Direktif (78/176/EEC, 82/883/EEC, 92/112/EEC)ise yürürlükten kaldırılmıştır. 20 Ocak 2009 tarihli ve 1272/2008/EC sayılı Kimyasallar alandaki düzenleme; Madde ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlendirilmesi ve Ambalajlanmasını içermektedir. Bu alandaki diğer bir düzenleme ise; 18 Aralık 2006 tarihli ve 1907/2006/EC sayılı REACH (Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması) düzenlemesidir. Kimyasallar maddelerin ve karışımların ithalatı ve ihracatı, kalıcı organik kirleticilerin sınırlandırılması, deney hayvanları ile biyosidal ürünlere ilişkin düzenlemelerdir.

25 Haziran 2002 tarihli ve2002/49/EC sayılı Çevresel Gürültü Direktifi; çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimine ilişkin düzenlemeleri içermektedir. Direktif kapsamında, yerleşik nüfusu 250.000'den fazla olan yerleşim alanları, yılda 6 milyondan fazla aracın geçtiği ana kara yolları, yılda 60.000 den fazla trenin geçtiği ana demir yolları, yılda 50.000 den fazla hareketin gerçekleştiği hava alanları için stratejik gürültü haritalarının hazırlanması ve gürültü eylem planlarının oluşturulması gerekmektedir.

23 Nisan 2009 tarihli ve 406/2009/EC sayılı İklim değişikliğine yol açan sera gazlarına karşı çaba paylaşımı direktifi; sera gazlarının emisyonunun izlenmesi, emisyon ticareti sistemi ile emisyon ticareti sisteminin dışında kalan sektörlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılması, karbon yakalama ve depolaması, F-gazlarının kontrolü ve ozon tabakasının korunması ile ilgili AB düzenlemeleri bulunmaktadır. Bu kapsamda AB, 2020 yılına kadar sera gazı emisyonlarını referans yıl olarak kabul ettiği 1990 yılındaki seviyeye göre %20 oranında ve 2030 yılında da 1990 yılına kıyasla %40 oranında azaltmayı hedeflemektedir.

## VIII. ALTERNATİFLER

### VIII.1. Giriş

Yatırımcı tarafından araştırılan çeşitli alternatiflerin incelenmesi ve sunulması, ÇED sürecinin önemli bir şartıdır. ÇED Yönetmeliği Ek-3 altında verilen Çevresel Etki Değerlendirmesi Genel Formatı Bölüm 1.b (Yönetmelik Ek III), ÇED Raporunda, proje alanı ve teknolojisi ile ilgili alternatifler hakkında bilgi verilmesini istemektedir. Yatırımcı tarafından incelenen alternatiflerin ana hatları ve çevresel etkileri göz önünde bulundurularak bu seçimin yapılmasındaki başlıca sebeplerin kanıtı, ÇED Raporuna dahil edilmelidir.

Demiryolu projelerinde; güzergâh/koridor seçimi, tünel veya diğer yapıların dâhil edilmesi ve yerinin belirlenmesi, inşaat teknikleri gibi konuların çevresel kriterler de dâhil olmak üzere incelenmesi alternatiflerin değerlendirilmesindeki ana unsurlardır.

Dolayısıyla, bu tarz projeler için, alternatifler üç şekilde açıklanabilir:

- Alternatif güzergâh ve koridorlar;
- Alternatif tasarımlar
- Alternatif süreçler

### **VIII.2. Eylemsizlik Alternatifi**

Eylemsizlik alternatifi projenin gerçekleşmemesi durumunu değerlendiren bir alternatiftir. ÇED çalışmaları kapsamında bu alternatif de incelenerek referans noktası olarak alınması önem arz etmektedir. Bu alternatifi değerlendirilmesi sayesinde projenin yapılmaması durumunda projeden kaynaklı hangi olumlu ve olumsuz etkilerin ortadan kalkacağı anlaşılacaktır.

### **VIII.3. Alternatif güzergâhlar ve koridorlar**

Yeni demiryolu projelerinde veya güzergâh değişikliklerinde alternatif güzergâh ve koridor çalışmalarından bahsetmek mümkündür.

Alternatif güzergâh ve koridorlar, planlama çalışmalarının ilk aşamalarında incelenmelidir. Alternatifleri erken bir şekilde göz önüne alarak etkilerin önleneyeceğinin farkında olunması en önemli ve etkili etki azaltma stratejisidir.

Güzergâh veya koridor alternatiflerini etkileyebilecek bir takım sorunlar ve kısıtlamalar bulunmaktadır, bunların tümünün açık bir şekilde tanımlanması gerekir. Bu kısıtlamalar aşağıdakilerle sınırlı kalmamakla birlikte şunlardır:

- Göller, nehirler ve dağlar gibi doğal engeller ve bariyerler
- Şehirlere, kasabalara ve köylere yakınlık
- Manzaralı güzergâhlara veya görsel peyzaj alanlarına yakınlık
- Tahsisli alanlar (belirli bir kullanıma yönelik bölgelere ayrılmış alan vb.)
- Tarımsal amaçlı inşa edilen tesisler (sulama sistemleri vb.)
- Arazi mülkiyeti kısıtlamaları

Önemli demiryolu projeleri uzunluklarından dolayı diğer altyapı projelerine göre daha büyük bir etki alanına sahiptir. Bu nedenle demiryolu projeleri korunan alanlar üzerinde de etkilere sahip olabilir.

### **VIII.4. Alternatif tasarımlar**

Demiryolu projelerinde işletme hızı ve yüke bağlı olarak tasarım kriterleri değişmektedir. Tasarım ekibine çevresel faktörler hakkında erken aşamada bilgilendirme yapılması durumunda diğer tasarım parametreleri ile birlikte çevresel faktörler de tasarım aşamasına dahil edilebilir.

### **VIII.5. Alternatif süreçler**

Tasarım çalışmalarında, yatırım süreçlerinin veya faaliyetlerinin nasıl yürütülebileceğine dair farklı seçenekler olabilir. Bunlar, farklı faaliyetleri gerçekleştirme süresini ve dolayısıyla proje gerçekleştirme takvimi, malzeme kaynakları, malzemelerin nakliye güzergâhları, emisyonların yönetimi, atıklar, inşaat sırasında trafik planlaması gibi hususları da etkileyebilecek, inşaat için kullanılan inşaat yöntemlerini ve malzemeleri içerebilir. Çevresel faktörlerin göz önüne alınması, olumsuz etkileri önleyen süreçlerin seçimini etkileyebilir.

#### VIII.6. Seçilen alternatiflerin tanımı

Alternatif değerlendirme çalışmasının amacı, teknik/mühendislik, ekonomik, sosyal ve çevresel hususları/kriterleri, vb. dikkate alarak güzergâh seçeneklerini değerlendirmek ve karşılaştırmaktır. Buradaki her bir kriter, ilgili göstergelerle birlikte konuyla alakalı bir takım parametre (ya da alt kriter) ile ifade edilir. Bu tarz analizlerde bir puanlama yaklaşımı kullanmak yaygın bir yöntemdir ve genellikle her parametreye ve/veya her kritere bir değer (ağırlık) verilir (Bu çalışmalar Çok Kriterli Analiz yöntemi olarak da adlandırılır).

ÇED Raporlarında, yapılan çok kriterli analizin sonuçlarını bir matris formatıyla sunulması yaygın bir durumdur. Bu matris formatı, her bir alternatifin her bir seçim kriteri karşısında nasıl performans sergilediğini göstermektedir. Söz konusu matris özellikle kamuoyu görüşünün alınması konusunda fayda sağlamaktadır.

Bununla birlikte, ÇED Raporu için sadece matris yeterli değildir. Teknik olarak en iyisini seçmek için tanımlanan farklı seçenekleri/alternatifleri karşılaştırmak için kullanılan analizin bir özetini ÇED Raporu içinde bir alt bölümde sunmak tavsiye edilmektedir. Buna ek olarak, ÇED Raporuna eklenen veya başka bir yolla herhangi bir ilgili paydaşların kullanımına sunulan ayrı bir belgede yer alacak detaylı seçim analizine atıfta bulunulmalıdır. Seçilen alternatif özeti, ÇED Raporunu inceleyen kişilere seçim sürecini takip etmek için gerekli ana unsurları temin etmelidir; örneğin:

- **Projenin amaçlarının** tanımı
- Tercih edilen seçeneklerin seçimi için belirlenen **temel kriterlerin** tanımı (teknik/ulaştırma, ekonomik, sosyal, çevresel ve sosyal ve çevresel kriterler)
- Belirtilen kriterleri en iyi şekilde ifade eden **parametrelerin** tanımlanması
- Her bir parametre ve ölçü birimi için **göstergelerin** tanımı; Seçilen göstergelerin **değer biçme metodolojisi; Gösterge ağırlıkları** (varsa)
- Her bir kriter için (parametreleri toplamak amacıyla) ve her bir alternatif için (kriterleri toplamak amacıyla) **Kriter ve Puanlama yönteminin ağırlıkları**
- Hassasiyet analizi (varsa) ve seçilen alternatif ile ilgili açıklamalar.

