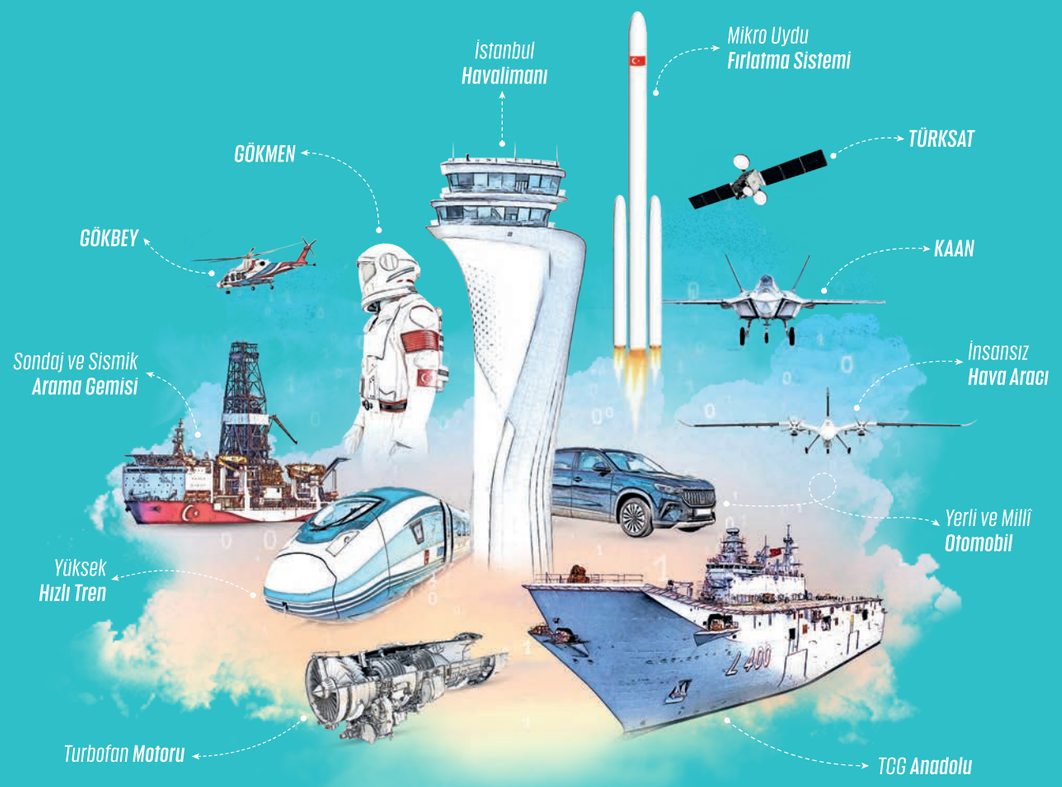
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN: 978-975-11-8838-0

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

RAYLI SİSTEMLER TEKNOLOJİSİ ALANI DEMİRYOLU ÜSTYAPI ATÖLYESİ 11 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

RAYLI SİSTEMLER TEKNOLOJİSİ ALANI

DEMİRYOLU ÜSTYAPI ATÖLYESİ



11

Ders Materyali

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

RAYLI SİSTEMLER TEKNOLOJİSİ ALANI

DEMİRYOLU ÜSTYAPI ATÖLYESİ 11

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Bengü ERSÖZ

Fikret Nurettin KAPUDERE

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 9876
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLARI DİZİSİ ..... : 3328

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı
Tekin YILMAZ

Program Geliştirme Uzmanı
Dr. Eda ÖZ

Rehberlik Uzmanı
Hüseyin ÇALIKUŞU

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Günay DURUCAN

Grafik Tasarım Uzmanı
Meral GÜZEL TÜRK

ISBN: 978-975-11-8838-0

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile
Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

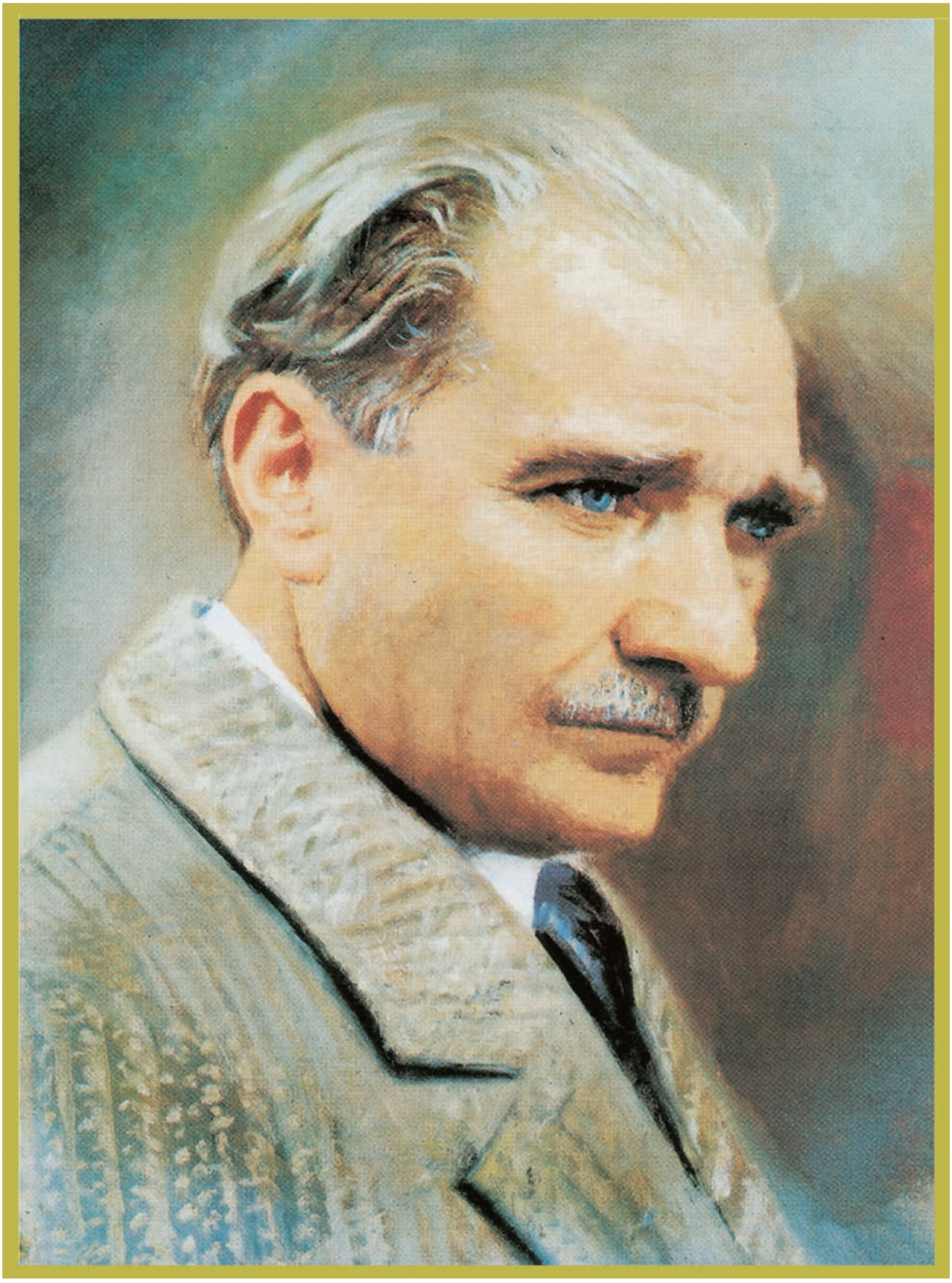
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİ TANITIMI 14

1. ATÖLYE VE İŞ GÜVENLİĞİ 18

1.1. ATÖLYEDE ÇALIŞMA GÜVENLİĞİNİ OLUŞTURMA 18
1.1.1. Atölyede Uyulması Gereken Kurallar 18
1.1.2. Atölyede Kullanılan Sağlık ve Güvenlik İşaretleri 19
1.1.3. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) 25
1.2. DEMİRYOLU ÜSTYAPI ATÖLYESİNDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇ 27
1.2.1. İşin Niteliğine Uygun El Aleti Seçimi 28
1.2.2. El Aletlerinin ve Elektrikli Makinelerin Kullanımı 28
1.2.3. El Aletlerinin ve Makinelerin Bakımı 28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 30

2. RAYLAR VE RAYLARIN BAĞLANTILARI 32

2.1. RAYLARIN TEŞKİLİ 33
2.1.1. Ray Çeşitleri 34
2.1.2. Rayların Bölümleri 35
2.1.3. Rayın Kimyasal Bileşimleri ve Ray Sertleştirmeleri 35
2.1.4. Ray Üzerindeki İşaretlerin Anlamları 35
2.1.5. Birleşik Raylar ve Kullanıldığı Yerler 36
2.1.6. Contalar 38
2.1.7. Kurplarda Kısa Ray Hesabı 39
2.2. RAY BAĞLANTILARI 42
2.2.1. Rayların Birbiriyle Bağlantısı 42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 44

3. BALAST VE TRAVERS 46

3.1. BALASTIN TEŞKİLİ 46
3.1.1. Balast Profilinin Tasarım Ölçütleri 47
3.1.2. Balast Sondajının Yapılması ve Hesabı 47
3.1.3. Balast Figüresi Hesabı 49
3.2. TRAVERSLER 53
3.2.1. Travers Çeşitleri 53
3.2.2. Raylara Traversle Eğim Verilmesi 58
3.2.3. Rayların Traverslerle Bağlantısı 59
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 66

4. MAKASLAR 68

4.1. MAKASIN NAZARİ MERKEZİ 69
4.2. MAKASLARIN APLİKASYONU 73
4.2.1. “S” Makas Aplikasyonu ve Kupon Ray Hesabı 73

4.2.2. Makas Hüzmesinin Aplikasyonu ve Kupon Ray Hesabı....75
4.2.3. Limit Taşı ve Faydalı Uzunluk....77
4.2.4. Makas Yönlerinin Bulunması....80
4.2.5. Makaslardaki Ölçü ve Toleranslar....80
4.2.6. Makas Sicil Fişi....82
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME....86

5. KURPLAR 88

5.1. MERKEZKAÇ KUVVETİ HESAPLARI....91
5.1.1. Merkezcil Kuvvet....92
5.1.2. Devirme Momenti....92
5.1.3. Denge (Muvazene) Momenti....93
5.1.4. Emniyet Sayısı....93
5.1.5. Yanal İvme....93
5.2. PARABOLDE YARIÇAP HESABI....94
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME....96

6. DEVER 98

6.1. KURPLARDA DEVER HESABI....98
6.1.1. Dever Çeşitleri....98
6.1.2. Dever Rampası Hesapları....100
6.1.3. Parabolde Dever Taksimatı....102
6.1.4. Makas, Hemzemin Geçit, İstasyon Yolları ve Kesişen Hatlarda Dever Uygulamaları....103
6.2. KURPLARDA DEVER KONTROLÜ....104
6.2.1. Deverin Az veya Fazla Olmasının Sakıncaları....104
6.2.2. Tenzilli Dever....105
6.2.3. Dever Akortları....105
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME....114

7. FLEŞ VE EKARTMAN 116

7.1. KURPLARDA FLEŞ HESABI....116
7.1.1. Kurp Yarıçapının Fleş Formülü Kullanılarak Hesaplanması....118
7.1.2. Parabolde Fleş Hesabı ve Dağılımı....118
7.1.3. Kurplardaki Fleş Hatalarının Düzeltilmesi....119
7.1.4. Makaslarda Fleş Ölçümü....120
7.1.5. Aplikasyon Kazıkları....121
7.2. HAT AÇIKLIĞI KONTROLÜ....124
7.2.1. Sürekartman....125
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME....128

8. DEMİRYOLUNDA HIZ 130

8.1. DEMİRYOLUNA ETKİ EDEN KUVVETLER....130
8.1.1. Dingil Basıncı....132

8.2. DEMİRYOLUNDA HIZ HESAPLARI....136
8.2.1. Minimum Hız....136
8.2.2. Normal Hız....136
8.2.3. Azami Hız....137
8.2.4. Kritik Hız....137
8.2.5. Seyir Kısıtlamaları (Tekayyüdatlar)....139
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME....142

9. EL İLE YOL TAMİRATI 144

9.1. DEMİRYOLUNUN BAKIM VE TAMİRATI....144
9.1.1. Ot Temizliği....145
9.1.2. Balast Elemesi....146
9.1.3. Küçük Malzemelerin Bakımı....147
9.1.4. Yolun Mihverine Getirilmesi (Dresaj)....147
9.2. YOLDAKİ NİVELMAN ARIZALARI....150
9.2.1. Yoldaki Düşüklüğü Oluşturan Nedenler....151
9.2.2. Yoldaki Düşüklük Çeşitleri....151
9.2.3. Yolun Kotuna Getirilmesi (Rölevaj)....151
9.2.4. Travers Altlarının Sıkıştırılması (Buraj)....153
9.2.5. Yoldaki Burulma Arızaları ve Burulma Toleransları....154
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME....156

10. MAKİNE İLE YOL TAMİRATI 158

10.1. MAKİNELERİ HAZIRLAMA....158
10.1.1. Yol Arızaları Tespit Makineleri....158
10.1.2. İş Otoları....160
10.1.3. Yol Yenileme Makinesi....160
10.1.4. Balast Eleme Makinesi....161
10.1.5. Buraj Makineleri....161
10.1.6. Balast Regülatörü....163
10.1.7. Balast Tokmaklama Makinesi ve Dinamik Hat Stabilizatörü....164
10.1.8. Panel ve Makas Serme Makinesi....164
10.1.9. Ray Kaynak Makinesi....164
10.1.10. Ray Taşlama Makinesi....165
10.2. YOLDA MAKİNELİ TAMİRAT ÇALIŞMALARI....166
10.2.1. Makineli Tamiratın Faydaları....166
10.2.2. Makineli Tamirat Öncesinde Makinelerde Yapılacak İşler....166
10.2.3. Makineli Tamirat Öncesinde Yolda Yapılacak İşler....167
10.2.4. Buraj Makinesi ile Makineli Yol Tamiratı Yapım Esasları....167
10.2.5. Çalışma Esnasında Buraj Makinelerine ve Yola Yazdırılacak Kurp Bilgileri....168
10.2.6. Çalışma Esnasında Makineye Verilecek Kurp Bilgileri Hata Toleransları....168
10.3. BURAJ MAKİNELERİ İÇİN FLEŞ VE DEVER HESAPLAMALARI İLE TAKSİMATI....170
10.3.1. Buraj Makineleri İçin Kurplarda Fleş Hesabı ve Taksimatı....170
10.3.2. ÜVA'sız Buraj Makineleri (08-16 G, 08-275 SP) İçin Dever Taksimatı....172
10.4. "S" VE SEPET KURPLARDAKİ GEÇİŞLERDE FLEŞ TAKSİMATI....175

10.4.1. RVA'lı (08-16) Makineler İçin Sepet (Bindirme) Az Fleşli Kurptan Çok Fleşli Kurba Geçişte Fleş Taksimatı 175
10.4.2. RVA'lı (08-16) Makineler İçin Sepet (Bindirme) Çok Fleşli Kurptan Az Fleşli Kurba Geçişte Fleş Taksimatı 175
10.4.3. RVA-GVA'sı Olmayan (08-16 G ve Makas Buraj) Makineler İçin Sepet (Bindirme) Az Fleşli Kurptan Çok Fleşli Kurba Geçişte Fleş Taksimatı 176
10.4.4. RVA-GVA'sı Olmayan (08-16 G ve Makas Buraj) Makineler İçin Sepet (Bindirme) Çok Fleşli Kurptan Az Fleşli Kurba Geçişte Fleş Taksimatı 176
10.4.5. RVA'lı (08-16) Makineler İçin PO'ları Müşterek veya PO'lar Arasında Makine Boyundan Az Mesafe Olan "S" Kurplarda Fleş Taksimatı 177
10.4.6. RVA'sı Olmayan (08-16 G ve Makas Buraj) Makineler İçin PO'ları Müşterek veya PO'lar Arasında Makine Boyundan Az Mesafe Olan "S" Kurplarda Fleş Taksimatı 177
10.4.7. Parabolsüz Kurplarda Fleş Taksimatı 178
10.5. MAKİNELİ TAMİRAT İÇİN NİVELMAN 181
10.5.1. Nivelman Esnasında Dikkat Edilecek Konular 182
10.5.2. Düşey (Şaküli) Kurplarda Nivelman Yapılması 183
10.6. MAKİNELİ TAMİRAT ÖNCESİNDE, SIRASINDA VE SONRASINDA GEREKEN İŞLEMLER 187
10.6.1. Makineli Tamirat Yapılırken Çalışma Öncesinde ve Sırasında Yapılacak İşler 187
10.6.2. Makineli Tamirat Sonrasında Yapılacak İşler 187
10.6.3. Makineli Tamirat Ekip Şefinin Yanında Bulunması Gereken Malzeme ve Evrak 188
10.6.4. Makine Arızalarının ve Günlük Çalışma Bilgilerinin Yazışmaları 188
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 190