Alternatif Güzergâh Seçim Matrisi		Alternatif Güzergâh 1	Alternatif Güzergâh 2	Alternatif Güzergâh 3	Alternatif Güzergâh 4
Kullanıcılar	Trafik				
	Yayalar				
	Güvenlik				
Tasarım	Tali yollara etki				
	Hizmetler				
	Akarsu Geçitleri				
	Tren Yolu Geçitleri				
Çevre esel	Planlama ve Geliştirme				
	Jeoloji				

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

	Ekoloji				
	Peyzaj ve Görsellik				
	Kültürel Miras				
	Tarım arazileri				
	Özel Mülkiyet				
	Sosyal (Toplum) Etkisi				
	Hava Kalitesi				
	Gürültü ve Titreşim				
	<b>Toplam</b>				
	<b>Sıralama</b>				

Açıklama	Küçük	Orta	Büyük	Aşırı
Olumlu	1	2	3	4
Olumsuz	1	2	3	4

## IX. ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER

Bu bölüm, demiryolu projelerinde arazi hazırlık, inşaat, işletme ve kapanış aşamalarında meydana gelen çevresel etkileri ve bu etki azaltıcı önlemleri içermektedir.

### IX.1. Arazi Hazırlık ve İnşaat Aşaması

#### IX.1.1. Toprak ve Jeoloji

##### Oluşması Muhtemel Etkiler

- Toprak profilinin bozulması gibi etkileri olan geçici arazi kullanımı değişikliği (şantiye alanı, geçici bağlantı ve ulaşım yolları, sondaj çukurları, daha sonra peyzaj düzenlemesi veya dolgu yapmak için kullanılacak bitkisel toprak tabakasının ve kazılıp çıkarılan kayaların depolanması vb.),
- Jeolojik yükün yeniden dağılımı, heyelanların aktivasyonu ve yamaç aşınması,
- Toprak hafriyatı alanındaki toprak bozulması:
  - Bitkisel toprak tabakasının sıyrılması
  - Zemin sıkılaştırılması
  - Toprak erozyonu ve toprak kayması

- Toprak hafriyatı, ulaşım trafiği, ham maddelerinin yüklenmesi ve boşaltılması, vb. kaynaklı diğer hava kirleticileriyle kontamine olmuş tozun toprakta birikmesi.
- Kirletici maddelerin (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve ağır metaller) yağ çökeltme (kar ve yağmur nedeniyle) toprakta birikmesi
- Şantiye sahasında kanalizasyon şebekesinde infiltrasyon, çimento vb. malzeme dolu suyun toprağa yayılması
- Atıkların ve inşaat malzemelerinin kontrolsüz depolanmasından kaynaklanan sızıntı suyunun toprağa nüfuz etmesi

#### Alınması Gereken Önlemler

- Geçici ve kalıcı olarak işgal edilen arazilerin sınırlandırılması,
- Düşük kirletici motorlara sahip uygun nakliye ve inşaat ekipmanlarının kullanılması
- Nakliye ve inşaat ekipmanı sürücülerinin öngörülen geçici servis güzergâhlarına uyması,
- Kirliliği önlemeyi ve kontrol etmeyi amaçlayan önlemler: Nakliye ve inşaat ekipmanlarının düzenli bakımı, sıyrılan bitkisel toprağın ve çıkarılan kayaların özel olarak tasarlanan alanlarda ve uygun koşullarda geçici olarak depolanması, diğer atıkların yönetimi, asfalt ve beton hazırlama tesislerinin yönetimi
- Yol zeminin gerekli durumlarda rehabilitasyonu ile yolun kullanımı sırasında toprak erozyonunun önlenmesi
- İnşaat aşamasında oluşacak atıksuyun uygun tesislerde toplanması ve arıtılması; arıtılmış atık suların yasal hükümlere göre bertarafı

#### **IX.1.2. Gürültü ve titreşim**

##### Oluşması Muhtemel Etkiler

- İnşaat çalışmalarında kullanılacak araç ve ekipmanların, çalışma noktaları çevresinde bulunan işçileri, yöre halkını ve hayvanları etkileyebilen gürültüye neden olması
- Patlatma, taş ve kaya çıkarma, yapı temellerinin oluşturulması, kazık çakma ve özellikle bozuk zemin üzerindeki kamyon trafiği gibi faaliyetlerin neden olduğu, inşaat sırasında meydana gelen titreşim:
  - Binalarda değişik derecelerde yüzeysel ve/veya yapısal hasarlara neden olunması,
  - Titreşime duyarlı makine veya ekipmanların etkilenmesi
  - İnsanlar üzerinde rahatsızlığa veya huzursuzluğa neden olması veya daha yüksek seviyelerde, bir kişinin çalışma becerisini etkilenmesi.

#### Alınması Gereken Önlemler

- Kullanılacak makine ve ekipmanların bakımları zamanında ve düzenli olarak yapılması

- Güzergah üzerindeki inşaat faaliyetlerinin programının (gün boyunca saatler şeklinde) etkileri azaltacak şekilde hazırlanması
- İnşaat aşamasında yerleşim alanlarından geçiş sıklığını sınırlandırmak amacıyla araç trafiğinin düzenlenmesi için bir plan hazırlanması
- İnşaat aşamasında yerleşim alanlarından geçen kamyonlar için hız sınırına ve tonaja uyulmasının sağlanması ve kontrolü
- İnşaat aşamasında aşırı ses kirliliğini düzeltici önlemleri almak için arka plan gürültü ölçümlerinin yapılması
- Araç ve ekipmanların bakımlarının yetkili servislerde düzenli olarak yapılması

### **IX.1.3. Hava Kirliliği**

#### Oluşması Muhtemel Etkiler

- Toprak hafriyatı, kazı çalışması, ulaşım trafiği, asfalt ve beton hazırlama tesisleri, malzemelerin yüklenmesi ve boşaltılması, vb. kaynaklı toz oluşumu.
- Nakliye ve inşaat için kullanılan ekipmanlarının neden olduğu hava kirlleticilerinin emisyonları (dizel motorlarından kaynaklı partikül madde emisyonları; NO<sub>x</sub>; uçucu organik bileşikler; Karbon monoksit; ve benzen dahil diğer çeşitli tehlikeli hava kirleticileri).

#### Alınması Gereken Önlemler

- Araçların ve inşaat ekipmanlarının yola elverişliliğinin kontrolü,
- Servis yolları ve iş makinesi hareketinin bulunduğu inşaat alanları arazöz ile spreylenecek nemli kalmasının sağlanması
- Kazı malzemesinin taşınması sırasında toz emisyonlarını önlemek için periyodik olarak araçların tekerleklerini yıkama
- Kazı malzemesinin depolanması için araç ve alanlardaki gevşek malzemelerin kontrolü ve temizlenmesi
- Kazı fazlası malzemenin taşınacağı kamyonların üzerinin branda ile örtülmesi

### **IX.1.4. Halk sağlığı etkileri de dahil genel sosyoekonomik etkiler**

#### Oluşması Muhtemel Etkiler

- Gürültü & titreşim ve hava kirliliğinden kaynaklı rahatsızlık ve hava yoluyla oluşan hastalıklar (astım, alerji vb.)
- Arazi kullanımındaki değişikliklerden kaynaklı ekonomik etkiler
- Patlayıcı madde kullanılması, ağır iş makinelerin kullanılması vb. etkenlerden kaynaklı sağlık ve güvenlik etkileri
- Şantiye alanı ve yol güzergahına yakın yerleşim yerlerinde gece çalışması yapılması durumunda gürültü vb. olumsuz etkiler



Alınması Gereken Önlemler

- İşyeri Sağlık Risklerinin Azaltılması
  - Kişisel koruyucu ekipman kullanılması ve mevsime uygun iş kıyafetlerinin sağlanması
  - İyi kalite yakıt ve uygun ekipmanların kullanımı
  - Emisyon kontrolünün düzenli olarak yapılması
  - Güzergahın geçtiği yerleşim alanlarında güvenli bir geçiş sağlamak için alt ve üst geçitlerin belirli aralıklarla yapılması
- Yöre halkına yönelik sağlık risklerinin azaltılması
  - Yeni, yüksek verimli ve emniyetli yol yapım makine ve ekipmanlarının kullanımı
  - İnşaat araç ve ekipmanları için kesin bir güzergah belirlenmesi ve çalışma saatlerine uyulması
  - Yerel sağlık birimleri ile koordineli şekilde çalışma