11. RAY ARIZALARININ BAKIM VE TAMİRİ 192

11.1. RAY AŞINMALARI 192
11.1.1. Ray Aşınma Hesapları 193
11.1.2. Zimmermann Metoduna Göre Hız ve Mukavemet Momenti Tayini 194
11.2. RAY AŞINMASININ NEDENLERİ 198
11.2.1. Rayların Aşınmasına Karşı Alınacak Önlemler 198
11.3. ARIZALI RAYLARDA ALINACAK ÖNLEMLER 201
11.3.1. Ray Kırılmaları 201
11.3.2. Ray Kırılmasının Nedenleri 201
11.3.3. Ray Kırılmalarında Alınacak Önlemler 201
11.3.4. Raylarda Apleti ve Apletilik Miktarları 202
11.3.5. Raylarda Ondülasyon ve Hepçek Arızaları 202
11.3.6. Ray Oksitlenmeleri 202
11.3.7. Ray Değiştirilmesinde Uygulanacak Kurallar 202
11.3.8. Rayların Yüklenmesi, Taşınması ve İndirilmesi 203
11.3.9. Rayların Yedek Olarak Bekletileceği Yerlere İstiflenmesinde Dikkat Edilecek Konular 204
11.4. RAYLARDA YÜRÜME (ŞÖMİNMAN) 206
11.4.1. Ray Yürümesinin Nedenleri 206
11.4.2. Raylarda Yürümenin Meydana Geldiği Yerler ve Antişöminman Takozlarının Kullanılması 206
11.4.3. Genleşme Aralığı ve Genleşme Aralığının Düzenlenmesi 207
11.4.4. Genleşme Aralığı Hesaplamaları 208
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 210

12. TRAVERS VE MAKASLARIN BAKIM VE TAMİRİ 212

12.1. ARIZALI MALZEMELERİN BAKIM VE TAMİRİ 212
12.1.1. Travers Değiştirme İşlemleri 212
12.1.2. Traverslerin Dübelleri Değiştirilirken Dikkat Edilmesi Gereken Konular 213
12.1.3. Ahşap Traverslerde Sabote Yapılması 214
12.1.4. Travers Ekerlerinin Tanziminde Dikkat Edilecek Konular 215
12.1.5. Travers Değiştirilirken Dikkat Edilmesi Gereken Konular 215
12.1.6. Köprü Traverslerinin Değişimi 215
12.1.7. Yedek Traverslerin İstiflenmesinde Dikkat Edilmesi Gereken Konular 216
12.1.8. Küçük Malzemelerin İstiflenmesi 216

12.2. MAKASLARIN DEĞİŞİMİ VE TAMİRİ 218
12.2.1. Değiştirilecek Makasta Yapılması Gereken Hazırlıklar 218
12.2.2. Makasların Montajı 218
12.2.3. Makasların Bakım ve Tamirinde Dikkat Edilecek Konular 219
12.2.4. Kilitleme Arızası Olan Makasların Tamirinde Dikkat Edilmesi Gereken Konular 220
12.2.5. Makaslarda Kullanılacak Traverslerin Ebatları ve Adetleri 221

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 224

13. YOL TAMİRİNDE KULLANILAN YARDIMCI İŞ MAKİNELERİ 226

13.1. EL İLE ÇALIŞAN YARDIMCI İŞ MAKİNELERİ 226
13.1.1. Jeneratörün Kullanılacak Makineye Bağlantısını Yapma 226
13.1.2. El Taşlama Makineleri 227
13.1.3. Tirfonöz-Blonöz Makineleri 228
13.1.4. El Buraj Makinesi 228
13.1.5. Travers Değiştirme Makinesi 229
13.1.6. Krikolar 229

13.2. RAY ARIZALARINDA KULLANILAN YARDIMCI İŞ MAKİNELERİ 231
13.2.1. Ray Profili Taşlama Makinesi 231
13.2.2. Ray Kesme Makinesi 231
13.2.3. Ray Delme Makinesi 232
13.2.4. Ray Kaydırma - Taşıma Apareyleri 232
13.2.5. Ray Presleri 232

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 234

CEVAP ANAHTARI 235

KAYNAKÇA 237

DERS MATERYALİ TANITIMI

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme birimine uygun görseli içerir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminde neler öğrenileceğini gösterir.

Öğrenme biriminin konu başlıklarını gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan anahtar kavramları gösterir.

Öğrenme biriminin karekodunu gösterir.



Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

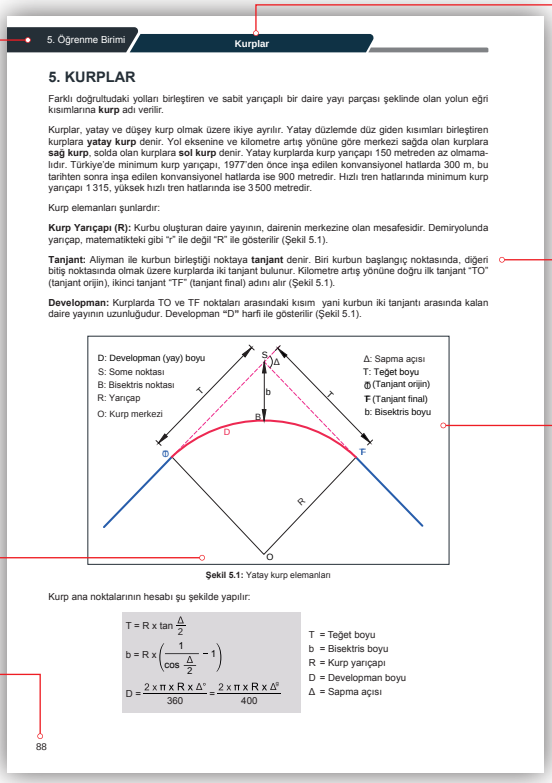
Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminin konu anlatımını içerir.

Öğrenme biriminin konu anlatımını destekleyen şekli içerir.

Şekil numarasını ve açıklamasını gösterir.

Sayfa numarasını gösterir.


5. Öğrenme Birimi Kurplar

5. KURPLAR

Farklı doğrultudaki yolları birleştiren ve sabit yarıçaplı bir daire yayı parçası şeklinde olan yolun eğri kısımlarına **kurp** adı verilir.

Kurplar, yatay ve düşey kurp olmak üzere ikiye ayrılır. Yatay düzlemde düz giden kısımları birleştiren kurplara **yatay kurp** denir. Yol eksenine ve kilometre artış yönüne göre merkezi sağda olan kurplara **sağ kurp**, solda olan kurplara **sol kurp** denir. Yatay kurplarda kurp yarıçapı 150 metreden az olmamalıdır. Türkiye'de minimum kurp yarıçapı, 1977'den önce inşa edilen konvansiyonel hatlarda 300 m, bu tarihten sonra inşa edilen konvansiyonel hatlarda ise 900 metredir. Hızlı tren hatlarında minimum kurp yarıçapı 1 315, yüksek hızlı tren hatlarında ise 3 500 metredir.

Kurp elemanları şunlardır:

Kurp Yarıçapı (R): Kurbu oluşturan daire yayının, dairenin merkezine olan mesafesidir. Demiryolunda yarıçap, matematikteki gibi "r" ile değil "R" ile gösterilir (Şekil 5.1).

Tanjant: Aliyman ile kurbun birleştiği noktaya **tanjant** denir. Biri kurbun başlangıç noktasında, diğeri bitiş noktasında olmak üzere kurplarda iki tanjant bulunur. Kilometre artış yönüne doğru ilk tanjant "TO" (tanjant orijin), ikinci tanjant "TF" (tanjant final) adını alır (Şekil 5.1).

Developman: Kurplarda TO ve TF noktaları arasındaki kısım yani kurbun iki tanjantı arasında kalan daire yayının uzunluğudur. Developman "D" harfi ile gösterilir (Şekil 5.1).

Şekil 5.1: Yatay kurp elemanları

Kurp ana noktalarının hesabı şu şekilde yapılır:

$$T = R \times \tan\frac{\Delta}{2}$$

$$b = R \times \left(\frac{1}{\cos\frac{\Delta}{2}} - 1\right)$$

$$D = \frac{2 \times \pi \times R \times \Delta^{\circ}}{360} = \frac{2 \times \pi \times R \times \Delta^{g}}{400}$$

T = Teğet boyu
b = Bisektris boyu
R = Kurp yarıçapı
D = Developman boyu
Δ = Sapma açısı

88

Örnek: Yarıçapı 400 m olan ve 70 km/h azami hız uygulanan kurp için minimum deveri hesaplayınız.

Çözüm:

$$dmin = \frac{11,8 \times V^2}{R} - 100 = \frac{11,8 \times 70^2}{400} - 100 = 44,55 = 45 \text{ mm}$$

Çözümlü soru örneklerini içerir.

Maksimum Dever

Araçların kurplarda yavaşlaması veya durması gerektiğinde, merkezcil kuvvetin etkisiyle araçların devrilmesini önlemek için verilecek dever miktarının hiçbir zaman maksimum dever miktarını aşmaması gerekir. Maksimum dever, demiryolu işletmelerine göre farklılık gösterebilir. Bu değer TCDD hatlarında 130 mm olarak kabul edilmiştir.

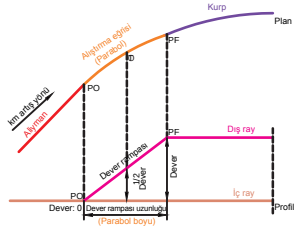
Sıra sizde çalışmalarını gösterir.

SIRA SİZDE

R = 500 m ve V = 80 km/h olan bir kurp için teorik, normal ve minimum dever hesaplarını yapınız.

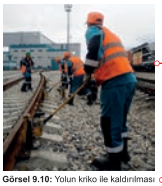
6.1.2. Dever Rampası Hesapları

Aliymandan kurba girerken deverin belirli bir eğimle azar azar artırılarak verilmesi gerekir. Örneğin 120 mm dever verilecek bir kurpta, aliyman ile kurbun birleştiği tanjant noktasında, dış ray aniden 120 mm yükseltilemez. Deverin "0" olduğu noktadan 120 mm olduğu noktaya kadar belirli bir eğimle yumuşak bir geçiş yapılması gerekir. Bunun için oluşturulan ve alıştırma eğrisi boyunca kademeli olarak arttırılan rampaya **dever rampası** denir (Şekil 6.3). Dever rampasının başlangıcı ve sonu genellikle PO ve PF ile çakışıktır. PO noktasında dever yoktur. TO noktasında yarım dever değeri uygulanır. PF noktaları arasında kurp tam deverle devam eder.



Şekil 6.3: Dever rampası

- Aplikasyon kazığı yok ise önce kaldırılacak dizideki yüksek noktalar tespit edilir. Bu noktaların arası yol seviyesine getirilir. Diğer dizi, lata veya tesviyeruhu (su terazisi) ile düzeltilen diziye ayarlanır.
- Doğru yolda her iki dizi aynı seviyededir. Kurpta dış ray dizisi dever kadar yüksektir. Trenlerin sefer durumları dikkate alınarak yol kademeli olarak kaldırılır.
- Bir defada azami kaldırma miktarı 50 mm'yi aşmamalıdır. Kaldırma miktarı 50 mm'yi geçiyorsa yol iki veya üç defada kaldırılır.
- İki kaldırma arasında trenlerin geçerek yolun oturmasına zaman tanınmalıdır. Yol oturduğu zaman yeniden bir kademe daha kaldırılmalıdır.
- Yolda yeterli balast yoksa önceden balast hazırlanmalıdır.
- Yol, krikolar yardımıyla kaldırılır. Ray seviyeleri daima kontrol edilmeli, tesviyeruhu daima elde olmalıdır. Yolun kaldırılan yerlerinde birkaç defa buraja devam edilir. Bu şekilde traverslerin yatakları oluşturulur (Görsel 9.10).
- Yol kaldırılma işlemi, yolun eğiminin bozulmaması için rampa yukarı gidilerek yapılmalıdır. Yol ile sık sık oynanmamalı, mümkün olduğunca yol oturmaya bırakılmalıdır.



Görsel 9.10: Yolun kriko ile kaldırılması

Öğrenme biriminin konu anlatımını destekleyen görseli içerir.

Görsel numarasını ve açıklamasını gösterir.

9.2.5. Travers Altlarının Sıkıştırılması (Buraj)

Kaldırılan yoldaki traverslerin altı balastla doldurulup sıkıştırılarak yol sabit hâle getirilir. Travers altlarının 5 cm derinlikte balastla doldurulup sıkıştırılmasına **buraj** denir. Rölöveji işleminden sonra yolun buraji yapılır. Buraj işlemi, ray dizisi eksen olmak üzere, traversin 80 ila 100 cm'lik kısmında yapılır.

Konuya ilişkin kısa bilgiler içeren bilgi notunu gösterir.

BİLGİ NOTU

Yolun kaldırılması, dresajın düzeltilmesi ve balastın traversin altına sıkıştırılması işleri genel olarak **"terfi-tanzim-buraj"** olarak adlandırılır. Terfi, yolun kaldırılması; tanzim, dresajı düzeltme; buraj, sıkıştırma demektir.

Buraj yapılırken şu konulara dikkat edilmelidir:

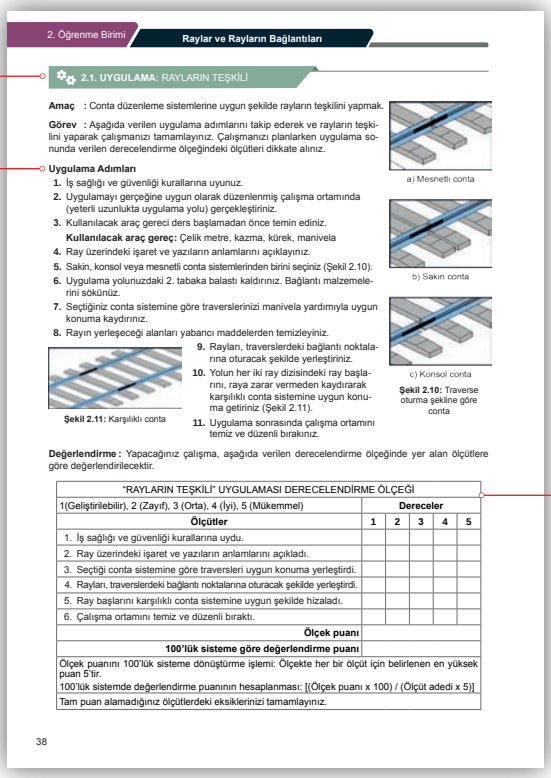
- Traversin yanları, rayın iki tarafından 40-50 cm boyunda açılır. Derinlik, traversin alt seviyesinden en fazla 5 cm'dir.
- Traversin altındaki balastlar, kazmanın sivri ucuyla gevşetilir. Kazmanın tokmaklı tarafı ile belirtilen kesim doldurup sıkıca çakılır (Görsel 9.11).
- Bir sonraki aşamada, rayın içine ve dışına rastlayan kesimler dengeli şekilde çakılır Traversin ortasındaki 45-50 cm'lik kesim balastla doldurulup biraz sıkıştırılır.
- Yol kaldırılırken bütün traversler kontrol edilmeli, boş travers bırakılmamalıdır.
- Traversler aynı sıkılıkta çakılmalıdır.
- Traversler çapraz yani ekerli olmamalıdır.
- Beton traversli yollarda mecbur kalınmadıkça el ile buraj yapılmaz. Ancak zorunlu hallerde yapılan burajda, buraj kazması travers köşelerine temas etmemeli ve buraj derinliği traversin altından itibaren en az 100 mm olmalıdır.



Görsel 9.11: Travers altlarının sıkıştırılması (Buraj)

Öğrenme biriminin uygulama bölümlerini gösterir.

Uygulama yaparken dikkat edilmesi gereken işlem basamaklarını gösterir.



2. Öğrenme Birimi — Raylar ve Rayların Bağlantıları

2.1. UYGULAMA: RAYLARIN TEŞKİLİ

Amaç : Conta düzenleme sistemlerine uygun şekilde rayların teşkilini yapmak.

Görev : Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve rayların teşkilini yaparak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında (yeterli uzunlukta uygulama yolu) gerçekleştiriniz.
3. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
   Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, kazma, kürek, manivela
4. Ray üzerindeki işaret ve yazıların anlamlarını açıklayınız.
5. Sakın, konsol veya mesnetli conta sistemlerinden birini seçiniz (Şekil 2.10).
6. Uygulama yolunuzdaki 2. tabaka balastı kaldırınız. Bağlantı malzemelerini sökünüz.
7. Seçtiğiniz conta sistemine göre traverslerinizi manivela yardımıyla uygun konuma kaydırınız.
8. Rayın yerleşeceği alanları yabancı maddelerden temizleyiniz.
9. Rayları, traverslerdeki bağlantı noktalarına oturacak şekilde yerleştiriniz.
10. Yolun her iki ray dizisindeki ray başlarını, raya zarar vermeden kaydırarak karşılıklı conta sistemine uygun konuma getiriniz (Şekil 2.11).
11. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

a) Mesnetli conta

b) Sakın conta

c) Konsol conta

Şekil 2.10: Traverse oturma şekline göre conta

Şekil 2.11: Karşılıklı conta

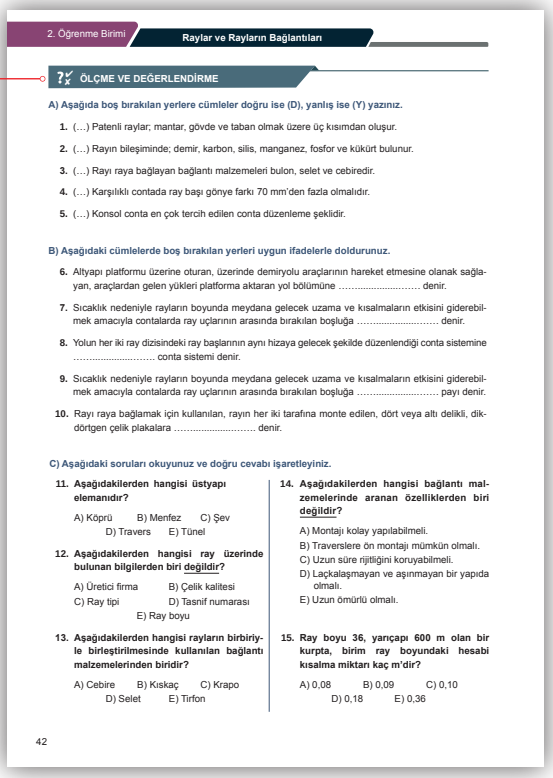
Değerlendirme : Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"RAYLARIN TEŞKİLİ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1(Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	Dereceler				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Ray üzerindeki işaret ve yazıların anlamlarını açıkladı.					
3. Seçtiği conta sistemine göre traversleri uygun konuma yerleştirdi.					
4. Rayları, traverslerdeki bağlantı noktalarına oturacak şekilde yerleştirdi.					
5. Ray başlarını karşılıklı conta sistemine uygun şekilde hizaladı.					
6. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)]					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

38

Değerlendirme ölçütlerini ve puanlamayı gösterir.

Öğrenme biriminin farklı soru türlerini içeren ölçme ve değerlendirme bölümünü gösterir.



2. Öğrenme Birimi — Raylar ve Rayların Bağlantıları

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (…) Patenli raylar; mantar, gövde ve taban olmak üzere üç kısımdan oluşur.
2. (…) Rayın bileşiminde; demir, karbon, silis, manganez, fosfor ve kükürt bulunur.
3. (…) Rayı raya bağlayan bağlantı malzemeleri bulon, selet ve cebiredir.
4. (…) Karşılıklı contada ray başı gönye farkı 70 mm'den fazla olmalıdır.
5. (…) Konsol conta en çok tercih edilen conta düzenleme şeklidir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Altyapı platformu üzerine oturan, üzerinde demiryolu araçlarının hareket etmesine olanak sağlayan, araçlardan gelen yükleri platforma aktaran yol bölümüne …….. denir.
7. Sıcaklık nedeniyle rayların boyunda meydana gelecek uzama ve kısalmaların etkisini giderebilmek amacıyla contalarda ray uçlarının arasında bırakılan boşluğa …….. denir.
8. Yolun her iki ray dizisindeki ray başlarının aynı hizaya gelecek şekilde düzenlendiği conta sistemine …….. conta sistemi denir.
9. Sıcaklık nedeniyle rayların boyunda meydana gelecek uzama ve kısalmaların etkisini giderebilmek amacıyla contalarda ray uçlarının arasında bırakılan boşluğa …….. payı denir.
10. Rayı raya bağlamak için kullanılan, rayın her iki tarafına monte edilen, dört veya altı delikli, dikdörtgen çelik plakalara …….. denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

11. Aşağıdakilerden hangisi üstyapı elemanıdır?

A) Köprü B) Menfez C) Şev D) Travers E) Tünel

12. Aşağıdakilerden hangisi ray üzerinde bulunan bilgilerden biri değildir?

A) Üretici firma B) Çelik kalitesi C) Ray tipi D) Tasnif numarası E) Ray boyu

13. Aşağıdakilerden hangisi rayların birbiriyle birleştirilmesinde kullanılan bağlantı malzemelerinden biridir?

A) Cebire B) Kıskaç C) Krapo D) Selet E) Tirfon

14. Aşağıdakilerden hangisi bağlantı malzemelerinde aranan özelliklerden biri değildir?

A) Montajı kolay yapılabilmeli.
B) Traverslere ön montajı mümkün olmalı.
C) Uzun süre rijitliğini koruyabilmeli.
D) Laçkalaşmayan ve aşınmayan bir yapıda olmalı.
E) Uzun ömürlü olmalı.

15. Ray boyu 36, yarıçapı 600 m olan bir kurpta, birim ray boyundaki hesabi kısalma miktarı kaç m'dir?

A) 0,08 B) 0,09 C) 0,10 D) 0,18 E) 0,36

42



ATÖLYE VE İŞ GÜVENLİĞİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Atölyede sağlık ve güvenlikle ilgili bulunması gereken işaret levhaları
- Kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımı
- Atölyedeki el aletleri

KONULAR

1.1. ATÖLYEDE ÇALIŞMA GÜVENLİĞİNİ OLUŞTURMA

1.2. ATÖLYEDE BULUNAN ARAÇ GEREÇİ KULLANMA

ANAHTAR KAVRAMLAR

el aletleri, işaret levhaları, kişisel koruyucu donanım

1. ATÖLYE VE İŞ GÜVENLİĞİ

İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG); çalışanların sağlığını korumak, kazaları ve meslek hastalıklarını önlemek amacıyla alınan önlemler, uygulamalar ve düzenlemeleri kapsar.

BİLGİ NOTU

İş kazalarını azaltabilmek için iş sağlığı ve güvenliği hakkında mesleki eğitim almamış işçilerin, ağır ve tehlikeli işlerde çalıştırılmayacağı hükmüne yönelik iş mevzuatında son yıllarda önemli değişiklikler yapılmıştır. Bu bağlamda 01.01.2009 tarihinden itibaren iş güvenliği eğitimi hakkında mesleki eğitim almamış işçiler, ağır ve tehlikeli işlerde çalıştırılmayacaktır. Buna yönelik 5763 sayılı "İş Kanunu" ve bazı kanunlarda değişiklik yapılması yoluyla 26.05.2008 tarihli kanun yürürlüğe girmiştir. Mevzuata göre çalışanların ağır ve tehlikeli işlerde çalışabilmesi için mesleki eğitim ile iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alması gerekmektedir.

1.1. ATÖLYEDE ÇALIŞMA GÜVENLİĞİNİ OLUŞTURMA

Çalışanların iş kazasına uğramasını önlemek amacıyla çalışma ortamlarının kaza riskini en alt seviyeye indirecek şekilde düzenlenmesine **iş güvenliği** denir. **Kaza** ise olayların planlandığı akışta yürümemesi nedeniyle kişilerin yaralanması, sakat kalması veya ölmesine neden olan olaydır. Atölye çalışma ortamları, yapılan iş nedeniyle kaza oluşmasına uygun alanlardır. Kesici ve delici el aletleri veya dönen makinelerle çalışma kazaya neden olabilir. Her kaza bir ihmalin, kazaya yol açan etmenlerin önceden görülememesinin sonucudur. İş güvenliğinin amacı, riskleri önceden belirleyerek kazaları önlemektir. **Risk**, bir tehlikenin meydana gelme olasılığı ile sonuçlarının birleşimidir. Örneğin, merdivenden düşme bir tehlikedir; bu tehlikenin meydana gelme olasılığı ve düşme sonucu ortaya çıkacak yaralanma risktir.

İş sağlığı ve güvenliğinin üç temel amacı vardır:

- Çalışanları korumak.
- İşletmeyi korumak.
- Üretimi korumak.

Atölye ortamında kazalar şu nedenlerle meydana gelebilmektedir:

- Dalgınlık ve dikkatsizlik
- Disiplinsizlik
- Çalışma ortamını düzenli tutmamak.
- Yanlış davranış sergilemek.
- Kişisel koruyucu donanım kullanmamak.
- İşe uygun olmayan makine ve el aletleri kullanmak.
- Kurallara uymamak.
- Makine koruyucularını çıkarmak.
- Çalışılan makinenin kullanma talimatına uymamak.
- İşi yaparken kendine aşırı güvenmek.

1.1.1. Atölyede Uyulması Gereken Kurallar

Çalışanlara sağlıklı bir çalışma ortamı sunabilmek ve onları çalışma koşullarının olumsuz etkilerinden koruyabilmek için önceden bazı tedbirler alınmalı, iş yerleri ve atölyeler güvenli hâle getirilmelidir. Böylece, oluşabilecek maddi ve manevi zararları en aza indirebilmek ya da riskleri tamamen ortadan kaldırmak mümkün olacaktır.

Atölyede öğrencilerin uyması gereken belli başlı kurallar şunlardır:

- Çalışma öncesinde ve çalışma esnasında iş güvenliği ile ilgili kurallara uyulmalıdır.
- Atölye çalışma saatlerinin belirlendiği çizelgeye uygun hareket edilmelidir.

- Atölye çalışmalarına dinlenmiş ve zinde olarak gelinmeli, uykusuzluğun ertesi gün iş kazasına neden olabileceği unutulmamalıdır.
- Yapılacak uygulamalarla ilgili ön hazırlık yapılmalıdır.
- Atölye çalışmaları öncesinde iş tulumu giyilmeli ve işe uygun kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır.
- Güvenli bir çalışma ortamı için taşıma yollarına malzeme bırakılmamalı, geçit ve koridorlar her zaman açık bulundurulmalıdır.
- Kaldırılıp bağlanması güç olan ray, travers vb. elemanlar, gerekli yardım alınmadıkça ferdî olarak kaldırılmamalıdır.
- Çalışma masası, dolaplar ve oturulan alanlar daima temiz tutulmalıdır.
- El aletleri ve makinelere öğretmenden habersiz kesinlikle enerji verilmemelidir.
- Enerji altında kesinlikle çalışılmamalıdır.
- Çalışma sırasında somun, vida, çivi gibi gereçler kesinlikle ağza alınmamalıdır.
- Atölye çalışmaları sırasında herhangi bir tehlike, kaza ve yaralanma olduğunda öğretmene haber verilmelidir.
- Kullanımı bilinmeyen alet, araç gereç ve cihazlar kullanılmamalıdır.
- Bozulmuş makine ve takımlar öğretmene bildirilmelidir.
- Atölye teneffüslerine zamanında çıkılmalı ve zamanında atölyeye dönülmelidir.
- İş bitirildikten sonra uygulamalar atölye defterinde gösterilmeli, öğretmen tarafından kontrol edilmeli ve notla değerlendirilerek defter imzalanmalıdır.
- İş tamamladıktan sonra malzemeler öğretmene teslim edilmelidir.
- Uygulamaların sonunda çalışma alanı temizlenmelidir.
- Atölye, temizlik nöbeti görevi varsa sağlık ve güvenlik kurallarına uygun olarak temizlenmelidir.
- Teneffüslerde atölyeden sessizce ve koşmadan çıkılmalıdır.
- Çalışma sırasında, çalışılan alanın ve çevrenin kirlenmesine engel olunmalı, bu alanlar mümkün olduğu kadar temiz tutulmalıdır.

1.1.2. Atölyede Kullanılan Sağlık ve Güvenlik İşaretleri

İşaret levhaları, özel bir tehlike bulunan yerlerin ve tehlikeli cisimlerin hemen yakınına; genel tehlike bulunan yerlerin ise girişine konmalıdır. Engeller dikkate alınarak, görüş seviyesine uygun yükseklik ve konumda, iyi aydınlatılmış, erişimi kolay ve görünür bir şekilde yerleştirilmelidir. İşaret levhalarının renkleri ve anlamları Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1: İşaret Levhalarının Renkleri ve Anlamları

Renk	Anlamı veya Amacı	Talimat ve Bilgi
Kırmızı	Yasak işareti	Tehlikeli hareket veya davranış
	Tehlike alarmı	Dur, kapat, düzeneği acil durdur, tahliye et
	Yangınla mücadele ekipmanı	Ekipmanın yerinin gösterilmesi ve tanımlanması
Sarı	Uyarı işareti	Dikkatli ol, önlem al, kontrol et
Mavi (1)	Zorunluluk işareti	Özel bir davranış ya da eylem Kişisel koruyucu donanım kullan
Yeşil	Acil çıkış, ilk yardım işareti	Kapılar, çıkış yerleri ve yolları, ekipman, tesisler
	Tehlike yok	Normale dön
(1) Mavi **(2) Parlak turuncu**	Sadece dairevi bir şekil içinde kullanıldığında emniyet rengi olarak kabul edilir. Emniyet işaretleri dışında sarı yerine kullanılabilir. Özellikle zayıf doğal görüş şartlarında floresan özellikli bu renk çok dikkat çekicidir.	

a) Kullanılacak İşaret Levhaları

Yasaklayıcı işaretler ve bu işaretlerin temel nitelikleri

- Daire biçimindedir.
- Beyaz zemin üzerine siyah piktogram şeklinde, kırmızı çerçeveli ve diyagonal çizgilidir (Kırmızı kısımlar işaret alanının en az %35'ini kapsayacaktır.). (Şekil 1.1)



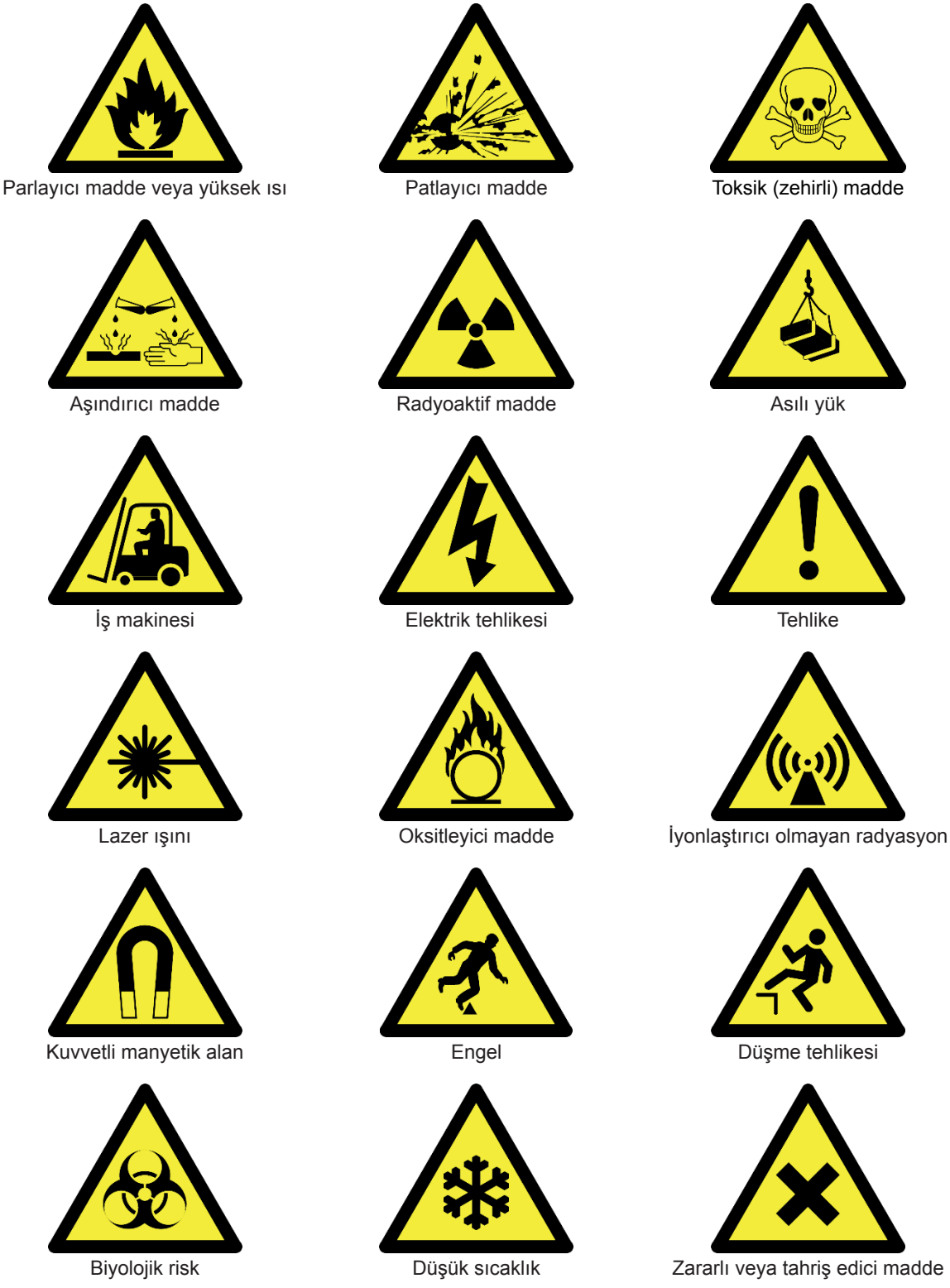
Şekil 1.1: Yasaklayıcı işaret levhaları

BİLGİ NOTU

Piktogram ya da piktograf; bir eşyayı, bir objeyi, bir yeri, bir işleyişi, bir kavramı resmetme yoluyla temsil eden semboldür. Bu sembollere dayalı yazı sistemine **piktografi** denir. Piktografi, temsilî ve grafiksel çizimler şeklinde kullanılan bir anlatım biçimidir.