**IX.1.5. Yüzey ve Yeraltı Suyuna Etkiler**

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Özellikle köprü, menfez vb. gibi yapıların bulunduğu alanlarda su yataklarının geçici olarak değiştirilmesi, diğer morfolojik unsurların ve/veya akış profilinin (hız, seviye) geçici olarak bozulması ve yeraltı su seviyesinde muhtemel geçici etkiler
- Suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalitelerinin yukarıda toprak için anlatılan unsulardan dolayı değişmesi, yüzey ve yeraltı suyunda kirlilik görülmesi

Alınması Gereken Önlemler

- Su yatağının değişikliğe uğramasına/bozulmasına yol açan faaliyetleri sınırlamayı/kısıtlamayı amaçlayan uygun tasarım ve inşaat yöntemleri
- Kirliliği önlemeyi ve kontrol etmeyi amaçlayan etki azaltma tedbirleri (Toprak ve Jeoloji için açıklananlarla çok benzerdir)

**IX.1.6. Bitkiler ve hayvanlar, eko sistemler, peyzaj ve korunan alanlar üzerine etkiler**

Oluşması Muhtemel Etkiler

- İnşaat koridoru ve dolgu-yarma işlemlerinin yapılacağı alanlarda bitki örtüsü kaybı
- orman yaşam alanlarının parçalanması,
- nadir, tehdit altında veya nesli tükenmekte olan türlerin yuvalama yerlerinin ve/veya yüksek biyoçeşitliliğin/hassas yaşam alanlarının kaybedilmesi,
- su yollarının bozulması,
- yaban hayatı hareketinin önüne engeller konması,
- makine, inşaat işçileri ve bunlarla ilgili ekipmanların mevcudiyeti nedeniyle görsel ve işitsel rahatsızlık,
- inşaat faaliyetlerinin ve yağmur suyu akışının neden olduğu çökelti ve erozyon, yüzey sularının bulanıklılığının artması,

- o peyzaj alanlarının parçalanması.

#### Alınması Gereken Önlemler

- Mümkün olduğunca mevcut ulaşım koridorlarından yararlanılarak, yolların ve ilave tesislerin kritik kara ve su yaşam alanlarından (örn; doğal yaşlı ormanlar, sulak alanlar ve balık yumurtlama habitatları) kaçınılacak şekilde konumlandırılması,
- Üreme mevsimi ve diğer hassas mevsimler veya günün bazı saatlerinde inşaat faaliyetlerinin önlenmesi veya değiştirilmesi;
- Nehir kıyısı bitki örtüsünün temizlenmesini ve bozulmasını en aza indirerek; aşınma ve erezyona karşı yeterli koruma sağlayarak ve inşaat programına göre yağışlı mevsimin başlangıcı göz önünde bulundurularak su yaşam alanlarının kalitesine yönelik kısa ve uzun vadeli etkilerin önlenmesi;

#### **IX.1.7. Atıklar**

##### Oluşması Muhtemel Etkiler

Hazırlık ve inşaat aşamasındaki faaliyetler; bitkisel toprak sıyırma, tesviye, şantiye alanının hazırlanması, ofis ve yardımcı tesislerin inşaat ve montajı gibi işlemler gerçekleştirilecektir.

Bu faaliyetlerden kaynaklı atıklar şunları içerir:

- Evsel atıklar (belediye atıkları),
- ekipmanlarına ait ambalaj ve paketleme atıkları (tahta, karton, plastik, vb.),
- tehlikeli atıklar (boya ve çözücüler gibi kimyasal maddeler ve bunların kapları, yağlı ambalaj ve bezler, vb.)
- özel atıklar (atık yağlar, akü ve piller, filtreler, vb.)
- hafriyat ve inşaat (ör: hurda metal, ahşap, beton atık vd.) atıkları

#### Alınması Gereken Önlemler

- biyolojik olarak bozunabilir yemek artıkları gibi organik atıklardan oluşan evsel nitelikli atıklar diğer atıklardan ayrı olarak üstü kapalı bir şekilde geçici olarak konteynirlarda biriktirilmeli ve ilgili belediye tarafından düzenli olarak toplanması ve düzenli depolama alanında bertarafı sağlanmalıdır,
- malzeme, parça ve ekipmanlardan kaynaklanacak tehlikesiz nitelikteki ambalaj atıkları diğer atıklardan ayrı olarak toplanarak saha içinde ayrılmış geçici bir alanda biriktirilmeli, Ambalaj Atıklarının Kontrol Yönetmeliği hükümlerine uygun şekilde T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan lisansı bulunan yetkilendirilmiş kuruluş/firmalar tarafından toplanması sağlanmalıdır.
- Atık Yönetimi Yönetmeliği eklerine göre tehlikeli atık olarak değerlendirilen sınırlı miktardaki atıklar saha içinde oluşturulacak geçici depolama alanında tehlikesiz atıklardan ayrı olarak toplanmalı ve Atık Yönetimi Yönetmeliği hükümlerine uygun şekilde lisansı bulunan araçlarla alınarak lisanslı tesislerde geri kazanılması ya da bertaraf edilmesi sağlanmalıdır.

## **IX.2. İşletme Aşaması**

### **IX.2.1. Toprak ve Jeoloji**

#### Oluşması Muhtemel Etkiler

- Arazi kullanımında kalıcı değişiklik,
- Hendeklerde yağışlar nedeniyle yol güzergâhı boyunca toprak erozyonu ve kirlilik oluşması,
- Hendek bakım çalışmaları nedeniyle güzergâh boyunca toprağın bozulması
- Demiryolu kazalarından (sıvı yük taşımacılığı veya dökme yük taşımacılığı vb. sırasında) veya arızalardan sonra kirlenici maddelerin toprağa yayılması ve toprağa sızması

#### Alınması Gereken Önlemler

- Geçici ve kalıcı olarak işgal edilen arazilerin sınırlandırılması,
- Yol zeminin gerekli durumlarda rehabilitasyonu ile yolun kullanımı sırasında toprak erozyonunun önlenmesi

### **IX.2.2. Gürültü ve titreşim**

#### Oluşması Muhtemel Etkiler

- Demiryolu trafiğinden kaynaklı gürültünün yerleşim yerleri ve fauna üzerindeki etkisi,
- Karayolu trafiğini nüfus merkezlerinden uzaklaştıran yolların bu yerleşim yerlerini rahatlatıcı olumlu bir etkisi
- Operasyonel faaliyetlerden kaynaklı demiryolu güzergahının yakınında titreşimler

#### Alınması Gereken Önlemler

Yol tasarımında akustik hususlara yer verilmelidir.

- Çevredeki yapıların geometrisine uygun tasarım
- Genellikle yerleşim alanlarında düşük hızlı

Ses koruma bariyerleri daha sonra türüne (yeşil kuşak, duvarlar), karakterine (malzeme, kalınlık, uzunluk, yükseklik), güzergâh boyunca kesin konumuna ve hangi hedefin korunacağına göre ÇED Raporunda açıklanmalıdır. Bunlar inşaat ve işletme dönemi için ayrıntılı olarak anlatılmalıdır. Bazı durumlarda reseptörlerin (binaların ses yalıtımı) korunması önlemleri önerilebilir.

### **IX.2.3. Hava Kirliliği**

#### Oluşması Muhtemel Etkiler

- Olumlu etkiler: Karayolu trafiğinin azalmasından dolayı trafikten kurtulmuş alanlarda

iyileşen hava kalitesi trafik sıkışıklığının azaltılması.