Uyarı işaretleri ve bu işaretlerin temel nitelikleri

- Üçgen biçimindedir.
- Sarı zemin üzerine siyah piktogram şeklinde ve siyah çerçevelidir (Sarı kısımlar işaret alanının en az %50'sini kapsayacaktır.). (Şekil 1.2)



Şekil 1.2: Uyarıcı işaret levhaları

Emredici işaretler ve bu işaretlerin temel nitelikleri

- Daire biçimindedir.
- Mavi zemin üzerine beyaz piktogram şeklindedir (Mavi kısımlar işaret alanının en az %50'sini kapsayacaktır.). (Şekil 1.3)


Gözlük kullan


Baret tak


Eldiven giy


Maske kullan


İş ayakkabısı giy


Yaya yolunu kullan


Koruyucu elbise giy


Yüz siperi kullan


Emniyet kemeri kullan

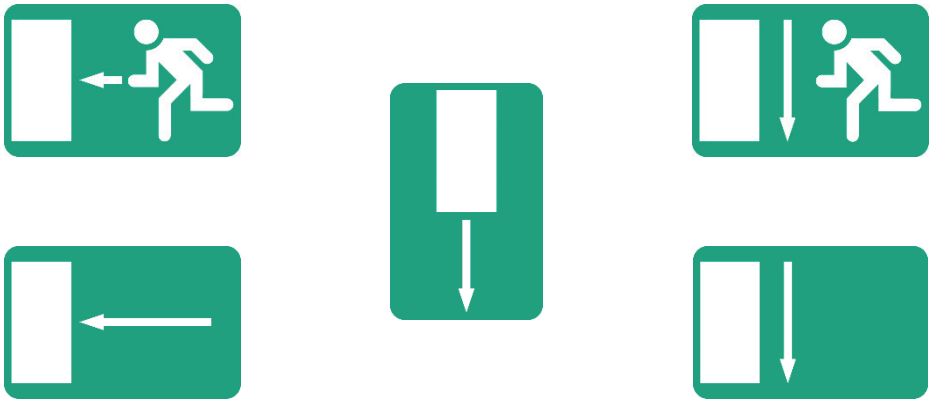

Kulak koruyucu tak


Genel emredici işaret
(Gerektiğinde başka işaretle birlikte kullanılacaktır.)

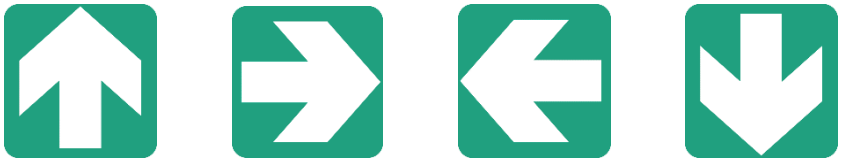
Şekil 1.3: Emredici işaret levhaları

Acil çıkış ve ilk yardım işaretleri ile bu işaretlerin temel nitelikleri

- Dikdörtgen veya kare biçimindedir.
- Yeşil zemin üzerine beyaz piktogram şeklindedir (Yeşil kısımlar işaret alanının en az %50'sini kapsayacaktır.). (Şekil 1.4)



Acil çıkış ve kaçış yolu



Yönler (Yardımcı bilgi işareti)



İlk yardım | Sedye | Güvenlik duşu



Göz duşu | Acil yardım ve ilk yardım telefonu

Şekil 1.4: Acil çıkış ve ilk yardım işareti levhaları

Yangınla mücadele işaretleri ve bu işaretlerin temel nitelikleri

- Dikdörtgen veya kare biçimindedir.
- Kırmızı zemin üzerine beyaz piktogram şeklindedir (Kırmızı kısımlar işaret alanının en az %50'sini kapsayacaktır.). (Şekil 1.5)



Yangın hortumu



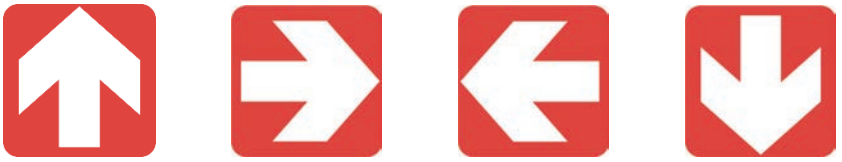
Yangın merdiveni



Yangın söndürme cihazı



Acil yangın telefonu

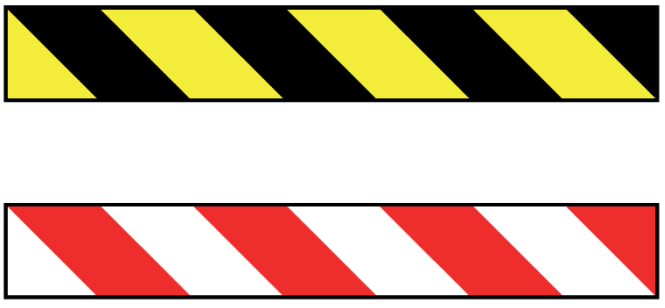


Yönler (Yardımcı bilgi işareti)

Şekil 1.5: Yangınla mücadele işaret levhaları

Engeller ve tehlikeli yerlerde kullanılan işaretler

Engellere çarpma, düşme ya da nesnelerin düşme tehlikesinin bulunduğu yerler ile atölye içinde çalışanların çalışma esnasında dolaştıkları bölgeler, birbirini takip eden sarı-siyah ya da kırmızı-beyaz renk şeritleriyle işaretlenir. İşaretlerin boyutu, engelin ya da tehlikeli bölgenin büyüklüğü ile orantılı olur (Şekil 1.6). Sarı-siyah ya da kırmızı-beyaz şeritler yaklaşık olarak 45 derece açıyla ve aynı büyüklükte boyanır.



Şekil 1.6: Engeller ve tehlikeli yerlerde kullanılan işaret levhaları

1.1.3. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)

Çalışanı, sağlık ve güvenliği etkileyen bir veya birden fazla riske karşı koruyan; çalışan tarafından giyilen, takılan veya tutulan; bu amaca uygun olarak tasarımı yapılmış tüm alet, araç gereç ve cihazlara **kişisel koruyucu donanım (KKD)** denir. Şema 1.1'de kişisel koruyucu donanımın önemine yer verilmiştir.

Kişisel koruyucu donanım genel olarak şu şekilde sınıflandırılır:

- Baş koruyucuları
- Kulak koruyucuları
- Göz ve yüz koruyucuları
- Solunum sistemi koruyucuları
- El ve kol koruyucuları
- Ayak ve bacak koruyucuları
- Cilt koruyucuları
- Gövde ve karın bölgesi koruyucuları
- Vücut koruyucuları



Şema 1.1: Kişisel koruyucu donanımın önemi

SIRA SİZDE

İş kazalarına sebep olan başlıca davranışlar ve kaza ile ilgili kavramlar, aşağıda yer alan tabloda gizlenmiştir. Bu kavramları bularak işaretleyiniz. İşaretleme yaptıktan sonra açıkta kalan harfleri yan yana getirdiğinizde ortaya bir cümle çıkacaktır. Bu cümleyi boşluğa yazarak cümlede ne anlatılmak istendiğini sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

DİKKATSİZLİK, TEDBİRSİZLİK, GÜVENSİZLİK, ~~GÜRÜLTÜ~~, ELEKTRİK, GERİLİM, OLAY, KAZA, ŞOK, ÖNLEM, İKAZ, TEHLİKE

.....

G	Ü	V	E	N	S	İ	Z	L	İ	K	İ	Ş	S
Ü	E	A	Ğ	L	Ş	O	K	I	Ğ	I	V	K	E
R	K	R	G	Ü	V	Y	E	A	N	L	A	İ	Ğ
Ü	İ	İ	İ	Z	A	O	R	U	Z	Z	N	L	U
L	L	K	İ	L	Z	İ	S	T	A	K	K	İ	D
T	H	L	O	U	İ	E	L	E	K	T	R	İ	K
Ü	E	K	D	E	Ğ	M	İ	L	K	Ü	L	T	Ü
R	T	O	L	M	Ö	N	L	E	M	A	L	I	D
I	R	T	E	D	B	İ	R	S	İ	Z	L	İ	K

SIRA SİZDE

Aşağıda isimleri verilen iş güvenliği levhalarının sembollerini karşısındaki boş bırakılan yerlere çiziniz.

İş Güvenliği Levhaları	Sembolü
"Dokunma" işareti levhası	
"Tehlike" işareti levhası	
"Genel emredici" işaret levhası	
"Engeller ve tehlikeli yerler"de kullanılan işaretler	

SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda kişisel koruyucu donanım seçimi gerektiren riskler ve bu risklere karşı kullanılması gereken kişisel koruyucu donanım verilmiştir. 2. sütundaki uygun harfleri, 1. sütundaki boşluklara yazarak doğru eşleştirmeleri yapınız.

Kişisel Koruyucu Donanım Seçimi Gerektiren Riskler	Kullanılması Gereken Kişisel Koruyucu Donanım
( ) Yukarıdan düşecek cisimlere karşı başın korunması ( ) Aşırı gürültü ( ) Zararlı ışınlar ( ) Tehlikeli tozlar, gaz ve duman ( ) Düşen ve yuvarlanan cisimler, kaygan zemin, su	**a)** BARET **b)** GÖZ KORUYUCU (GÖZLÜK) **c)** MASKE **ç)** KORUYUCU AYAKKABI **d)** ELDİVEN **e)** KULAK KORUYUCU

1.2. DEMİRYOLU ÜSTYAPI ATÖLYESİNDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇ

Üstyapı atölyesinde;

- Mekanik
- Elektrikli
- Hidrolik (yağ basınçlı)
- Pnömatik (hava basınçlı) el aletleri bulunur.

El aletleri, kol gücüyle çalıştırılan basit bir tornavidadan çeşitli enerji kaynakları yardımı ile çalıştırılan makinelere kadar pek çok araç gereci kapsamaktadır. El aletleri; atölye ve iş yerlerinde ya da diğer ortamlarda çeşitli maddeleri sıkıştırmak, kesmek, düzeltmek, asmak, kaldırmak, delmek, şekil vermek, ısıtmak, kaynatmak vb. işlemleri yapmak amacıyla kullanılır (Görsel 1.1 ve Görsel 1.2).

Demiryolu üstyapı atölyesinde kullanılan mekanik el aletleri şunlardır:

- Ray kaldırma ve taşıma cihazları
- Asma halkalı ray taşıma kıskacı
- Ray kaldırma aleti (kriko)
- Ray kıskacı (ray maşası - ray kancası)
- Manivela
- Travers kıskacı (travers kancası)
- Travers kaldırma aleti
- Cebire blonu anahtarı
- El tirfonöz anahtarı
- Ekartman tanzim aleti
- Burgu
- Buraj kazması ve makinesi
- Toprak kazması
- Toprak küreği
- Balast yabası
- Ayak keseri
- Testere, varyoz, keski
- Ray kaydırma rulosu
- Tel fırça
- Yağdanlık
- Balyoz



Görsel 1.1: Demiryolunda manivela ile çalışma



Görsel 1.2: Demiryolunda el tirfonöz anahtarı ile çalışma

El aletleri, onları kullananlar ve çevresinde bulunan kişiler için tehlikeli olabileceği gibi can ve mal kaybına da neden olabilir. Bu nedenle el aletleri ile çalışılırken herhangi bir kaza ya da kaza sonucunda can ve mal kaybının olmaması için belirlenen kurallara uyulması gerekir.

El aletlerinden kaynaklanan kazaların nedenleri şunlardır:

- El aletlerinin bakımsız veya arızalı olması
- Amaçlarına uygun kullanılmaması
- Kullanılış yöntemlerinin yanlış olması
- Uygun kişisel koruyucu donanım veya hiçbir şekilde kişisel koruyucu donanım kullanılmaması

1.2.1. İşin Niteliğine Uygun El Aleti Seçimi

Atölyede kullanılacak, işin niteliğine uygun el aletini seçerken şu konulara dikkat edilmelidir:

- Yapılacak işe uygun olmalıdır.
- Bakımlı olmalıdır.
- Bakımı yetkin kişiler tarafından yapılmalıdır.
- Uygun yerde muhafaza edilmelidir.
- Teknik ömrünü tamamlamış, arızalı olan el aletleri derhâl değiştirilmeli veya onarılmalıdır.
- Sapları uygun olmalı, kolayca çıkmamalı, çatlak ve kırık olmamalıdır.
- Sapları yağlı ve kaygan olmamalıdır.
- Koruyucular, kullanışlı ve işe uygun olmalıdır.
- Koruyucunun kendisi tehlike oluşturmamalıdır.

1.2.2. El Aletlerinin ve Elektrikli Makinelerin Kullanımı

Atölyede el aletleri ve elektrikli makineler kullanılırken şu konulara dikkat edilmelidir:

- Makine ve tezgâhlardan parça ve talaş fırlamasını, taş patlamasını, makinelerin hareketli parçalarına el-kol kaptırılmasını engellemek ve elektrik akımından korunmak için makine koruyucu aparatları kullanılmalıdır.
- Döner parçaların çıkıntıları uygun şekilde koruyucu içine alınmalıdır.
- Makineler, kullanma talimatına uygun çalıştırılmalıdır.
- Makine ile çalışılırken uygun kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır.
- Boru, çubuk gibi rastgele uzatma kolu kullanılmamalıdır.
- Küçük parçalarla çalışılırken parça mengene ile tutturulmadan çalışılmamalıdır.
- Çalışan makineler durdurulmadan el aleti ile müdahale edilmemelidir.

1.2.3. El Aletlerinin ve Makinelerin Bakımı

Atölyede el aletlerinin ve makinelerin bakımı yapılırken şu konulara dikkat edilmelidir:

- Kullanılan el aletlerinin mekanik bağlantılarının kontrolü yapılmalıdır.
- Kırılan, çatlayan ve gevşeyen yerlerin tespiti yapılarak gerekli bakım ve onarım işlemleri yapılmalıdır.
- Gerekli yerlerin yağlama işlemi yapılmalıdır.
- Kablo hasarlarına dikkat edilmeli, yalıtımı bozulmuş, çatlak ya da kesik olan kablolar kullanılmamalı, bu kablolar yenisi ile değiştirilmelidir.
- Hava veya yağ sistemlerinde kaçak olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Arızalı el aletleri kullanımdan alıkonulmalı ve başkasının kullanmasını engelleyebilmek için üzerine **“DİKKAT! ARIZALIDIR”** etiketi asılmalıdır.
- Çalışılan el aletleri, takım, tezgâh ve makine, işin tamamlanmasından sonra mutlaka temizlenmeli ve kullanılan aletler yerine konmalıdır.

SIRA SİZDE

El aletleri ile çalışılırken oluşabilecek kazalar nelerdir? Düşüncelerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.2. UYGULAMA: EL ALETLERİNİ KULLANMA

Amaç: Atölyedeki el aletlerini kullanmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve el aletlerini kullanarak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Tirfon anahtarı, bulon anahtarı

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında (yeterli uzunlukta uygulama yolu) gerçekleştiriniz. Uygulamayı küçük bağlantı malzemelerinin (ray bağlantıları veya travers bağlantıları) bulunduğu bir kesimde yapınız.
3. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
4. Bağlantı malzemelerini, bu iş için kullanılan el aletleri ile sökünüz.
5. Yapacağınız işlem için gerekli olan el aletlerini doğru seçiniz.
6. Söktüğünüz bağlantı malzemelerini, el aletleri yardımıyla tekrar yerine takınız.
7. Uygulama sonunda el aletlerinin bakımını yapınız.
8. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapılan çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"EL ALETLERİNİ KULLANMA" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. El aletlerine uygun kişisel koruyucu donanım kullandı.					
3. Yapılacak işe uygun el aletlerini doğru belirledi.					
4. El aletlerini kullanma talimatına uygun şekilde kullandı.					
5. El aletlerini işin tamamlanmasının ardından temizledi.					
6. El aletlerinin bakımını yaparak aletleri yerine koydu.					
7. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)]					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (…) Atölye çalışmalarında işe uygun kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır.

2. (…) İşaret levhalarındaki kırmızı renk "uyarı" anlamındadır.

3. (…) Yasaklayıcı işaretler daire biçimindedir.

4. (…) Manivela, demiryolu üstyapı atölyesinde bulunan mekanik el aletlerindendir.

5. (…) Uyarı işaretleri dikdörtgen veya kare biçimindedir.

B. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

6. El aletlerine uygun olarak mutlaka ……..…… kullanılmalıdır.

7. Çalışan makineler durdurulmadan ……..…… ile müdahale edilmemelidir.

8. Arızalı el aletleri kullanımdan alıkonulmalı ve başkasının kullanmasını engelleyebilmek için üzerine ……..…… etiketi asılmalıdır.

9. Emredici işaretler ……..…… zemin üzerine beyaz piktogram şeklindedir.

10. İş ortamında, iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınarak ……..…… oluşumu engellenebilir.

C. Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

11. Çalışanların iş kazasına uğramasını önlemek amacıyla çalışma ortamlarının kaza riskini <u>en alt</u> seviyeye indirecek şekilde düzenlenmesi için alınması gereken önlemler dizisine ne ad verilir?

A) İş güvenliği B) İş kazası
C) İşçi çalışması D) İşçi hakları
E) İlk yardım

12. Olayların planlandığı akışta yürümemesi nedeniyle kişilerin yaralanması, sakat kalması veya ölmesine sebebiyet veren olaya ne ad verilir?

A) Hastalık B) Kaza C) Olay
D) Sakatlık E) Yaralanma

13. Aşağıdakilerden hangisi "Acil çıkış", "İlk yardım" ve "Tehlike yok" anlamına gelen işaret levhasının rengidir?

A) Kırmızı B) Mavi C) Sarı
D) Turuncu E) Yeşil

14. Aşağıdakilerden hangisi atölye ortamında meydana gelen kazaların oluşma nedenlerinden biri <u>değildir</u>?

A) Dalgınlık ve dikkatsizlik
B) Çalışma ortamını düzensiz tutmak.
C) Kişisel koruyucu donanım kullanmak.
D) İşe uygun olmayan makine ve el aletleri kullanmak.
E) Makine koruyucularını çıkarmak.

15. Aşağıdakilerden hangisi atölyede kullanılacak el aleti ile ilgili dikkat edilmesi gereken konulardan biri <u>değildir</u>?

A) Yapılacak işe uygun olmalıdır.
B) Bakımlı olmalıdır.
C) Bakımı yetkin kişiler tarafından yapılmalıdır.
D) Sapları yağlı ve kaygan olmalıdır.
E) Uygun yerde muhafaza edilmelidir.



RAYLAR VE RAYLARIN BAĞLANTILARI

KONULAR

2.1. RAYLARIN TEŞKİLİ
2.2. RAY BAĞLANTILARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Üstyapının tanımı ve elemanları
- Rayların teşkili
- Rayların birbiriyle bağlantısı

ANAHTAR KAVRAMLAR

conta, kısa ray, kontrray, ray

2. RAYLAR VE RAYLARIN BAĞLANTILARI

Demiryolu, üstyapı ve altyapı olmak üzere iki kısma ayrılır. Üstyapı; raylar, yolun türüne göre bağlantı malzemesi, travers, balast gibi elemanlardan oluşur.

ÜSTYAPI

Altyapı platformu üzerine oturan, üzerinde demiryolu araçlarının hareket etmesine olanak sağlayan, araçlardan gelen yükleri platforma aktaran yol bölümüne **üstyapı** denir.

Demiryolu üstyapısının görevleri şu şekilde sıralanabilir:

- Demiryolu araçlarına düzgün ve pürüzsüz bir yuvarlanma yüzeyi sağlamak.
- Araçlardan gelen kuvvetleri emniyetle karşılayıp, bir kısmını içinde absorbe ederek oturdukları elamanlar vasıtasıyla platforma aktarmak. Bu sayede demiryolu aracındaki konforu artırmak.
- Hat geometrisinin bozulmasını önlemek.

Demiryolu araçlarından gelen yükler; sırasıyla araçların süspansiyon sistemleri, tekerlekler (ispitler), ray, ray altı seletleri, travers ve balast tarafından absorbe edilir. Bu elamanların her birinin farklı esneklik katsayısı vardır ve platforma daha yumuşak bir kuvvetin uygulanması amaçlanmaktadır.

Tablo 2.1: Demiryolu Elemanlarının Esneklik Katsayıları

Ray Gövdesi	5 000-10 000 t/mm
Ahşap Travers	50-80 t/mm
Beton Travers	1 200-1 500 t/mm
Balast (gevşetilmiş)	10-30 t/mm
Balast ve Donmuş Toprak	8-10 t/mm
Kaya Platform	2-8 t/mm
Killi Platform	1,5-2 t/mm

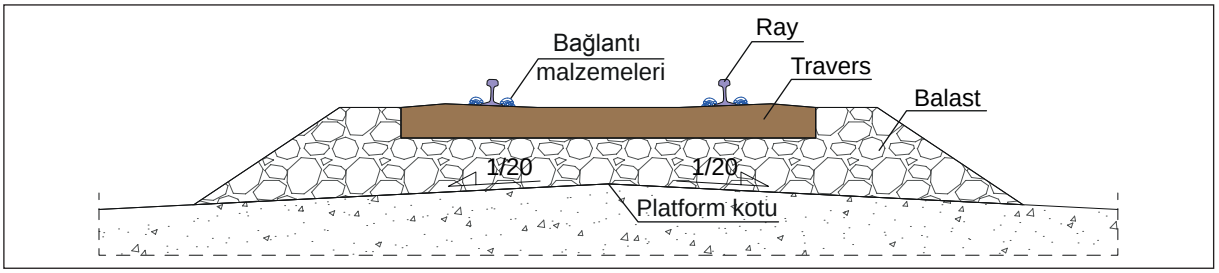
Üstyapının genel esnekliğini belirleyen en önemli faktör balast ve platformun esnekliğidir. Yolun genel esnekliği platform ve balast cinsine göre 1,50-10 t/mm arasında değişir. Tablo 2.1'de demiryolu elemanlarının esneklik katsayıları verilmiştir. Platform en küçük esneklik kat sayısına sahip olduğu için genellikle platform düzeyindeki basınç üstyapıdaki çökme miktarını belirlemektedir. Platform düzeyindeki basınç, balast ve -varsa- temel alt tabakalarının kalınlıkları arttıkça artar. Demiryolu elemanlarının esneklik kat sayıları hız arttıkça büyümektedir çünkü hız artışıyla kuvvetlerin uygulama süreleri kısalmaktadır. Sanat yapılarında ise esneklik değeri 12-15 t/mm arasındadır ve bu yapılardan geçilmesi sırasında önemli düşey esneklik farkları ortaya çıkmaktadır.

Balastsız üstyapılarda balast tabakasının yerini daha rijit olan beton veya asfalt tabakalar alır. Bu yapılarda gerekli olan elastiklik ray veya travers altlarında kullanılan çeşitli elastik elemanlarla sağlanır.

Demiryolu üstyapısı, **balastlı** ve **balastsız** üstyapı olmak üzere iki gruba ayrılır.

Balastlı Üstyapı

Balastlı üstyapı, genel olarak ray ve traverslerden oluşan bir çerçeve ve bu çerçeveyi destekleyen balast tabakasından oluşur. Ayrıca rayların birbiriyle ve traverslerle bağlantısını sağlamak için de bağlantı malzemeleri kullanılır. Türkiye'deki demiryollarında yaygın olarak balastlı üstyapı kullanılmaktadır. Şekil 2.1'de balastlı üstyapı ve elemanları görülmektedir.



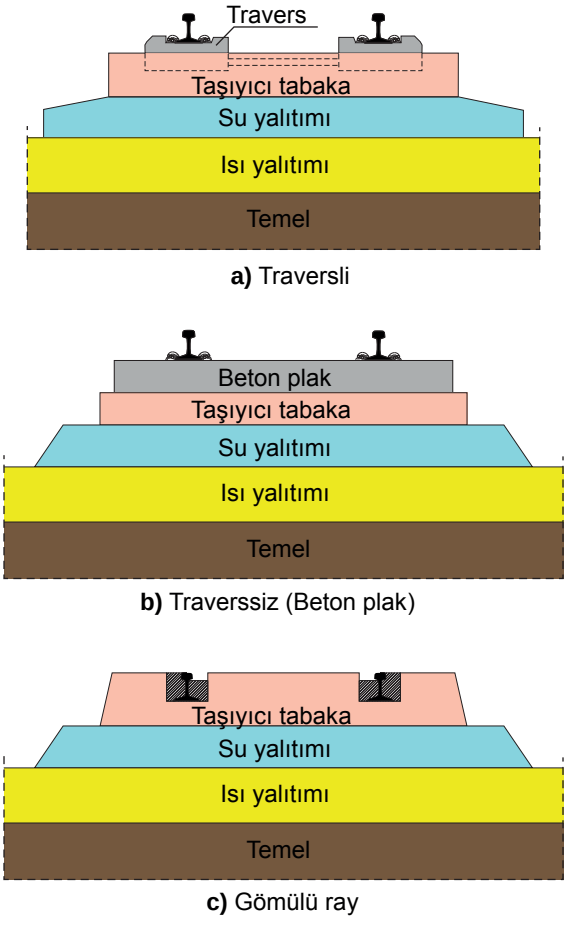
Şekil 2.1: Balastlı üstyapı

Balastlı üstyapı, balastsız üstyapıya göre daha düşük yapım maliyetine sahiptir ve yapım süresi daha kısadır. Ayrıca balastlı üstyapı, ihtiyaç duyulduğunda dever ve hat geometrisinde değişiklik yapma, yapım hatalarını düzeltme imkânı sunar.

Balastsız Üstyapı

Balast tabakası kullanılmadan inşa edilir. Yüksek hızlı hatlar, köprüler, tüneller, metrolar vb. yerlerde tercih edilmektedir. TCDD hatlarında ise uzun tüneller ve viyadüklerde balastsız (slab-track) üstyapı kullanılmaktadır. Birçok ülkede yaygın olarak kullanılan balastsız üstyapı, çeşitli tiplerde tasarlanmaktadır. Rheda (reyda) tipi, Shinkansen (şinkınsın) tipi, Züblin (züblın) tipi vb.

Balastsız üstyapı, özellikle yüksek hızlı tren hatlarında balastın yerden fırlayıp araçlara veya raya çarpma riskini ortadan kaldırmıştır. Bu üstyapıda balast tabakasının yerini prefabrik elemanlar, beton, betonarme veya asfalt taşıyıcı tabaka almaktadır. Çeşitli inşa tipleri bulunmakla birlikte genel olarak traversli, traverssiz (beton plaklı) veya gömülü raylı olarak inşa edilir. Uzun ömürlü, bakım masrafı az, dingil basıncı yüksek yollardır. Şekil 2.2'de balastsız üstyapının uygulama örnekleri verilmiştir.



a) Traversli

b) Traverssiz (Beton plak)

c) Gömülü ray

Şekil 2.2: Balastsız üstyapı örnekleri

Balastsız üstyapının özellikleri şu şekilde sıralanır:

- Yüksek dolgularda, geçit ve tünellerde bakım sonrası gabari sorunu oluşmaz.
- Yapım maliyeti yüksektir ancak bakım masrafı az olduğundan kısa sürede maliyet farkını kapatır.
- Hizmet süresi yaklaşık 50-60 yıldır.
- Bakım ihtiyacı az, bakım süresi balastlı üstyapıya göre daha kısadır.
- Yüksek hızlara imkân sağlayan yanal hat direncine sahiptir.
- Yüksek hızlarda balast sıçrama sorunu ortadan kalkar.
- Hizmet süresi dolan hattın tamamının yenilenmesine imkân sağlar.
- Balast olmadığından üstyapı ağırlığı ve yüksekliği daha azdır.

2.1. RAYLARIN TEŞKİLİ

Demiryolu araçlarının tekerleklerini kılavuzlayan ve tekerleklere pürüzsüz bir yuvarlanma yüzeyi sağlayan, araçlardan gelen kuvvetleri traverse aktaran, dayanıklı çelikten imal edilmiş üstyapı elemanına **ray** denir.

Rayların görevleri şu şekilde sıralanabilir:

- Demiryolu araçlarının tekerleklerine, sürtünmenin en uygun seviyeye indirildiği bir yuvarlanma yüzeyi sağlamak.
- Demiryolu araçlarının tekerleklerini kılavuzlamak.
- Demiryolu araçlarından intikal eden yatay ve düşey kuvvetleri emniyetle taşıyarak traverse aktarmak.

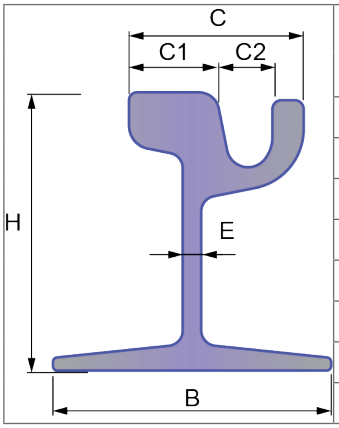
2.1.1. Ray Çeşitleri

Raylar şekillerine göre oluklu ray ve tek mantarlı ray olmak üzere ikiye ayrılır:

Oluklu Ray

Tramvay hatları, hemzemin geçitler gibi demiryolu, kara yolu ve yaya yolunun aynı kotta olduğu yerlerde kullanılan ray çeşididir. Demiryolundaki hız ve dingil basıncı, kullanılacak oluklu ray tipini belirler. Oluklu raylar, yapısı nedeniyle kontrraylı yol gibidir. Tekerleklere klavuzluk ederek tırmanmayı önler ve deray olaylarını en aza indirir. Ayrıca diğer yol kaplamaları ile uyuşabildiği için demiryolu ve kara yolunun aynı seviyede kesiştiği yerlerde (hemzemin geçit); kara yolu, yaya yolu, demiryolunun aynı güzergâh içinde bulunduğu durumlarda ve özellikle rıhtım hatlarında kullanılır. Bu bölgelerde hızın az olması ve temizliğin yerel idarelerce yapılması boden boşluklarının dolmasını engellemektedir. Banliyö ve şehirler arası yollarda boden boşluklarının temizlenememesi deraya sebebiyet verdiğinden bu yollarda genellikle kullanılmaz. Tablo 2.2'de bazı oluklu ray tiplerine örnek verilmiştir.

Tablo 2.2: Oluklu Ray Tipleri

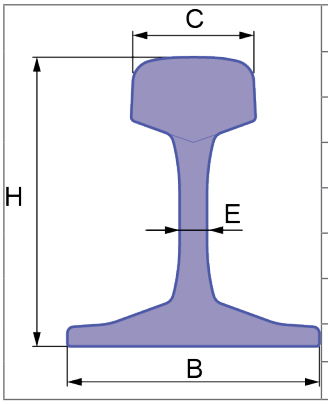


Ray Tipi	Boyutlar (mm)						Ağırlık kg/m
	H	B	C	C 1	C 2	E	
51R1	130	150	113	55,83	42,35	12	51,37
55R1	150	150	113	56	36	12	55,45
59R1	180	180	113	56	42	12	58,97
59R2	180	180	113	55,83	42,52	12	58,14
60R1	180	180	113	56	36	12	60,95
60R2	180	180	113	55,83	36,34	12	59,75
62R1	180	180	116	56,03	34,44	12	62,37
62R2	180	180	116	56,86	36,98	12	61,91

Tek Mantarlı Ray

Yüksek hızlı hatlarda, ağır yük taşınan demiryollarında ve kent içi ulaşımda kullanılan ray çeşididir. Türkiye'de ve dünyada yaygın olarak tek mantarlı raylar kullanılmaktadır. Traverse bağlantı sağlayan geniş bir tabla ile üst kısımda bulunan mantardan oluşur. **Vinyol tipi ray** veya **patenli ray** olarak da adlandırılır. Ray imalatında, demiryolunda söz sahibi olan ülkeler kendi standartlarını belirlemiştir. Avrupa standardı, Avustralya standardı, Rus standardı, Amerikan standardı vb. Türkiye'de UIC ülkelerinin kabul ettiği Avrupa standartları kullanılmaktadır. Örneğin EN 13674-1, EN 13674-2. Raylar, profillerine göre bir metresinin ağırlığı dikkate alınarak isimlendirilmektedir. Örneğin 49 E1 (49,430 kg/m), 60 E1 (60,340 kg/m). Tablo 2.3'te bazı tek mantarlı ray tiplerine örnek verilmiştir.

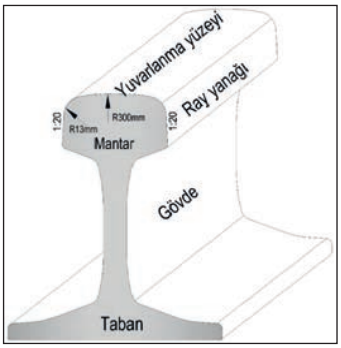
Tablo 2.3: Tek Mantarlı Ray Tipleri



Ray Tipi		Boyutlar (mm)				Ağırlık kg/m
Eski	Yeni	H	B	C	E	
S 39	S 39	138	120	62	12	39,520
S 46	46 E2	145	134	64	15	46,303
S 49	49 E2	148	125	67	14	49,050
S 49	49 E1	149	125	67	14	49,430
UIC 60	60 E1	172	150	72	16,5	60,340
-	60 E2	172	150	72	16,5	60,030
-	60 E2/40	Mantarı 1/40 eğimli makas rayıdır.				60,030

2.1.2. Rayların Bölümleri

Raylar; mantar, gövde ve taban olmak üzere üç kısımdan oluşur (Şekil 2.3). Mantar, rayın tekerlekle temas ettiği ve tekerleklere yuvarlanma yüzeyi sağlayan kısımdır. Ray ve tekerlek temasının sağlanabilmesi için mantarın üst kısmında 200-500 mm yarıçaplı bir bombelik vardır. Mantarın üst köşelerinin yarıçapı, boden içi eğriliğine uyum sağlayabilmesi için 13-16 mm'dir. Yanak yüzeyi ise 1/20 eğimle açılarak devam eder. Ray tipine göre bu ölçülerde farklılıklar olmaktadır. Gövde, mantarla taban arasındaki kısımdır, buraya ayrıca cebire yatağı da denir. Taban, rayın traversle bağlantısının yapıldığı kısımdır. Raya gelen yükleri daha geniş bir yüzeye yayarak traverse iletir.



Şekil 2.3: Rayların bölümleri

2.1.3. Rayın Kimyasal Bileşimleri ve Ray Sertleştirmeleri

Ray çeliğinin bileşiminde; demir, karbon, silis, manganez, fosfor ve kükürt bulunur. Fosfor ve kükürt, istenmeyen elementlerdir ancak ayırt edilmesi zor olduğundan minimum seviyede olması kabul edilir. Karbon, silis ve manganezin belirli miktarlarda bulunması rayın mukavemetini artırır. Ray sınıfına göre, rayın kimyasal bileşimleri farklılık gösterir. Örneğin UIC 260 (900A) sınıfı raylar için elementlerin oranı şu şekildedir:

- Karbon : %0,60 - 0,80
- Silis : %0,10 - 0,50
- Manganez : %0,80 - 1,30
- Fosfor : en fazla %0,04
- Kükürt : en fazla %0,04

Demiryolu taşımacılığında dingil yükünün veya hızın artırılması sonucu raya iletilen yük artar. Bu yükün emniyetle taşınması ray kesitinin büyütülmesi ile mümkün olmaktadır. Rayın tekerlekten gelen sürtünme ile aşınmayacak kadar sert ve kırılmayacak kadar esnek olması istenir. Bunun için ray mantarına ve ray uçlarına sertleştirme işlemi yapılır. Yapılan sertleştirme işlemi sonucunda sertleştirilen kısmın derinliği 14 mm ile 40 mm arasında olmalıdır. Böylece rayın esneklik katsayısı yok edilmeden ray mantarının sertleştirilmesi sağlanır. Sertleştirme işleminde ray mantarının üst kısmı 1000 °C'a kadar elektrik veya gaz ile ısıtılır, daha sonra saniyede 3-4 °C soğutularak ısı 500 °C'a düşürülür. Bu şekilde rayın sertlik oranı 280 HBW'den (Brinel sertlik sayısı) 300-400 HBW'ye çıkarılmış olur. Kimyasal birleşimlerde değişiklik yapılarak rayın mukavemeti artırılabilir ancak bu yapıldığında sertleşen rayın esneklik miktarı azalır. Esnek olmayan sert raylar, esnek raylara göre daha çabuk kırılır. Ayrıca sertlik miktarının fazla olması tekerlek yuvarlanma yüzeyinin hızlı aşınmasına sebep olur.