- Olumsuz etkiler: İstasyon vb. kalıcı yapıların ısınmasından kaynaklı emisyon oluşumu

Alınması Gereken Önlemler

- İstasyon vb. yapılarda doğalgaz vb.düşük emisyonlu yakıtların kullanılması

**IX.2.4. Halk sağlığı etkileri de dahil genel sosyoekonomik etkiler**

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Güzergahının geçtiği bölgelerde yerleşim alanlarının bölünmesinden kaynaklı etki
- Gürültü ve titreşimden kaynaklı rahatsızlık
- Karayolu trafiğinin azalmasından dolayı iyileşen hava kalitesi ve gürültü seviyesinde azalma
- Seyahat süresi, trafik sıkışıklığı ve kaza sayılarının azalması vb. olumlu sosyal etkiler ile birlikte yeni ekonomik yatırımların artması

Alınması Gereken Önlemler

- Gürültü ve trafik kazalarından kaynaklı sağlık risklerinin azaltılması
  - İşletme aşamasında trafik akışının ve gürültü kirliliğinin düzenli olarak ölçülmesi
  - İzleme sonuçlarına göre gürültü ve kirlilik azaltıcı önlemlerin gözden geçirilmesi ve gerekli hallerde yeni önlemlerin alınması

**IX.2.5. Yüzey ve Yeraltı Suyuna Etkiler**

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Su yataklarının kalıcı olarak değiştirilmesi, diğer morfolojik unsurların ve/veya akış profilinin (hız, seviye) geçici olarak bozulması ve yeraltı su seviyesinde muhtemel geçici etkiler
- Yol dolgularından aşağıya doğru akan yağmur suyu nedeniyle yüzey ve yeraltı suyu kirliliği
- Kazalardan sonra kirlenici maddelerin neden olduğu kazara, tesadüfi ve mevsimsel yüzey ve yeraltı suyu kirliliği:

Alınması Gereken Önlemler

- Kazalardan yayılan kirlenici maddelerin alıcı su ortamına ulaşması durumunda uygun yöntemlerle su yüzeyinden toplanması ve bertarafı,

**IX.2.6. Bitkiler ve hayvanlar, eko sistemler, peyzaj ve korunan alanlar üzerine etkiler**

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Memeli türlerinin alandan geçişi sırasında yaşanacak araç çarpmaları ve buna bağlı

oluşacak yaralanma ve ölümler,

- Özellikle kuş göç yolundan geçen yollarda göç döneminde çarpmalara bağlı oluşan kuş ölümleri

#### Alınması Gereken Önlemler

- Mümkün olduğunca mevcut ulaşım koridorlarından yararlanılarak, yolların ve ilave tesislerin kritik kara ve su yaşam alanlarından (örn; doğal yaşlı ormanlar, sulak alanlar ve balık yumurtlama habitatları) kaçınılacak şekilde konumlandırılması;
- Sürücü güvenliği ve mevcut türlerin davranışı ve yaygınlığı dikkate alınarak, vahşi yaşam erişiminin yaşam alanının parçalanmasını önleyecek veya en aza indirecek şekilde tasarlanması ve yapımı.
- Karasal türlere yönelik olası teknikler şunları içerebilir: yaban hayatı yeraltı geçitleri, üst geçitler, köprü uzantıları, viyadükler, genişletilmiş menfezler ve çit duvarı.
- Yerli bitki türlerinin sökülmesinin en aza indirilmesi ve bozulan alanlara yerli bitki türlerinin yeniden dikilmesi;
- Yarasa yuvalarının köprü altına yerleştirilmesi ve yerli türlerin korunması veya yeniden canlandırılması için ot biçme işleminin azaltılması gibi uygulamalar ile yaşam alanını geliştirme olanaklarının araştırılması;

#### **IX.2.7. Atıklar**

##### Oluşması Muhtemel Etkiler

- Kazalardan kaynaklı tehlikeli atık oluşumu
- İstasyon, bakım servisi vb. hizmet alanlarında oluşan evsel atık oluşumu

##### Alınması Gereken Önlemler

- Tehlikeli ve tehlikesiz atıkların mevzuata uygun bertarafı
- Hizmet alanlarında oluşan evsel atığın ilgili mevzuat çerçevesinde bertarafı

#### **IX.3. İşletme Faaliyete Kapandıktan Sonra Olabilecek Etkiler ve Alınacak Önlemler**

Aşağıdaki çevresel etkiler, kapama faaliyetleri sırasında göz önünde bulundurulacaktır:

##### **IX.3.1. Gürültü ve titreşim**

##### Oluşması Muhtemel Etkiler

- Demiryolu altyapısının sökümü sırasında kazı işlemlerinde kullanılan makinelerden gelen gürültü
- Demiryolu söküm işlemleri ile ilgili araç trafiğinden kaynaklı gürültü
- Demiryolu altyapısının sökümü için kullanılan makinelerden gelen titreşim

##### Alınması Gereken Önlemler

- Kullanılacak makine ve ekipmanların yetkili servislerde düzenli bakımı

- Çalışmaların gündüz saatlerinde sınırlı tutulması

### **IX.3.2. Atıklar**

#### Oluşması Muhtemel Etkiler

- ulaşım altyapısının hizmetten çıkarılmasının bir sonucu olarak oluşan tehlikeliksiz atık üretimi
- kirlenmiş bina inşaat artığı gibi, hizmetten çıkarılan ulaşım altyapısının ve kirlenmiş temizlik malzemeleri, kullanılmış yağlar ve yağlayıcılar, kullanılmış hidrolik sıvılar, vb. gibi, hizmetten çıkarma için kullanılan makinelerin neden olduğu tehlikeli atık üretimi
- önceki faaliyetlerin bir sonucu olarak kazılmış kirli (kontamine) toprak
- şantiye tesislerinden gelen kentsel atık su

#### Alınması Gereken Önlemler

- Oluşacak tehlikeli ve tehlikesiz atıkların ilgili mevzuat çerçevesinde bertarafı

### **IX.4. İlgili etki hesaplama yöntemleri**

Yapılması planlanan yatırımın çevresel etkilerinin tahmini ve belirlenmesi ÇED sürecinin en önemli unsurlarından biridir. Etki tahminleri projenin özellikleri ve etki alanına göre farklılık gösterebilmektedir ve bazı durumlarda disiplinlerarası teknik ekiplerin birlikte çalışmasını gerektirebilmektedir. Benzer projelerden kaynaklı etkiler proje alanına bağlı olarak farklı öneme sahip olabilmektedir. Halihazırda sanayi tesislerinin yoğun olduğu bir alanda yapılması planlanan bir tesisin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ile bakir bir alanda yapılması planlanan bir tesisin etkilerini değerlendirirken farklılıklar olabilecektir.

Etkinin boyutunu anlayabilmek için öncelikle birincil etkiler tanımlanmalı (hafriyat yapılacak alanın büyüklüğü, emisyon ve atık miktarları vb.) ve kaynak ve alıcı ortam arasındaki etkileşim tanımlanmalıdır. Kaynak ve alıcı ortam arasındaki bağlantıyı doğru bir şekilde yapmak için bazı durumlarda modelleme çalışmaları yürütülmelidir.

Etki tahminleri için kullanılacak olan yöntemler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Geçmiş deneyim ve uzman görüşleri
- Deney ve/veya testler
- Sayısal modellemeler ve görsel simülasyonlar / haritalar

Modelleme çalışmaları ampirik deneyim ve modeli yapacak uzmanın tecrübesi doğrultusunda oluşturulmaktadır. Günümüzde modelleme çalışmaları genellikle sayısal yazılım programları ile desteklenmektedir. ÇED çalışmalarında kullanılan modelleme çalışmalarının bazıları aşağıda sunulmuştur:

- Hava kirliliği dağılım modellemesi

- Gürültü dağılım modellemesi
- Elektromanyetik alan dağılımı modellemesi
- Hava ve sudaki atık ısı dağılımı modellemesi
- Su kalitesi modellemesi

Modelleme çalışmalarının çıktılarının kalitesinin; uygun modelin seçilmesi ve girdi verilerinin kalitesine doğrudan bağlı olduğu unutulmamalıdır.

### Hava Kirliliği

Çevresel etki değerlendirme çalışmalarında en sık kullanılan modelleme çalışmalarından biri hava kirliliği dağılım modellemesidir. Hava kirliliği dağılım modelleri, endüstriyel bir proses (noktasal kaynak) veya bir yol (çizgisel kaynak kaynağı) tarafından yayılan bir kirleticinin bir konsantrasyonu veya birikiminin tahmini sağlamak için kullanılır. Dağılım modellerinden elde edilen çıktılar, yeni veya mevcut bir prosesin, belirtilen noktalardaki kirletici maddelerin seviyesine katkısını tahmin etmek için sıklıkla kullanılır. Kısa mesafe (<20 km) ve uzun mesafe (>50 km) hava kirliliği dağılımı için kullanılan çeşitli modelleme yazılımları bulunmaktadır.

ADMS - Advanced Dispersion Modelling System (kısa-mesafe)

AERMOD (kısa-mesafe)

SCAIL (kısa-mesafe)

FRAME - Fine Resolution Atmospheric Multi-pollutant Exchange (uzun-mesafe)

DMRB - Design Manual for Roads and Bridges Screening Method (kısa-mesafe)

Yukarıda belirtilen modeller hem noktasal kaynaklar hem de diğer emisyon kaynakları için kullanılabilir. Çizgisel kaynaklardan (örneğin, yollar) oluşan kirliliğin hesaplanması amacıyla yapılan modellemeler kirleticiler çizgisel kaynak yolunda dağıtılan noktasal kaynaklar ile temsil edilebilir. Modelleme çalışmalarının nihai hedefi, planlanan yatırıma özgü kirleticilerin konsantrasyonlarının güvenilir bir şekilde tahmin edilmesini sağlamak ve bunları yasal sınır değerler ve insan sağlığına ilişkin hava kalitesi limit değerleriyle karşılaştırmaktır. Modelleme çalışmalarında kümülatif etkinin de dikkate alındığına emin olunması gerekmektedir. Mevcut kirlilik yükü, modele dayalı olarak hesaplanan kirlilik yüklerine eklenmelidir.