2.1.4. Ray Üzerindeki İşaretlerin Anlamları

Üretilen raylar üzerinde; üretici firma, çelik kalitesi, rayın tipi, üretim tarihi gibi bilgiler yer alır. Ayrıca istenirse kim için üretildiği, imalat ve tasnif numaraları da yazılabilir. Çelik kalitesi ise çeşitli sembollerle ifade edilir (Görsel 2.1).



Görsel 2.1: Ray üzerindeki işaretler

İmalat sırasında kullanılan çeliğin kalitesine göre rayların sınıflandırılması Tablo 2.4'te gösterilmiştir.

Tablo 2.4: Çelik Kalitesine Göre Rayların Sınıflandırılması

Çelik Türü (Yeni)	Ray Kalitesi (Eski)	Sertlik Aralığı (Yeni) HBW	Asgari Çekme Mukavemeti [Eski (N/mm^2)]	Cinsi	Hadde İşareti (Sembol)
R 200	700	200-240	680	Karbon / mangan çeliği (C-Mn)	Hadde işareti yok
R 220	800	220-260	780	Karbon / mangan çeliği (C-Mn)	—
R 260	900 A	260-300	880	Karbon / mangan çeliği (C-Mn)	—
R 260 Mn	900 B	260-300	880	Karbon / mangan çeliği (C-Mn)	—
R 320 Cr	1100	320-360	1080	Alaşımlı çelik (%1 Cr)	—
R 350 HT	900 A (HH)	350-390	1175 Mantar 880 Paten ve gövde	Karbon / mangan çeliği (C-Mn) (Isıl işlemden geçirilmiş.)	—
R 350 LHT	XXX	350-390	1175	Düşük alaşımlı çelik (Isıl işlemden geçirilmiş.)	—

2.1.5. Birleşik Raylar ve Kullanıldığı Yerler

Köprü, tünel, makas, hemzemin geçit gibi yerlerde araçların deray etmesini veya deray etmesi durumunda tekerlek bodenlerinin yoldan ayrılarak çevresindeki yapı elemanlarına zarar vermesini önlemek amacıyla normal ray yanına belirli mesafede monte edilen ikinci raya **kontrray (birleşik ray)** denir. Yolun içindeki her iki kontrrayın başından yolun ortasına uzanan bölüme **yakalama tertibatı** adı verilir (Görsel 2.2).



a) Hemzemin geçitte kontrray

b) Makasta kontrray

c) Köprüde kontrray ve yakalama tertibatı

Görsel 2.2: Kontrray ve yakalama tertibatı

Kontrrayların kullanıldığı yerler ve kullanım amaçları şu şekilde sıralanabilir:

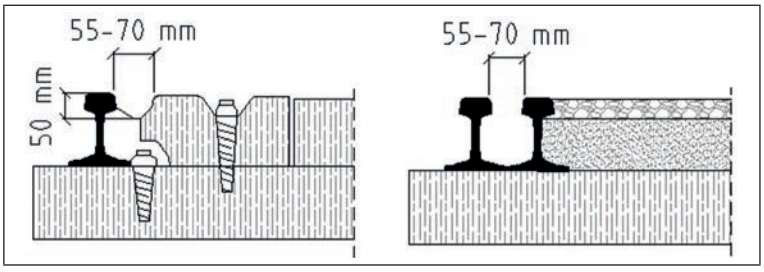
- Hemzemin geçitlerde, demiryolu araçlarının deray etmeden geçişini sağlamak amacıyla gerekli boden boşluklarının oluşturulması için kullanılır.
- Köprülerde ve tünellerde, deray olasılığını ortadan kaldırarak yapıların zarar görmesini önler.

- Yüksek dolguların üzerinde meydana gelebilecek muhtemel deray olaylarında deraylı araçların yoldan fazla uzaklaşmasına engel olmak ve dolgu üzerinde devrilmesini önlemek için kullanılır.
- Oynar göbekli olmayan makaslarda, bodenlerin makas göbek ucu boşluklarından deray etmeden emniyetle geçişlerini sağlamak için kullanılır.
- Hasar görmesi riskli olan yapılarda meydana gelebilecek muhtemel bir deray olayında; tesis, bina, peron, köprü vb. yapıların zarar görmemesi için kullanılır.

Kontrraylar, makaslarda yanındaki raya monte edilir. Ancak hemzemin geçit, köprü, tünel ve yüksek dolgularda kullanılan kontrraylar ahşap traverslere monte edilir. Beton traversli yollarda ise özel imal beton traversler kullanılır ya da kontrraylar işletme raylarına veya seletlere monte edilir. Beton traversli yerlerdeki bir diğer yöntem ise kontrrayların bağlanması için aralara ahşap travers döşemektir. Kontrray olarak kullanılacak rayın tabanında beton traverslere gelen yerler kesilir. Beton traverslerin ara boşluklarına ahşap travers konularak kontrraylar tirfon yardımıyla sabitlenir. Ahşap traversler hem kontrraylara hem de normal raylara tirfon yardımıyla bağlanır.

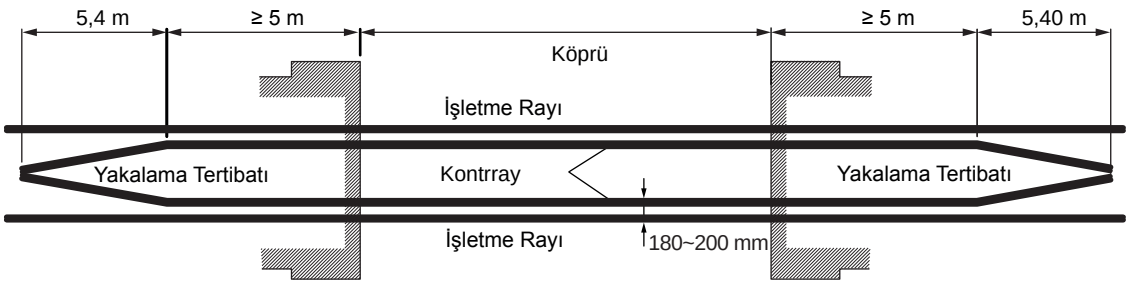
Kontrrayların düzenlenmesi sırasında şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Raydan teşkil edilmiş iç kontrraylar, işletme rayı ile aynı seviyede veya işletme rayı seviyesinden en fazla 25 mm aşağıda bulunmalıdır. Makaslardaki kontrrayların işletme rayına olan yatay ve düşey mesafeleri makas projesine uygun olmalıdır.
- Hemzemin geçitlerde kontrray ile işletme rayı mantarı arasındaki mesafe en az 55 mm ve kontrray boden boşluğunun derinliği de en az 50 mm olmalıdır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Boden boşluğu

- Yakalama tertibatı ile birlikte kullanılan kontrraylarda, işletme rayı ile kontrray arasındaki yatay mesafe 180 ila 200 mm olmalıdır (Şekil 2.5).
- Yakalama tertibatı bölgesindeki travers eksenleri arasındaki mesafe 60 cm olmalıdır.
- Yakalama tertibatının uzunluğu kontrray başından itibaren en az 5,40 m olmalıdır (≥ 9 travers).
- Kontrraylar, tesis uzunluğunca ve tesisin her iki başından en az 5 m uzaklığa kadar devam ettirilmelidir.
- Yolda ek gerilmelere sebep olmaması için kontrraylara ve yakalama tertibatlarına uzun kaynak yapılmamalıdır. Kontrraylardaki en büyük ray uzunluğu 30 m olmalı ve kontrrayın birleşim noktalarında yeterli miktarda genleşme (imbisat) payı bırakılmalıdır.
- Yakalama tertibatlarının uç kısımları ahşap takoz ile kapatılarak koruma altına alınmalıdır.



Şekil 2.5: Köprülerde kontrray ve yakalama tertibatı

2.1.6. Contalar

Raylar genel olarak 12-18-24-36-54 ve 72 m uzunluklarında üretilmekte olup günümüzde 36 m'den kısa raylar kullanılmamaktadır.

Rayların birbirine bağlanabilmesi için temelde iki farklı yöntem kullanılmaktadır:

- ► Rayı, raya bağlayan bağlantı malzemeleri (cebire, rondela vb.) ile bağlantı yapılması.
- ► Kaynakla birleştirme yapılması:
  - Elektrikli direnç alın kaynağı
  - Elektrikli direnç ark kaynağı
  - Gaz kaynağı (oksijen, asetilen, propan vb.)
  - Alüminotermit ray kaynağı

Çeşitli uzunluktaki rayların bağlantı malzemeleri ile birbirine bağlandığı yolun ek yerlerine **conta** adı verilir. Contalar düşey ve yatay eksende yolun en çok bozulan, malzemeleri sık sık kırılan, yolun bakım masrafı yüksek kesimleridir. Contalardaki bakım masraflarından kaçınmak, yolun konforunu ve hızını artırabilmek için contalar kaynaklanarak uzun kaynaklı ray ve sürekli kaynaklı ray elde edilmektedir. Bu nedenle rayların ilk teşkili esnasında ne kadar uzun ray kullanılırsa kaynaklama masrafı da o oranda azalır.

Sıcaklık nedeniyle rayların boyunda meydana gelecek uzama ve kısalmaların etkisini giderebilmek amacıyla contalarda ray uçlarının arasında bırakılan boşluğa **genleşme (imbisat) payı** veya **nefes alma aralığı** denir (Görsel 2.3). Genleşme payı miktarı hesaplanırken rayların döşenmesi esnasındaki boyu ve sıcaklığı dikkate alınır.

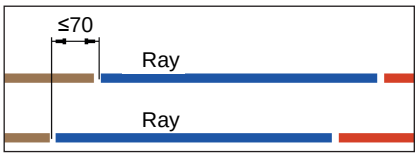


Görsel 2.3: Contada genleşme payı

a) Rayların Hat Üzerindeki Yerine Göre Conta Düzenleme Şekilleri

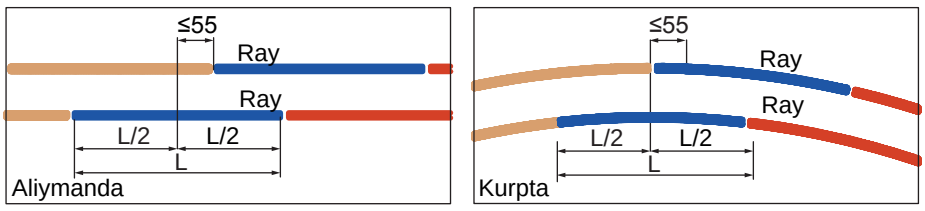
Contalar karşılıklı conta ve şaşırtma conta olmak üzere iki gruba ayrılır:

Karşılıklı Conta: Karşılıklı conta sistemi, yolun her iki ray dizisindeki ray başlarının aynı hizaya gelecek şekilde karşılıklı düzenlenmesidir (Şekil 2.6). Karşılıklı contada ray başı gönye farkı 70 mm'den fazla olmamalıdır. Yolun bakımının iyi yapılması ve contalarda düşüklük olmaması durumunda en ideal conta düzenleme sistemidir. Ancak ray dizisinin her ikisinde de contada düşüklük varsa şiddetli sarsıntı ve vuruntular oluşur. Bu durum, araçların sustalarının kırılmasına neden olur. Ayrıca bu sistemde, contalarda dirsek ve fleş hatası görülme riski yüksektir.



Şekil 2.6: Karşılıklı conta

Şaşırtma Conta: Şaşırtma conta sistemi; bir ray dizisindeki contanın, diğer dizideki rayın ortasına ya da orta noktasının 55 cm sağına veya soluna gelecek şekilde düzenlenmesidir (Şekil 2.7). Şaşırtma contalar, karşılıklı contalardaki dirsekleri önlemek ve kurpların iç dizilerinde kısa ray kullanma zorunluluğunu ortadan kaldırmak amacıyla tercih edilir. Ancak, şaşırtma conta sistemi uygulanan yollarda, contalarda meydana gelen çapraz düşüklükler nedeniyle üzerinde seyreden demiryolu araçlarının lase hareketleri artar. Buna bağlı olarak hem yolda hem de araçlarda arızalar meydana gelir. Şaşırtma conta, mevcut eski yollarda bulunmakla birlikte yeni yapılan yollarda veya yenileme çalışmalarında kullanılmamaktadır.



Şekil 2.7: Şaşırtma conta

b) Rayların Traverslere Oturma Şekline Göre Conta Düzenleme Şekilleri

Traverslerin diziliş şekline bağlı olarak üç farklı tipte conta düzenlemesi yapılabilir. Bunlar; mesnetli conta, sakin conta ve konsol contadır (Şekil 2.8).

Mesnetli Conta: Mesnetli contalarda, contanın altına bir adet travers yerleştirilir ve travers her iki raya da destek olur. Bağlantı bu şekilde yapıldığında trenlerin geçişi esnasında meydana gelen vuruntular sebebiyle ray başlarında ezilmeler, traverslerde çatlama ve kırılma, balastta yıpranma ve toz hâline gelme, yolda daha çabuk bozulma meydana gelir. Esneklik de çok az olduğu için tekerlere intikal eden dinamik kuvvetlerde artış olur. Ayrıca mesnetli contalar, ray kaynağı yapılacak yerler için uygun değildir. Zorunlu hâller dışında kullanımı tercih edilmemektedir.

Sakin Conta: Sakin contalarda, contanın altına eşit yükseklikteki iki travers yan yana yerleştirilir. Bağlantı bu şekilde yapıldığında yan yana gelen iki travers daha geniş bir alan kaplar ve bu durum makineli tamiratı zorlaştırır. Buraj ancak traverslerin tek tarafına yapılabilir ve bu durum zamanla traverslerin yan dönmesine, çatlamasına, kırılmasına, bağlantı malzemelerinin zarar görmesine neden olur. Sakin conta, makineli tamirata ve ray kaynağına uygun olmadığı için kullanım alanı daralmıştır.

Konsol Contalar: Konsol contalarda traversler normal aralıklarla yerleştirilir. Mesnetli ve sakin contanın olumsuz etkileri bu bağlantı sisteminde görülmemektedir. Esnek olduğu için contalardaki vuruntular daha azdır. Makineli tamirat için uygundur ve kaynaklı hatlar için de idealdir. Kullanımı en yaygın conta şeklidir.

2.1.7. Kurplarda Kısa Ray Hesabı

Kurbu oluşturan daire yayının dairenin merkezine olan mesafesi kurbun yarıçapını verir. Burada belirtilen daire yayının yol ekseninden geçtiği kabul edilir. Bu durumda dış ray dizisinin yarıçapı kurbun yarıçapından 0,75 m daha büyük ve iç ray dizisinin yarıçapı kurbun yarıçapından 0,75 m daha küçüktür. Karşılıklı conta uygulanan bir hattın kurbunda, contaların karşılıklı olması için iç ray dizisindeki rayın dıştaki raya oranla daha kısa olması gerekir. Birim ray boyundaki kısalma miktarını hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır.

$$K = \frac{1{,}5 \times L}{R}$$

K = Kısalma miktarı (m)
L = Ray boyu (m)
R = Yarıçap (m)
1,50 = Ray dizileri arasındaki yarıçap farkı (ekartman değeri kadar)

Örnek: Ray boyu 36, yarıçapı 300 m olan bir kurpta, birim ray boyundaki hesabi kısalma miktarını bulunuz.

Çözüm:

L = 36 m
R = 300 m
K = ?

$$K = \frac{1{,}5 \times L}{R} = \frac{1{,}5 \times 36}{300} = 0{,}18 \text{ m}$$

SIRA SİZDE

Ray boyu 72, yarıçapı 1000 olan bir kurpta, birim ray boyundaki hesabi kısalma miktarını bulunuz.