Hava kirliliği dağılım modelleri aşağıdaki süreçleri dikkate alır:

- taşıma,
- difüzyon,
- kimyasal dönüşüm
- çökme.

Bu nedenle, ÇED Raporunda / Proje Tanıtım Dosyasında aşağıdaki girdi verilerinin bulunup bulunmadığını doğrulamak önemlidir:

- Noktasal emisyon kaynaklarının tümünün tanımlanmış ve dahil edilmiş olması



- Taşıma veya dökme malzeme depolama vb. faaliyetlerden oluşan emisyon kaynaklarının tanımlanması ve dahil edilmesi
- Uygun iklim verilerinin kullanılması
- Uygun topografya verilerinin kullanılması

Model çıktıları değerlendirirken aşağıda yer alan konuları doğrulamak önemlidir:

- Önemli kirleticilerin dağılımı modellenmiş ve konsantrasyonları hesaplanmıştır.
- Partikül emisyonunda yüzey (yer) birikimi hesaplanmıştır.
- Kirlenici konsantrasyonu ve yüzey birikimi yasal gerekliliklerle uyumludur ve korunan alanlar / türler (insanlar dahil) için tehdit oluşturmaz.

### Gürültü

Gürültü dağılımı modellemesi, planlanan yatırımların gürültü düzeyini tahmin etmeye ve çeşitli azaltma önlemleri kullanmanın etkinliğini değerlendirmeye olanak tanır. Hava modellemesinde kirleticilerin dağılımına benzer şekilde, girdi verisinin kalitesi modelleme sonuçları üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Gürültü modellemede en önemli faktörler şunlardır:

- Kaynak özellikleri (konum bilgileri dahil)
- İletim yolları (bariyer dahil)

ÇED Raporunda / Proje Tanıtım Dosyasında aşağıdaki girdi verilerinin bulunup bulunmadığını doğrulamak önemlidir:

- kalıcı veya uzun süreli gürültü emisyonu kaynakları (örneğin, teknik cihazlar) iyi tanımlanmış ve dahil edilmiştir
- Geçici gürültü emisyonunun (örneğin ulaşım) tüm kaynakları iyi tanımlanmış ve dahil edilmiştir
- hassasiyete maruz kalan tüm alıcılar listelenmiştir

Modellemenin nihai amacı hassas alıcıların bulunduğu yerlerde tahmin edilen gürültüyü belirlemek ve gürültü seviyesiyle ilgili yasal gereklilikleri aşma riski olup olmadığını doğrulamaktır. Modelleme çalışmalarında kümülatif etkinin de dikkate alındığına emin olunması gerekmektedir. Mevcut gürültü seviyesi yükü, modele dayalı olarak hesaplanan gürültü seviyesine eklenmelidir.

### Su Kirliliği

Herhangi bir kirlenici madde su ortamlarına veya su kaynaklarına deşarj edildiğinde, alıcı sulardaki kirlenici konsantrasyonunun hesaplanması gerekli olabilir. Kirlenici konsantrasyonu yalnızca kirlenici maddelerin yüküne değil aynı zamanda alıcı ortamın özelliklerine de bağlıdır. İrmak ve nehirlerde hesaplamayı önemli ölçüde basitleştiren, genellikle 1-B (bir boyutlu) modeller kullanılmaktadır. Bu modeller kirlenici veya oksijen konsantrasyonları gibi parametrelerin sadece nehrin uzunluğu boyunca değişebileceğini ve nehir kesitinde homojen olarak artıldığını varsayarlar. Bununla birlikte su rezervuarlarında 2 veya 3 boyutlu modeller gereklidir.

1-D modeli uygulamak için aşağıdaki girdi verileri gereklidir:

- çözünmüş oksijen konsantrasyonu ( $\text{kg m}^{-3}$ )
- kirlenicinin x yönündeki dağılım katsayısı ( $\text{m}^2 \text{gün}^{-1}$ )

- x yönündeki çözülmüş oksijen dağılım katsayısı (m<sup>2</sup> gün-1),
- x yönünde su hızı (m gün-1)
- Nehrin kesit alanı (m<sup>2</sup>)
- Deşarj edilen tüm önemli kirleticilerin ilâve oranları (kg gün-1)
- Deşarj edilen tüm önemli kirleticiler için 20 °C'de degradasyon hızı katsayısı (gün-1)
- Çözülmüş oksijen için 20 °C'de hava boşaltma hızı katsayısı (gün-1)
- Deşarj edilen önemli kirleticilerin çürümesi için yarı doymuş oksijen talebi konsantrasyonu (kg m<sup>-3</sup>)
- Havadaki oksijenin kütle transferi (kg gün-1).

Su rezervuarları durumunda, modelleme sonuçları diğer pek çok faktöre bağlıdır. Modellemenin nihai amacı alıcıdaki deşarj edilen kirleticilerin konsantrasyonlarını belirlemek ve bunları yasal gereksinimler ve alıcı ekosistemin kabul edilebilirliği ile karşılaştırmaktır. Modelleme çalışmalarında kümülatif etkinin de dikkate alındığına emin olunması gerekmektedir. Mevcut alıcı ortamı kirlilik seviyesi, modele dayalı olarak hesaplanan kirlilik yükü seviyesine eklenmelidir.

#### **IX.5. Hammade ve Kaynak Kullanımı**

Demiryolu projelerinde en önemli hammadde kullanımı yol inşaatı sırasında ihtiyaç duyulacak malzeme temini olacaktır. Kullanılacak malzeme miktarı projenin uzunluğu, toplam kazı-dolgu miktarı vb. unsurlara bağlı olarak değişecek olup bazı durumlarda ilave ocaklar açılması gerekebilecektir.

Bunun yanısıra inşaat aşamasında personelin kullanımı için ve toz bastırma amaçlı olarak kullanıcı su temini bir diğer önemli hammadde kullanımı olacaktır. İşletme aşamalarında yol aydınlatması için enerji kullanımı söz konusu olacaktır. Yol boyunca kullanılacak aydınlatma ekipmanları seçilirken enerji sarfiyatını azaltacak ekipmanının seçilmesi daha uygun olacaktır.

## X. İZLEME

ÇED Raporu'nda tanımlanan etkileri en aza indirmek için alınması gerekli önlemlerin uygulamasını sistemli bir şekilde takip etmek üzere projelerin arazi hazırlık, inşaat, işletme ve kapanış aşamalarında izleme çalışmalarının yürütülmesi büyük önem arz etmektedir. İzleme programları her bir projeye özgü olarak hazırlanmalı ve mümkün olduğunca ölçülebilir kriterlere (su analizi, arka plan gürültü ölçümü vb.) dayandırılmalıdır. Yürütlecek izleme çalışmalarında ÇED Raporu'nda önerilen önlemlerin yeterli kalmaması durumunda yatırımcı tarafından ilave tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Demiryolu projelerinin inşaat aşamasında yukarıda anlatılan etki ve önlemler göz önünde bulundurularak aşağıdaki izleme çalışmalarının yürütülmesi beklenmektedir.

- Yakın yerleşim yerlerinde ve şantiye sahalarında arka plan gürültü ölçümü
- Irmak geçişlerinde yüzey suyu kalitesi ölçümü
- Şantiye sahalarında toprak kalitesi ölçümü
- Korunan alanlardan ve/veya hassas alanlarından geçilmesi durumunda flora ve fauna üzerine etkilerin izlenmesi

Demiryolu projelerinin işletme aşamasında en önemli sürekli etkilerin gürültü ve hava kirliliği üzerine olması beklenmektedir. Bu nedenle demiryolu güzergahının yakınında yer alan yerleşim yerlerinde arka plan gürültü ölçümü ve hava kalitesi örnekleme yapılması önerilmektedir.

İzleme çalışmalarının sıklığı ve izlenecek parametreler projenin karakteristiğine ve konumuna bağlı olacaktır. ÇED çalışmalarından elde edilecek bulgular doğrultusunda projeye özgü bir İzleme Programı hazırlanmalıdır.

**Tablo 1 İnşaat Aşaması Örnek İzleme Planı**

Hangi Parametrelerin İzleneceği	Parametrelerin Nerede İzleneceği	Parametrelerin Nasıl İzleneceği/hangi tip ekipmanla izleneceği	Parametrelerin Ne Zaman Hangi Sıklıkta İzleneceği
Tarihi, kültürel ve arkeolojik varlıklar	Arazi	Gözlem	Kültür varlığına rastlanıldığında
Erozyon/Çamur sızıntısı	Çalışma alanında	-Azaltıcı önlemlerin uygulanıp uygulanmadığı kontrol edilecektir. -Yüzeysel sular gözle kontrol edilecektir.	-Her gün bir kez -Yağmurlu ve rüzgarlı havalarda ertesı gün
Toz (PM10)	Alıcı ortamda ortam toz (PM <sub>10</sub> ) ölçümü yapılacaktır.	Toz ölçümü, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan yetkili ve akredite laboratuvarlara kuruluşlara yaptırılacaktır.	Şikayet olması durumunda
Evsel atık su	Şantiye Binasında	Oluşacak evsel nitelikli atıksuların mevcut kanalizasyon hattına veya sızdırmaz fosseptiğe	Sürekli

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

Hangi Parametrelerin İzleneceği	Parametrelerin Nerede İzleneceği	Parametrelerin Nasıl İzleneceği/hangi tip ekipmanla izleneceği	Parametrelerin Ne Zaman Hangi Sıklıkta İzleneceği
		verilip verilmediği kontrol edilecektir.	
Hafriyat artığı	Şantiye alanı ve çalışma alanında (yükleme-taşıma sırasında)	Kullanılmayan hafriyat malzemesinin ilgili Belediyenin göstereceği döküm alanına nakledilip nakledilmediği kontrol edilecektir	Sürekli
Katı Atıklar	Çalışma alanında	Ağzı kapalı çöp kaplarında torbalar içerisinde biriktirilip ilgili Belediyeye teslim edilecektir.	Sürekli
Atık Madeni Yağlar	Bakım alanlarına, sızıntının olabileceği kamp alanı ve çalışma alanındaki iş makinelerinin hepsinde	Gözlemsel olarak bakılacaktır. Atık yağların geçici olarak depolandığına dair kayıtlara bakılacaktır. Günlük olarak sızıntı, döküntü olup olmadığı kontrol edilecektir. Sızıntı ve döküntü anında kayıt tutulacak ve şantiye şefine haber verilerek sızıntı-döküntü acil müdahale planı uygulanacaktır. Yıllık olarak Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği gereği Ek-2 formlarının doldurularak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne düzenli olarak gönderildiğine dair belgelere bakılacaktır. Yine alınan yağ miktarları kontrol edilecektir.	Sürekli Yıllık
Tehlikeli Atıklar	Çalışma alanında	Yağ, yakıt, boya vb. bulaşmış eldiven, üstüğü, ambalaj vb. tehlikeli atıklar ayrı olarak biriktirilecek ve belirli periyotlarla (180 günü aşmayacak şekilde) lisanslı taşıyıcılar vasıtası ile lisanslı bertaraf tesisine gönderilecektir. Yıllık olarak Tehlikeli Atık Beyan sistemine atık beyanı yapıldığına dair belgelere bakılacaktır.	Sürekli Yıllık
Atık Akümülatörler	Çalışma alanında	Proje kapsamında çalıştırılacak iş makinelerinden ve taşıtlardan çıkacak atık aküler, yenisini satın alınırken yetkili satıcıya iade edilecektir.	Sürekli

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

Hangi Parametrelerin İzleneceği	Parametrelerin Nerede İzleneceği	Parametrelerin Nasıl İzleneceği/hangi tip ekipmanla izleneceği	Parametrelerin Ne Zaman Hangi Sıklıkta İzleneceği
Ömrünü Tamamlamış Lastikler	Çalışma alanında	Proje kapsamında çalıştırılacak iş makinelerinden ve taşıtlardan çıkacak ÖTL'ler lisanslı kuruluşlara gönderilecektir.	Sürekli
Gürültü	Alıcı ortamlarda	Gürültü ölçüm cihazı ile Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ne uygun olarak Bakanlıkça yeterlik verilmiş, akredite laboratuvarlara ölçüm yaptırılacaktır.	Şikayet olması durumunda
Yerel ve ekonomik aktivitelerin zarara uğramaması	Çalışma alanında	Gözle kontrol edilecektir. Şikayet noktasında kontrol yapılacaktır.	Şikayet olması durumunda
İş Sağlığı ve Güvenliği	Çalışma alanında	Şantiyede yasal süresinde, İSG Uzmanı bulundurulacak olup "İSG Uzmanlarının Görev Yetki ve Sorumlulukları Hakkında Yönetmelik" esasları doğrultusunda hareket edilecektir. Periyodik kontrol listeleri doldurularak 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bağlı Yönetmeliklerin gereği kontrol edilecektir. Ayrıca Risk analizi ve Acil Durum Müdahale programına göre kontrol edilecektir. İSG kapsamında ortam ve kişisel maruziyet gürültü ölçümleri yaptırılacak gürültü derecesi sınır değerleri geçmeyecektir. Geçmesi durumunda işçilere baret, kulaklık veya kulak tıkaçları gibi uygun koruyucu araç ve gereçler verilecektir. Toz çıkışı olan işlerde çalışan işçilere, işin özelliğine ve tozun niteliğine göre uygun kişisel korunma araçları ile maskeler verilecektir.	Günlük/Haftalık/Aylık
Halkın Güvenliği	Çalışma alanlarında	İkaz panolarının yerinde olup olmadığı, reflektör lambalarının çalışıp	Sürekli

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

Hangi Parametrelerin İzleneceği	Parametrelerin Nerede İzleneceği	Parametrelerin Nasıl İzleneceği/hangi tip ekipmanla izleneceği	Parametrelerin Ne Zaman Hangi Sıklıkta İzleneceği
		çalışmadığı kontrol edilmecektir. Güvenlik personeli tarafından çalışma alanına görevliden başkasının girmemesi sağlanacaktır.	
pH, BOİ, KOİ, yağ-gres	Bir kaza sonucunda yüzey sularına veya yeraltı sularına atık yağ, akaryakıt vb. atıkların bulaşması sonucunda bu alanlardan da numuneler alınarak analizleri yaptırılacaktır.	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan Laboratuvar yeterlik belgesi almış laboratuvarlara analizler yaptırılacaktır.	Çevresel kaza sonucu suya karışma olduğunda
Flora-fauna	Çalışma alanlarında		Sürekli

## XI. UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Demiryolu projeleri kapsamında hazırlanmış ÇED Raporlarının değerlendirilmeleri aşamasında kümülatif etkilerin incelenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle proje kapsamında (potansiyel) malzeme ocağı ve diğer yardımcı tesislerin özellikleri ve konumlarının belli olması durumunda entegre bir ÇED Raporu hazırlayarak, projeden kaynaklı tüm çevresel etkiler incelenmesi tavsiye edilmektedir.

## XII. KAYNAKLAR

- International Finance Corporation, Environmental, Health, and Safety Guidelines for Railways
- [http://geomatik.beun.edu.tr/gormus/files/2015/03/JDF-424-Yol-Bilgisi-Ders-Notlar%C4%B1\\_2.pdf](http://geomatik.beun.edu.tr/gormus/files/2015/03/JDF-424-Yol-Bilgisi-Ders-Notlar%C4%B1_2.pdf)
- Milli Eğitim Bakanlığı, Raylı Sistemler Teknolojisi

## XIII. İLETİŞİM BİLGİLERİ

Ulaşım ve Kıyı Yatırımları Şube Müdürlüğü  
Altyapı Yatırımları ÇED ve Stratejik Çevresel Değerlendirme Dairesi Başkanlığı  
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı – ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü  
Mustafa Kemal Mahallesi Eskişehir Devlet Yolu (Dumlupınar Bulvarı) 9.km No: 278 Çankaya/ANKARA



## EK-A İYİ ÖRNEKLERİ İÇEREN ULUSLARARASI TECRÜBELER VE YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLER

Gürültü, demiryolları ile ilgili en önemli çevresel sorundur. Demiryolları gürültüsünün ana kaynağı ray taşımacılığı vagonlarından gelen yuvarlanma gürültüsüdür. Buna göre motor gürültüsü (düşük hızlarda) ve [aerodinamik](#) gürültü (yüksek hızlı trenler hariç) daha az önemlidir. Bölgesel olarak da çınlama gürültüsü önemli olabilmektedir. Akılda tutulması gereken bir diğer çevresel husus, vahşi yaşamın ve özellikle de göç eden türlerin korunmasıdır.