2.1. UYGULAMA: RAYLARIN TEŞKİLİ

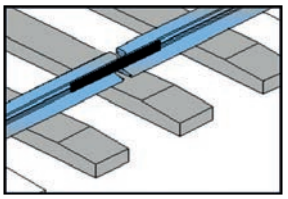
Amaç: Conta düzenleme sistemlerine uygun şekilde rayların teşkilini yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve rayların teşkilini yaparak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

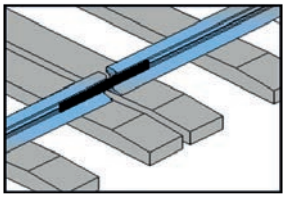
Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, kazma, kürek, manivela

Uygulama Adımları

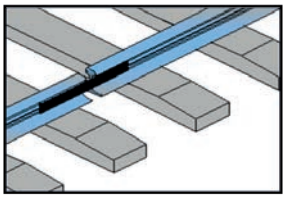
3. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
4. Uygulamayı gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında (yeterli uzunlukta uygulama yolu) gerçekleştiriniz.
5. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
6. Ray üzerindeki işaret ve yazıların anlamlarını açıklayınız.
7. Sakin, konsol veya mesnetli conta sistemlerinden birini seçiniz (Şekil 2.8).
8. Uygulama yolunuzdaki 2. tabaka balastı kaldırınız. Bağlantı malzemelerini sökünüz.
9. Seçtiğiniz conta sistemine göre traverslerinizi manivela yardımıyla uygun konuma kaydırınız.
10. Rayın yerleşeceği alanları yabancı maddelerden temizleyiniz.
11. Rayları, traverslerdeki bağlantı noktalarına oturacak şekilde yerleştiriniz.
12. Yolun her iki ray dizisindeki ray başlarını, raya zarar vermeden kaydırarak karşılıklı conta sistemine uygun konuma getiriniz (Şekil 2.9).
13. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.



a) Mesnetli conta

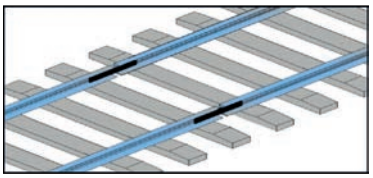


b) Sakin conta



c) Konsol conta

Şekil 2.8: Traverse oturma şekline göre conta



Şekil 2.9: Karşılıklı conta

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"RAYLARIN TEŞKİLİ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Ray üzerindeki işaret ve yazıların anlamlarını açıkladı.					
3. Seçtiği conta sistemine göre traversleri uygun konuma yerleştirdi.					
4. Rayları, traverslerdeki bağlantı noktalarına oturacak şekilde yerleştirdi.					
5. Ray başlarını karşılıklı conta sistemine uygun şekilde hizaladı.					
6. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)]					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

2.2. UYGULAMA: KARŞILIKLI CONTALARDA GÖNYE KONTROLÜ

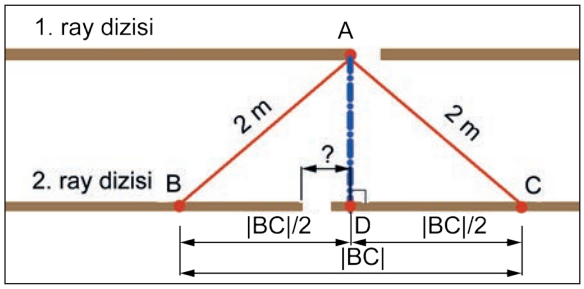
Amaç: Karşılıklı contalarda gönye kontrolünü yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve gönye kontrolünü yaparak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, tebeşir, uygulama formu

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. 1. ray dizisi üzerindeki contada referans alacağınız ray başını (A noktası) tebeşirle işaretleyiniz.
6. A noktasını referans alarak çelik metreyi çapraz şekilde 2. ray dizisine uzatınız ve iki ray dizisi arasındaki mesafenin 2 metre olduğu yeri (B noktası) işaretleyiniz (Şekil 2.10).
7. Aynı şekilde B noktasının aksi yönünde bulunan C noktasını bulunuz ve işaretleyiniz (Şekil 2.10).
8. B ve C noktaları arasındaki mesafeyi ölçünüz ve bu mesafenin orta noktasını (D noktası) bulup işaretleyiniz (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Gönye kontrolünün aşamaları

9. Üzerinde B noktası işaretlenen rayın başı ile D noktası arasındaki mesafeyi ölçerek gönye farkını (kaçıklığını) bulunuz (Şekil 2.10).
10. Karşılıklı contanın gönye toleranlarına göre, bu contada gönye hatası olup olmadığını tespit ediniz.
11. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"KARŞILIKLI CONTALARDA GÖNYE KONTROLÜ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. A noktasını referans alarak B ve C noktalarını buldu.					
3. B ve C noktaları arasındaki mesafeyi ölçerek D noktasını buldu.					
4. Kuralına uygun şekilde gönye farkını (kaçıklığını) buldu.					
5. Gönye hatası olup olmadığını tespit etti.					
6. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)]					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

2.2. RAY BAĞLANTILARI

Rayı raya ve traverslere bağlayarak stabilitesi yüksek bir çerçeve oluşturan, rayların şekil ve yer değiştirmesini önleyen, üstyapıya gelen kuvvetleri esnek biçimde karşılayan küçük malzemelere **bağlantı malzemeleri** denir.

Bağlantı malzemeleri şu özelliklere sahip olmalıdır:

- Basınca, burulmaya ve devrilmeye karşı mukavemetli olmalı; sağlam tutuş sergilemeli.
- Uzun süre esnekliğini kaybetmemeli.
- Montajı kolay yapılabilmeli.
- Traverslere ön montajı mümkün olmalı.
- Laçkalaşmayan ve aşınmayan bir yapıda olmalı.
- Traversi zayıflatan dübel, vida ve vidalı cıvata için az delik gerektirmeli.
- Uzun ömürlü olmalı.

Bağlantı malzemeleri, rayı raya bağlayan ve rayı traverse bağlayan bağlantı malzemeleri olmak üzere iki gruba ayrılır. Rayı raya bağlayan bağlantı malzemeleri, rayların birbiri ile bağlantısında kullanılan malzemelerdir. Rayı traverse bağlayan bağlantı malzemeleri ise rayların traversle bağlantısında kullanılır ve bağlantının türüne göre farklılık gösterir. Tirfon, selet, bulon, rondela, gergi kıskacı vb.

2.2.1. Rayların Birbiriyle Bağlantısı

Rayların birbiriyle birleştirilmesi kaynak yöntemiyle veya bağlantı malzemeleri kullanılarak yapılabilir. Demiryolunun devamlılığını ve demiryolu araçlarının emniyetli bir şekilde hareket etmesini sağlamak için ray başları cebire, cebire bulonu, üç katlı rondela ve somundan oluşan malzemelerle 250-300 Nm sıkma torku uygulanarak birleştirilir. Cebire bulonunun somunları yolun içine gelecek şekilde yerleştirilmelidir, çünkü bulonözlerin iç taraftan çalışması daha kullanışlı ve kolaydır. Rayı raya bağlayan bağlantı malzemeleri şunlardır (Görsel 2.4):

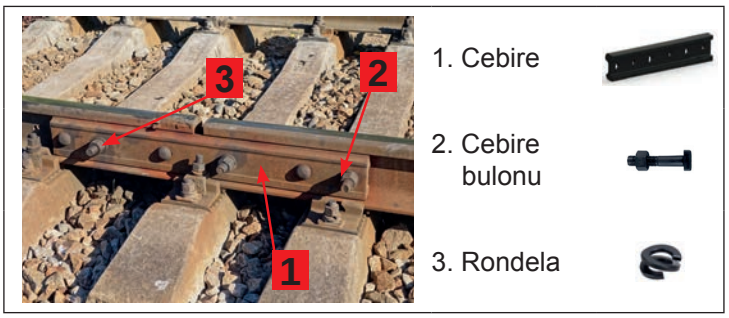
Cebire: Cebireler, ray tiplerine göre imal edilen dört veya altı delikli, dikdörtgen çelik plakalardır. Rayın her iki tarafına monte edilir.

Cebire Bulonu: Cebire bulonları; baş, gövde ve somundan oluşan, cebirelerin raya bağlanması için kullanılan bağlantı malzemeleridir. Somun kısmı yolun iç tarafında kalacak şekilde bağlanır.

Rondela: Rondela; cebire ve somun arasına yerleştirilen, titreşimi azaltan, sağlamlığı artıran, bağlantıya esneklik kazandıran, tek ya da çift katlı tipleri bulunan yaylı pul şeklindeki parçadır.

İzoleli Cebire: Sinyalli bölgelerdeki blok uçlarında, makaslarda, hemzemin geçit gibi yerlerde oluşturulan izole contalarda kullanılan cebirelerdir. Bu cebirelerin ray ile temas eden yüzeyleri özel bir malzemeyle izole edilir.

Kör Cebire Mengenesi: Acil durum bağlantısı olarak da adlandırılan kör cebire mengenesi, deliksiz rayların bağlanması için kullanılan bir bağlantı elemanıdır (Görsel 2.5).



Görsel 2.4: Rayı raya bağlayan bağlantı malzemeleri



Görsel 2.5: Kör cebire mengenesi

2.3. UYGULAMA: RAY BAĞLANTILARI

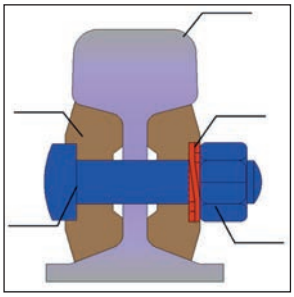
Amaç: Rayların bağlantısını bağlantı malzemeleri kullanarak yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve ray bağlantılarını yaparak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Bulon anahtarı veya bulonöz, cebire, cebire bulonları, çelik metre, rondela, üçgen ölçü kaması, uygulama formu

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında (yeterli uzunlukta uygulama yolu) gerçekleştiriniz.
3. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
4. Uygulama formunda yer alan çizim (Şekil 2.11) üzerine bağlantı malzemelerinin isimlerini yazınız.
5. Uygulama yolunuzdaki bağlantı malzmelerini sökünüz ve temizleyiniz.
6. Ray başlarını yatay ve düşey olarak hizalayınız.
7. Aynı dizideki iki ray arasında, öğretmeninizin belirttiği ölçüde imbisat payı bırakınız.
8. Cebireleri, delikleri karşılıklı olacak şekilde rayın içine ve dışına yerleştiriniz.
9. Cebire bulonlarını, cebire bulon somunları yolun içine gelecek şekilde yerleştiriniz.
10. Cebire ile cebire bulonunun somunu arasına üç katlı rondela yerleştiriniz.
11. 880 Nm sıkma torku uygulayarak birleştirme işlemini tamamlayınız.
12. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.



Şekil 2.11: Bağlantı malzemeleri

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"RAY BAĞLANTILARI" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Bağlantı malzemelerinin isimlerini doğru yazdı.					
3. Aynı dizideki iki ray arasında, belirtilen ölçüde imbisat payı bıraktı.					
4. Cebireleri, delikleri karşılıklı olacak şekilde rayın içine ve dışına yerleştirdi.					
5. Cebire bulonlarını, cebire bulon somunları yolun içine gelecek şekilde yerleştirdi.					
6. Cebire ile cebire bulonunun somunu arasına üç katlı rondela yerleştirdi.					
7. 880 Nm sıkma torku uygulayarak birleştirme işlemini tamamladı.					
8. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)]					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (…) Patenli raylar; mantar, gövde ve taban olmak üzere üç kısımdan oluşur.

2. (…) Rayın bileşiminde; demir, karbon, silis, manganez, fosfor ve kükürt bulunur.

3. (…) Rayı raya bağlayan bağlantı malzemeleri bulon, selet ve cebiredir.

4. (…) Karşılıklı contada ray başı gönye farkı 70 mm'den fazla olmalıdır.

5. (…) Konsol conta en çok tercih edilen conta düzenleme şeklidir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Altyapı platformu üzerine oturan, üzerinde demiryolu araçlarının hareket etmesine olanak sağlayan, araçlardan gelen yükleri platforma aktaran yol bölümüne ……..…… denir.

7. Sıcaklık nedeniyle rayların boyunda meydana gelecek uzama ve kısalmaların etkisini giderebilmek amacıyla contalarda ray uçlarının arasında bırakılan boşluğa ……..…… denir.

8. Yolun her iki ray dizisindeki ray başlarının aynı hizaya gelecek şekilde düzenlendiği conta sistemine ……..…… conta sistemi denir.

9. Acil durum bağlantısı olarak da adlandırılan ……..…… deliksiz rayların bağlanması için kullanılan bir bağlantı elemanıdır.

10. Rayı raya bağlamak için kullanılan, rayın her iki tarafına monte edilen, dört veya altı delikli, dikdörtgen çelik plakalara ……..…… denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

11. Aşağıdakilerden hangisi üstyapı elemanıdır?

A) Köprü B) Menfez C) Şev
D) Travers E) Tünel

12. Aşağıdakilerden hangisi ray üzerinde bulunan bilgilerden biri değildir?

A) Üretici firma B) Çelik kalitesi
C) Ray tipi D) Tasnif numarası
E) Ray boyu

13. Aşağıdakilerden hangisi rayların birbiriyle birleştirilmesinde kullanılan bağlantı malzemelerinden biridir?

A) Cebire B) Kıskaç C) Krapo
D) Selet E) Tirfon

14. Aşağıdakilerden hangisi bağlantı malzemelerinde aranan özelliklerden biri değildir?

A) Montajı kolay yapılabilmeli.
B) Traverslere ön montajı mümkün olmalı.
C) Uzun süre rijitliğini koruyabilmeli.
D) Laçkalaşmayan ve aşınmayan bir yapıda olmalı.
E) Uzun ömürlü olmalı.

15. Ray boyu 36, yarıçapı 600 m olan bir kurpta, birim ray boyundaki hesabi kısalma miktarı kaç m'dir?

A) 0,08 B) 0,09 C) 0,10
D) 0,18 E) 0,36



BALAST VE TRAVERS

KONULAR

3.1. BALASTIN TEŞKİLİ
3.2. TRAVERSLERİN TEŞKİLİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Balastın teşkili
- Traverslerin teşkili
- Rayların traversle bağlantısı

ANAHTAR KAVRAMLAR

balast, figüre, sondaj, travers

3. BALAST VE TRAVERS

Platform üzerine döşenen, traverslere esnek bir yatak oluşturan, traverslerden gelen kuvvetleri sönümleyerek platforma aktaran, keskin köşeli, keskin kenarlı, sert ve sağlam taşlara **balast** denir.

Raydan gelen kuvvetleri karşılayarak balast tabakasına aktaran, yol açıklığını koruyan, yatay kuvvetlere karşı yolu ekseninde tutan ve raylara dik doğrultuda döşenmiş olan üstyapı elemanına **travers** denir.

3.1. BALASTIN TEŞKİLİ

Balastlı demiryollarında yol çerçevesi, balast yatağı içine yüzer şekilde yerleştirilir. Bu durum, yola esneklik kazandırır. Balast tabakasına kuvvet uygulandığında yolun şekil değiştirmesine ve kuvvet ortadan kalktığında yolun tekrar eski hâline dönmesine olanak sağlar.

Balastın görevleri şu şekilde sıralanabilir:

- Traversten gelen yükleri platform üzerinde daha geniş alana homojen olarak yayar, yoldaki kalıcı çökmeleri azaltır.
- Yol çerçevesine esnek bir yatak oluşturur, yolu kotunda ve ekseninde tutar.
- Yolun esnekliğini sağlar.
- Yolda ot bitmesini önler.
- Platformu dona karşı korur.
- Yağmur sularını süzerek yoldan uzaklaştırır ve platformu çamurdan korur.
- Titreşimleri absorbe eder, gürültüyü azaltır ve konfor sağlar.
- Traverslerin toprakla temasını önler.

TCDD Balast Teknik Şartnamesi'ne göre balastın sağlam, çatlaksız ve damarsız, su emme oranı düşük ve dayanıklı kayaçlardan üretilmesi gerekir: granit, siyenit, porfir, bazalt, diyabaz vb. Balast, blok taşlardan üretilmeli ve köşeli olması için konkasörde kırılmalıdır. Üretilecek balast agregası, Tablo 3.1'de verilen gradasyon (tane dağılımı) aralığında olmalı ve en az %50'si 31,5-50 mm arası boyutta malzeme içermelidir.

Tablo 3.1: Balastın Tane Dağılımı

Kare Gözlü Elek Açıklığı (mm)	Elekten Geçen (%)	
	Konvansiyonel Hatlar	Hızlı Tren ve Yüksek Hızlı Tren Hatları
63	100	100
50	70-99	70-99
40	30-65	30-65
31,5	1-25	1-25
22,4	0-3	0-3
0,5	≤1	≤0,6
0,0063	≤0,5	≤0,5

Balastta bulunması gereken özellikler şunlardır:

- Sağlam ve damarsız taştan yapılmalıdır.
- Su geçirimli olmalı ve az su emmelidir.
- Sıcak, soğuk, yağışlı vb. hava koşullarına karşı dayanıklı olmalıdır.
- Çok köşeli, çok yüzlü olmalı ve birbiriyle kaynaşmamalıdır.
- Standartlara uygun olmalı, çok iri veya çok ufak taneli olmamalıdır.
- Homojen olmalı; içinde toz, toprak vb. bulunmamalıdır.
- Darbelere karşı dayanıklı olmalıdır.