### Örnek 1: Pürüzlülük Kaynaklı Yuvarlanma Gürültüsü

Demiryolundan gelen gürültünün başlıca ve kaçınılmaz kaynağı, tekerlek ve ray pürüzlülüğüdür. Rayların düzenli olarak taşlanması ve tekerleklerin dönmesi gürültünün en aza indirilmesine yardımcı olmaktadır. Özel "akustik" taşlama gürültü seviyelerini yaklaşık 3 dB azaltabilmektedir.

Avrupalı taşıma araçlarında çok yaygın kullanılan dökme demir sürtünmeli frenler, tekerleklerde gürültüyü önemli derecede arttıran ondülasyon oluşturmaktadır. Buna karşılık, binek araçlarda yaygın olan disk frenler genellikle yaklaşık 8 dB daha sessizdir. Çünkü sürtünmeli frenler, özellikle dökme demir bloklar ile beraber, tekerleğe zarar vermekte, koşu yüzeyi pürüzlü hale gelmekte ve yuvarlanma gürültüsünü arttıran yuvarlaklık-dışılık oluşturmaktadır.

Disk frenleri çok pahalıdır ve yalnızca yeni yük vagonlarında veya masraflı bir iyileştirme sonrasında mevcut vagonlarda kullanılabilir. Bu, 'LL-blokları' olarak adlandırılan dökme demir fren bloklarına benzer sürtünme özelliklerine sahip ve vagon yenilemesi için uygun kompozit fren blokları arayışını başlatmıştır. LL-blokların avantajı, vagonun fren sisteminin değiştirilmesinin gerekmemesidir.

LL-blokları gürültü seviyelerini 8-10 dB azaltmaktadır. Bununla birlikte, gürültünün azaltılmasında etkili olmasına rağmen yeni kompozit LL-bloklarının tüm Avrupa'da uygulanmaya başlanmasından önce hala çözülmesi gereken sorunlar bulunmaktadır. LL-blokları ile yapılan testlerde, tekerleklerin eşdeğer konikliği zamanla artarak araçların dinamik stabilitesini etkilemektedir.

**Özet:** Dökme demir fren blokları yerine kompozit fren bloklarının kullanılması, tekerlek hareketli temas yüzeyini önemli ölçüde iyileştirecek ve gürültü seviyelerini azaltacaktır. Mevcut vagonları kompozit fren bloklarıyla donatmak mümkündür ve özellikle (donatım için en az gayret ve masraf gerektiren) LL-bloklarının kullanımı UIC'nin Avrupa Tren Konsorsiyumu tarafından halen incelenmektedir. Yeni LL-bloklarının uzun vadede bozulması ve yaşam döngüsü maliyetleri hakkında hala sorular bulunmakta olup bunlar yaygın uygulamanın önünde engel teşkil etmektedir.

### Örnek 2: Tekerlek Gürültüsü

Dönen tekerlek gürültüsü, kompozit fren blokları (yük vagonları), esnek tekerlekler veya tekerlek amortisörleri ile azaltılabilmektedir. Gürültüyü halka amortisörler 6 dB, tekerlek ayarlı emiciler 7 dB'ye kadar ve tekerlek ağı kalkanları 9 dB'e kadar azaltmaktadır. Daha fazla gürültü azaltma, bir boji bandajı kullanılarak sağlanabilmektedir.

Mevcut sürtünmeli frenleme sistemlerine uyma gereksinimi ve frenleme esnasında üretilen ısıyı dağıtma ihtiyacı nedeniyle, gürültüyü azaltmak için tekerleğin temelden yeniden tasarlanması zordur. RONA projesi (yüksek hız hatları için tekerlek optimizasyonu), gürültü seviyelerini yaklaşık 3 dB düşüren yeni bir tekerlek tasarımı, JR13, geliştirmiştir. RONA projesi ayrıca, 12 dB'lik bir gürültü azaltımı sağlayacağı tahmin edilen ve kalın bir alüminyum ağa ve tekerlek amortisörlerine sahip bir tekerlek olan Alu4'ü geliştirmiştir. Bununla birlikte, kırık bir tekerleğin neden olduğu 1998'deki Eschede raydan çıkma kazasının ardından endüstri, çok malzemeli tekerleklere karşı dikkatli olagelmıştır.

Özel düşük gürültülü amortisörlü jantlar gürültüyü azaltabilmektedir. Pazarda özel düşük gürültülü

amortisörlü jant çeşitleri sunulmaktadır. Ayrıca, örneğin gıcırtı gürültüsünü 10-15 dB azaltmak için amortisör halkalarının kullanımı gibi amortisör sistemlerinin tekerleklerle entegre edilmesi yöntemi de kullanılabilir. Heathcote Industrial Plastics, gıcırtı gürültüsünü ortadan kaldıran ve araç altı gürültü seviyesini 30 dB'e kadar azaltan kısıtlı katmanlı amortisörler sunmaktadır.

**Özet:**

- Tekerlek gürültüsü kompozit fren blokları (yük vagonları), esnek tekerlekler veya tekerlek amortisörleri ile azaltılabilmektedir.
- Esnek tekerlekler gürültüyü azaltıp sürüş kalitesini artırabilmektedir ve gergin kavislerdeki gıcırtı sesini azaltmada çok etkili olabilmektedir. Yüksek hızlı ve metro uygulamalarında çeşitli teknolojiler mevcuttur ve kullanılmaktadır.
- 1998'de yaşanan Eschede felaketi sonrasında, yüksek hızlı demiryolu araçlarında monoblok olmayan tekerlekler kullanımına ilişkin isteksizlik hala sürmektedir.

**Örnek 3: Ray Gürültüsü**

Ray gürültüsü, ray amortisörleri, esnek demiryolu yastıkları ve farklı yüksekliklerde gürültü bariyerleri kombinasyonları ile azaltılabilmektedir. Demiryolu amortisörleri - demiryolu ağına sabitlenmiş, bir elastomere gömülü çelik kütleler - 1990'larda ERRI tarafından OFWHAT (Optimize Edilmiş Taşıma Tekerlekleri ve Hattı) projesinde ve SNCF tarafından VONA (Yüksek hız hatları için düşük gürültülü hat tasarımları) projesinde geliştirilmiştir. AB Projesi Sessiz Hat (1997-2000) bu raylı amortisörleri daha da geliştirmiş ve yeni tasarım gürültüyü 6 dB azaltmıştır. Tata Steel, gürültüyü 3-7 dB azaltan "Sessiz Hat"a göre ayarlanmış demiryolu amortisör sistemini sunmaktadır. Metal rayların her iki tarafındaki lastik kauçuk gürültünün azalmasını sağlamaktadır. SilentTrack (Sessiz Hat), Hollanda, Almanya ve İngiltere de dahil olmak üzere tüm dünyada kullanılmaktadır.

Hat boyu bariyerleri gürültü seviyelerini düşürmek için de kullanılabilir ancak ray amortisörleri, bariyerleri ve paravanları gereksiz hale getirebilmektedir. VONA projesi ayrıca, gürültü seviyelerini 3-4 dB azaltan optimize ray pedlerini geliştirmiştir. Silent Track (Sessiz Hat) projesinde de gürültü seviyelerini 2 dB azaltan ray pedleri geliştirilmiştir. Saargummi ve CDM, gürültüyü ve titreşimi azaltmak için tasarlanmış esnek ray pedleri sunmaktadır. CDM ve Getzner Werkstoffe, plakalı hat ve gömülü hat sistemleri için travers altı pedleri, balast matları ve çeşitli çözümler sunmaktadır.

Pandrol'e ait VANGUARD, gürültüyü hafifletmek için esnek dolgulama kullanmaktadır, ancak aynı zamanda demiryolunun salınmasını önlemek için ağıdaki rayı desteklemektedir. Bu sistem, örneğin London Underground (Victoria Hattı) ve Channel Tunnel Rail Link'de kullanılmaktadır. VANGUARD sistemi Hong Kong'un MTRCL test hattında düz plakalı hat üzerinde test edildiğinde, ortalama gürültü seviyelerini 20Hz-500Hz aralığında 7.3 dB ve 40Hz-80Hz aralığında 13 dB düşürmüştür. Bu testler, VANGUARD'ın İzole Plakalı Hat (IST) üzerinde kullanılmasıyla gürültüyü daha fazla azaltmanın mümkün olduğunu göstermiştir; IST'nin kauçuk balast matı vardır ve yüzen plakalı hattan daha kolay kurulabilmektedir, ancak bu kadar etkili değildir.

Silent Track (Sessiz Hat) projesi, yeni bir sabitleme sistemi ve yeni bir ikiz bloklu demiryolu traversi tasarımı ile birlikte daha dar uyumlu yeni bir ray kesiti geliştirmiştir ve bu şekilde gürültü seviyelerini 3 dB azaltmıştır. Hollanda'nın Sessiz Raylı Taşımacılık Trafığı projesi (STV), plakalı hat için yeni ve daha küçük bir ray kesiti olan SA42'yi geliştirmiştir. Ray, gömülü sert bir malzeme tarafından sürekli desteklenmekte ve bu bir yumuşatma mekanizması görevi görmektedir. 5 dB'lik bir gürültü azalımı sağlayan Edilon Corkelast gömülü demiryolu sistemi, Pisa'da Arno nehri üzerindeki raylı çelik köprüde uygulanmıştır.

**Özet:**

- Gürültü ve yer kaynaklı titreşim kentsel alanlarda büyük bir endişe kaynağıdır, ve köprüler ve yer altı demiryolları özel önlemler gerektirmektedir. Esnek ray pedleri genel bir çözümdür; ancak daha fazla yumuşatma gereken yerlerde kayan veya izole edilmiş plakalı hat, veya balastlı hat için travers altı pedler ve balast matları bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. VANGUARD gibi daha gelişmiş esnek ray destek sistemi, ray pedlerine alternatif bir seçenektir.

- Esnek ray destek çözümleri, birbirleriyle ve esnek tekerlek teknolojileri ile etkileşime girmektedir, ve gürültüyü ve titreşimi gerekli frekans aralığında en aza indirmek için tüm sistemin ele alınması ve modellenmesi gerekmektedir.
- Gürültü engelleri, devamlı ve yüksek bir bakım masrafına ve görsel açıdan yüksek bir etkiye sahiptir, ve hat erişimi için sorunlar yaratmaktadır. Ray amortisörleri, demiryolunun yerel ihtiyaçlarına göre ayarlanabilmekte ve parkurun ömrü boyunca yerinde kalabilmektedir. Bunlar gürültü engellerine karşı etkili bir alternatif olabilecektir.

#### Örnek 4: Çınlama Gürültüsü ve Sürtünme Azaltıcıları

Çınlama gürültüsü, araçlar kıvrılırken bazen yayılan fazla eğim gürültüsüdür (2-4 kHz). Bu, ray ve tekerlekte yüksek frekanslı rezonansları tetikleyen tekerlek ve ray arasındaki temasın yanal tutma bırakma davranışından kaynaklanmaktadır. Birçok tekerlek ve ray amortisörü çözümleri çınlama gürültüsünü hedeflemektedir. Sürtünme azaltıcıları, çınlama gürültüsünü ve ondülasyon oluşumunu önlemek amacıyla tekerlek ve ray etkileşimini değiştirmek için kullanılmaktadır.

Sürtünme azaltıcıları, yağlayıcılar, örneğin gres yağları olabilmektedir. Bununla birlikte, çekiş gücü (tren hızlanması ve frenlemesi) için yüksek düzeyde sürtünme gereken demiryolu hattının indirme noktası üstünde gres yağı istenmez. Tekerlek kaydığında sürtünmenin artması için ray üstü sürtünme azaltıcılarının 'pozitif sürtünme' özelliklerine sahip olmaları gerekmektedir. AB Projesi Q-City (2005-2009) çınlama gürültüsünü bastırmak için araç ve ray yağlayıcılarını test etmiştir. Araç üstü yağlama, Antwerp ağında test edilmiştir ve nispeten daha düşük bir maliyet ile çınlama sesini azaltmada etkili olduğu tespit edilmiştir. Yol kenarında yağlama sistemi STIB deposunda test edilmiştir ve çınlama gürültüsünü en az 16 dB azaltarak çok etkili olmuştur. Genel olarak, yol kenarı yağlayıcıları için yerinde elektrik enerjisine gerek duyulmakta olup kentsel çevrelerde bakım için hidroliğe erişim zor olabilmektedir.

Gerçeği söylemek gerekirse, bu teknikler sadece belediye demiryolları için (hafif raylı sistem, yer altı sistemleri) test edilmiştir.

#### Özet:

- Hat kenarı veya araç yanı yağlama sistemleri çınlama gürültüsünü önleyebilmekte olup tramvay sistemlerinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır.
- Bazı durumlarda çınlama sesi de dahil olmak üzere gürültü seviyelerini azaltmada ikincil bir etkiye sahip gösterge kadranı yağlama yöntemi, dar yarıçaplı kavislerde yüksek rayın aşınmasını kontrol etmek için kullanılan geleneksel yöntemdir. Bu alandaki ana teknolojik gelişmeler aplikatörlere odaklanmaktadır.
- Ray üstü sürtünme azaltıcıları, bu teknolojinin nispeten yeni bir uzantısıdır ve kavislerde alçak rayların ondülasyon oluşumu, çınlama gürültüsü ve manevra alanındaki fren çınlamasının önlenmesinde kullanılmaktadır.

#### Örnek 5: Yüksek Hızlı Trenler

Aerodinamik gürültü, yüksek hızda (200 km/s'nin üzerinde) yuvarlanma gürültüsüne benzer bir gürültü seviyesine ulaşarak önemli hale gelmektedir. Elektrikli trenler için, yüksek hızda pantograf gürültüsü de önemlidir. Pantograflar ve ön bojiler aerodinamik gürültünün iki ana kaynağıdır. Pantograflar kaplanabilir ve/veya dikkatle şekillendirilebilmektedir ve böylece her iki durumda 5-10 dB'lik bir gürültü azaltımı sağlanabilmektedir.

Araç-yol etkileşiminin neden olduğu titreşimler, zemin türüne bağlı bir hızda zemin içinden yayılmaktadır; yumuşak topraklarda yayılım daha yavaştır. Tren hızı zemin titreşim yayılma hızını aşarsa, uçak ses bariyerini aştığında oluşan bir sonik patlama benzeri, zemin kaynaklı bir titreşim 'patlaması' oluşmaktadır. Uygulamada bu durum zemin titreşiminin hızla üstüne çıktığı bir tren hız eşikliği var olduğu anlamına gelmektedir. Turba ve killi topraklar için bu kritik hız 150 km/s'ye kadar düşük olabilmektedir, ancak boji mesafesi ve aks aralığı da kritik hızı etkilemektedir.

Yüksek hızlı hatlarda yüksek hızlı trenler ile ilgili olarak, genellikle balastsız raylar kullanılmaktadır. Bu üst yapı sert bir zemin olduğundan, sert beton plaka, gürültünün düşük emilimi ve güçlü aktarıma bağlı olarak gürültü artabilmektedir. Normal çözüm, balastsız hatları amortisörlerle örtmektir.

**Özet:**

- Pantograflar genellikle gürültü engellerinden daha yüksektir ve yüksek hızlı trenler için bunlar büyük bir gürültü kaynağıdır. Gürültü engellerini daha da arttırmak veya tümüyle kapatmak yerine alternatif bir yaklaşım, aerodinamik tasarım ve yeni malzemeler üzerinde yoğunlaşmaktır.

**Örnek 6: Gürültünün Diğer Kaynakları**

Diğer gürültü kaynakları arasında lokomotif egzozu, çekiş motorları, soğutma fanları, köprüler ve tren kornaları yer almaktadır. Esnek taban plakaları köprü gürültüsünü azaltmada etkilidir. Pandrol VIPA sistemi, bir çalışmada gürültüyü 6 dB azaltmıştır. Schrey & Veit (S&V) ayrıca demiryolu çelik köprüleri için gürültü seviyesini yaklaşık 6 dB azaltan ayarlı bir emici sistem sunmaktadır. Ayrıca, son olarak yetersiz veya seyrek bakım, özellikle hareketli parça bileşenlerinden, (örneğin rulmanlar, araç süspansiyonu) gürültü gelmesine neden olabilmektedir.

**Örnek 7: Vahşi Yaşamın Korunması**

Vahşi yaşamın korunması (göç eden türler), yeni demiryolu veya mevcut demiryolunun daha yüksek hız limitine yükseltilmesine ilişkin hazırlıkların başlangıcından itibaren dikkate alınması gerekmektedir. Trenlerin fauna ile çarpışmasını önlemek amacıyla, tasarım çalışmaları başlamadan önce her türlü fauna için göç yolları araştırılmaktadır. Yeryüzünde göç eden hayvanların ölüm oranını en aza indirmek için, demiryolunda uygun olan yerlerde güvenli geçiş noktaları oluşturulmaktadır. Demiryolu yapımının özelliklerinden dolayı demiryolu inşaatının bir sonucu olarak, genellikle doğal yollar ile oluşan göç rotaları mevcut bulunmaktadır. Demiryolu alçak uçan kuşların göç yolundan geçiyor ise özel önlemler alınması gerekmektedir.