3.1.1. Balast Profilinin Tasarım Ölçütleri

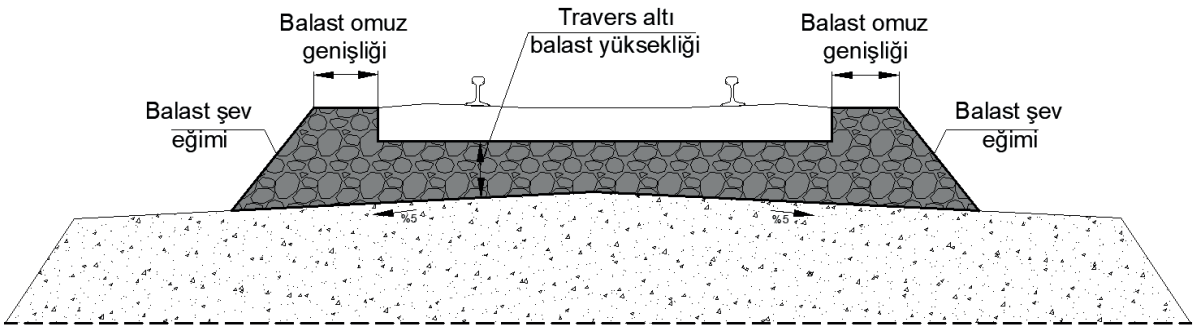
Balast, yolu yerinde tutan en önemli unsurdur. Çünkü yoldaki dresaj ve nivelman arızalarını önler, merkezkaç kuvveti ve merkezcil kuvvetin etkilerine karşı koyar. Balast enkesitleri bu kuvvetlerin etkileri dikkate alınarak belirlenmiştir. Hızın artması üstyapıya etki eden kuvvetlerin şiddetini artırır. Düşey kurplarda travers altı balast miktarı, yatay kurplarda ise omuz (banket) genişlikleri artırılarak bu kuvvetler karşılanabilmektedir.

Balast profilleri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. TCDD Hat Bakım El Kitabı'na göre balast profilinin tasarım ölçütleri Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

Konvansiyonel hatlarda balast omuz genişliği; 36 metreden kısa ray kullanılan hatlarda en az 30 cm, 36 metreden uzun ray kullanılan hatlarda ise en az 40 cm'dir. Makas, izole conta, kruvazman vb. kesimlerde balast omuz genişliği en az 50 cm uygulanmalıdır. Yarıçapı 500 m ile 2 000 m arasında olan kurplarda omuz genişliği en az 50 cm, 500 m'den küçük kurplarda ise omuz genişliği en az 60 cm olmalıdır. Balast şev eğimi en fazla 4/5'tir. Balast seviyesi ile traversin üst seviyesi eşit mesafededir.

Hızlı tren hatlarında omuz genişliği en az 50 cm, balast şev eğimi ise en fazla 2/3'tür. Balast seviyesi, traversin üst seviyesinden 4-6 cm aşağıda olmalıdır.

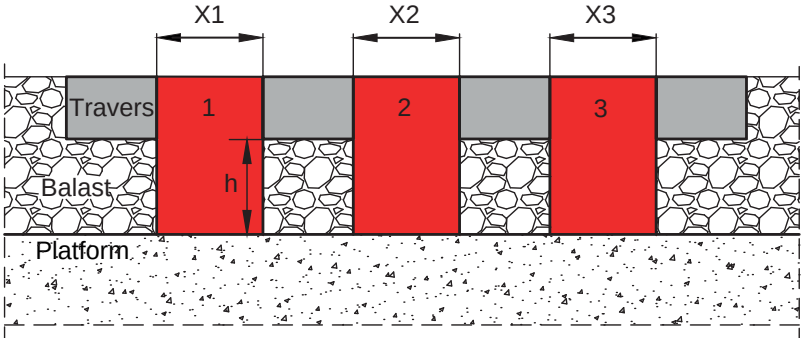
Travers altı balast yüksekliği tüm hatlar için en az 35 cm ve en fazla 50 cm'dir. Balastın azaldığı yerlerde ve yarıçapı 400 m'den küçük kurplarda direnç arttırıcı levhalar kullanılmalıdır.



Şekil 3.1: Balast profilinin tasarım ölçütleri

3.1.2. Balast Sondajının Yapılması ve Hesabı

Yoldaki mevcut balast durumunu kontrol etmek amacıyla her beş yılda bir balast sondajı yapılmalıdır. Bir kilometre yoldaki balast miktarını hesaplayabilmek için öncelikle bir metredeki balast miktarını bulmak gerekir. Her yerde balast miktarı ve kalınlığı eşit olmadığından bir kilometre yol için üç farklı yerden (300, 600 ve 900. metrelerden) sondaj yapılır. Bu noktalarda bulunan üç travers aralığındaki balast (yaklaşık 1 m) yolun dışına çıkarılır. Sondaj için ölçü kabına balast alınırken traversin alt tabanından itibaren balastın profilinde belirtilen derinliğe kadar olan balast boşaltılır. Ayrıca banketlerdeki balast da çıkartılır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Balast sondajı

Dışarı çıkartılan balast elenir, balast ölçme sandığında (boyutları 1.00 x 1.00 x 0,50 m) ölçülür ve boşaltılan aralıktaki balast miktarı bulunur. Balast alınan travers aralıkları, traversin iki başından ölçülür. Bu uzunluklar toplanarak sondaj uzunluğu bulunur. Ölçümler sonrasında orantı kurularak bir metredeki balast miktarı bulunur. Bu işlem, sondaj yapılan üç nokta için de uygulanır. Bulunan değerlerin ortalaması alınır ve ortalama değer 1 000 ile çarpılarak bir kilometredeki balast miktarı hesaplanır.

İstasyonlarda, redüvit yarmalarda, çökmüş veya yükselmiş banketlerde sondaj yapılmaz.

Örnek: Demiryolu hattının 1 kilometrelik yol kesiminde balast sondajı yapılmıştır. Balast profiline göre 1 m için olması gereken balast miktarı 2,100 m^3/m'dir. Yapılan ölçüm sonuçları aşağıda verilmiştir. Sondaj yapılan yoldaki balast oranını bulunuz.

Sondaj yapılan noktalar	Travers aralıkları			Ölçülen balast miktarı
	1. aralık	2. aralık	3. aralık	
300. metre	35 cm	38 cm	36 cm	1,500 m^3
600. metre	39 cm	36 cm	38 cm	1,400 m^3
900. metre	37 cm	35 cm	38 cm	1,450 m^3

300. metrede;

35 + 38 + 36 = 109 cm = 1,09 metredeki balast 1,500 m^3 ise 1,00 metredeki balast miktarı:

$$X = \frac{1,500 \times 1,00}{1,09} = 1,376\ m^3$$

600. metrede;

39 + 36 + 38 = 113 cm = 1,13 metredeki balast 1,400 m^3 ise 1,00 metredeki balast miktarı:

$$X = \frac{1,400 \times 1,00}{1,13} = 1,239\ m^3$$

900. metrede;

37 + 35 + 38= 110 cm = 1,10 metredeki balast 1,450 m^3 ise 1,00 metredeki balast miktarı:

$$X = \frac{1,450 \times 1,00}{1,10} = 1,318\ m^3$$

Ortalama balast miktarı:

$$X = \frac{1,376 + 1,239 + 1,318}{3} = 1,311\ m^3$$

1 metredeki balast miktarı = 1,311 m^3, 1 kilometredeki balast miktarı = 1,311 x 1 000 = 1 311 m^3

Balast kesitine göre 1 m için olması gereken balast miktarı 2,100 m^3/m olduğuna göre

%100 2,100 m^3

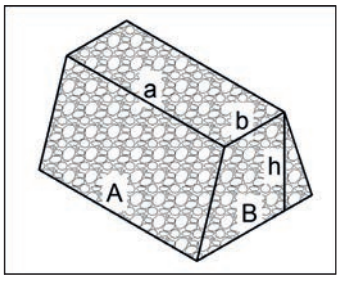
%X 1,311 m^3 orantı kurularak;

$$X = \frac{1,311 \times 100}{2,100} = 62,43\ m^3$$

Sondaj yapılan 1 km'lik yoldaki balast oranının %62 olduğu kabul edilir.

3.1.3. Balast Figüresi Hesabı

Uygun sahalara, düzgün ve üniform bir biçimde konmuş, demiryoluna serilmeye hazır balast yığınına **balast figüresi** denir. Balastın üretileceği ve figüre edilerek depolanacağı saha, demiryolu araçlarının rahatlıkla yükleme ve boşaltma yapmasına imkân sağlamalıdır. Figüre yapılacak sahanın krokisi çizilmeli, nivelmanı yapılmalı, zemin kotları bilinmeli, ayrıca düzgün, temiz ve kuru olmasına dikkat edilmelidir.



Şekil 3.3: Balast figüresi

Figüre, kesik pramit şeklinde hazırlanır (Şekil 3.3). Mümkün olabildiğince çok noktadan ölçü alınır ve ölçülerin ortalaması alınarak balast figüresinin hacmi hesaplanır. Hesaplama yapılırken şu formül kullanılır:

$$V = \frac{h}{6} \times [(B \times (2A + a)) + (b \times (2a + A))]$$

V = Balast figüresinin hacmi
A = Figürenin alt uzun kenarının ortalama uzunluğu
B = Figürenin alt kısa kenarının ortalama uzunluğu
a = Figürenin üst uzun kenarının ortalama uzunluğu
b = Figürenin üst kısa kenarının ortalama uzunluğu
h = Figürenin ortalama yüksekliği

Örnek:

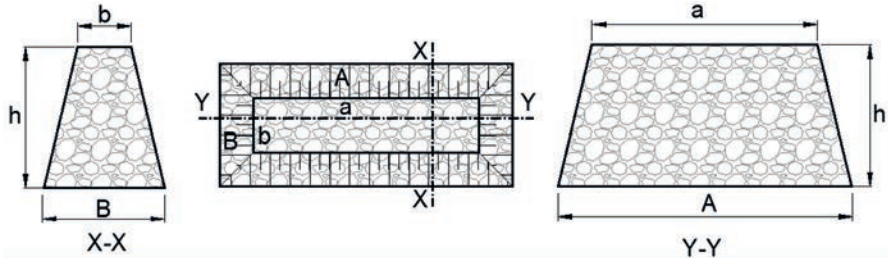
Ölçülen değerler		Ortalama değerler
A = 120,50 - 121,30	→	120,90 m
B = 40,20 - 38,10	→	39,15 m
a = 100,20 - 101,50 - 99,30 - 100,60	→	100,40 m
b = 22,50 - 28,10 - 21,30 - 23,90	→	23,95 m
h = 1,54 - 1,56 - 1,60 - 1,57 - 1,58 - 1,63 - 1,64 - 1,66	→	1,60 m

$$V = \frac{1,60}{6} \times [(39,15 \times (2 \times 120,90 + 100,40)) + (23,95 \times (2 \times 100,40 + 120,90))]$$

$$V = \frac{1,60}{6} \times (21\,101,845) \qquad V = 5\,627,159\ m^3$$

SIRA SİZDE

Kesik pramit şeklinde hazırlanan bir balast figüresi üzerinde ölçümler yapılmış ve ölçülen değerler aşağıda verilmiştir (Şekil 3.4). Bu figürenin hacmini hesaplayınız.



Şekil 3.4: Balast figüresi ölçüleri

Ölçülen değerler
A = 125,20-124,82 m
B = 35,60-52,16 m
a = 110,40-111,30-112,00-111,70 m
b = 30,20-30,80-31,10-30-10,29,50-29,70-29,60 m
h = 1,70-1,65-1,62-1,55-1,57-1,62-1,62-1,58-1,70-1,67-1,67 m

3.1. UYGULAMA: BALASTIN TEŞKİLİ

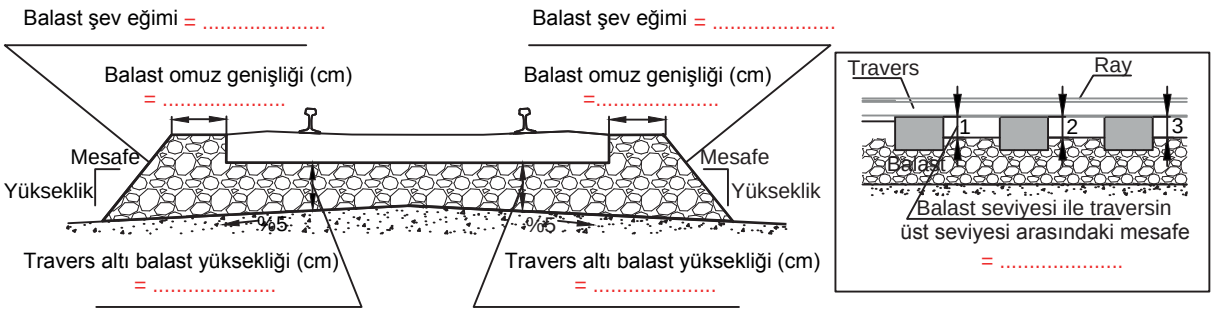
Amaç: Mevcut balast profilini ölçerek balast teşkilini yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve balast teşkilini yaparak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, hesap makinesi, kalem, kazma, kürek, lata, su terazisi, şakül tebeşir, uygulama formu

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
3. Uygulamayı gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında (yeterli uzunlukta uygulama yolu) gerçekleştiriniz.
4. Uygulamayı grup çalışması şeklinde gerçekleştiriniz.
5. Uygulama yoluna ait balast tasarım değerlerini öğretmeninizden alarak Tablo 3.2'deki ilgili kısımları doldurunuz.
6. Art arda 3 travers belirleyiniz ve her balast profil ölçütü için 3 ölçüm yapınız. Yaptığınız ölçümlerin ortalamasını hesaplayarak Şekil 3.5'teki ilgili kısımlara yazınız.
7. Ölçümleri hem yolun sağı hem de yolun solu için ayrı ayrı yapınız.
8. Belirlediğiniz 1. traversin başından metreyi yola dik olacak şekilde tutarak balast omuz genişliğini ölçünüz. Bu işlemi 2. ve 3. travers başlarında da yapınız.
9. Travers altı balast yüksekliğini ölçmek için belirlediğiniz üç travers arasında ve ray hizasında yer alan balastları boşaltınız. Bu yüksekliği rayın izdüşümünden ve travers eksenine dik olacak şekilde metre ile ölçünüz.
10. Balast seviyesi ile traversin üst seviyesi arasındaki mesafeyi, belirlediğiniz 3 travers arasından ve bu traverslerin orta noktasından ölçünüz.
11. Balast şev eğimini bulmak için latanın bir ucunu balast omzu üzerine, hattınıza dik olacak şekilde yerleştiriniz. Su terazisini latanın üzerine yerleştirerek latayı teraziye alınız. Şev eğiminin bittiği alt noktaya şakül tutunuz ve şakülün ipinin latayı kestiği noktayı tebeşirle işaretleyiniz. Şakülün hizasından balast yüksekliğini ölçünüz. Lata üzerinde tebeşirle işaretlenen noktadan şev başlangıcına olan mesafeyi ölçünüz. Ölçülen değerleri yükseklik/mesafe şeklinde yazınız. Kesrin payı 4 olacak şekilde ifadeyi genişletiniz ve şev eğimini tespit ediniz.
12. Ölçülen ve tespit edilen ortalama değerleri Tablo 3.2'de yer alan ölçüm değerleri sütununa yazınız.
13. Sonuçları uygulama yolunuzda olması gereken balast tasarım değerleri ile karşılaştırınız.
14. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.



Şekil 3.5: Ölçülen değerler

Tablo 3.2: Balast Profilinin Ölçüm Tablosu

Balast Profil Ölçütleri	Ölçüm Değerleri		Tasarım Değerleri		Balast Profilinde Bozulma	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
Balast omuz genişliği					( ) Var ( ) Yok	( ) Var ( ) Yok
Travers altı balast yüksekliği					( ) Var ( ) Yok	( ) Var ( ) Yok
Balast seviyesi ile traversin üst seviyesi arasındaki mesafe					( ) Var ( ) Yok	( ) Var ( ) Yok
Balast şev eğimi					( ) Var ( ) Yok	( ) Var ( ) Yok

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"BALASTIN TEŞKİLİ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Balast omuz genişliğini tespit etti.					
3. Travers altı balast yüksekliğini tespit etti.					
4. Balast seviyesi ile traversin üst seviyesi arasındaki mesafeyi ölçtü.					
5. Balast şev eğimini hesapladı.					
6. Yapılan ölçüm değerlerini tasarım değerleri ile karşılaştırdı.					
7. Grupla iş birliği içerisinde çalıştı.					
8. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)]					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

3.2. UYGULAMA: BALAST SONDAJI

Amaç: Balast sondajı yapmak.

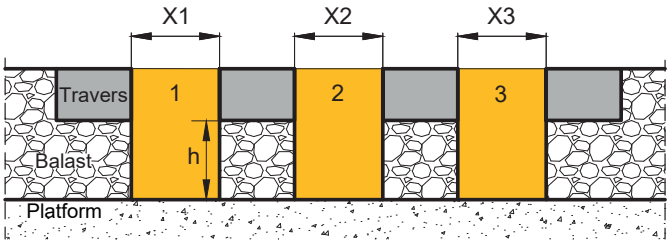
Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve balast sondajını yaparak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, hesap makinesi, kalem, kazma, kürek, ölçme sandığı, uygulama formu

Uygulama Adımları:

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
3. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
4. Uygulamayı grup çalışması şeklinde gerçekleştiriniz.

5. Sondaj yapılacak noktada bulunan üç travers aralığındaki balastı yolun dışına çıkartınız (Şekil 3.6).
6. Traversin alt tabanından itibaren balast profilinde belirtilen derinliğe kadar olan balastı boşaltınız (Şekil 3.6).
7. Banketlerdeki balastı çıkartınız ve dışarı çıkarttığınız balastı eleyiniz.
8. Balastı ölçme sandığında ölçünüz ve balast miktarını bulunuz.
9. Sondajı üç farklı noktada yapınız (Uygulama, her noktada farklı bir grup sondaj yapacak şekilde planlanabilir. Eğitim amaçlı olduğundan bu uygulamada 300, 600 ve 900. metre kuralına uymak zorunda değilsiniz.).
10. Ölçüm sonuçlarını uygulama formunda yer alan kısma işleyiniz, ortalama balast miktarını hesaplayınız ve orantı kurarak 1000 metredeki mevcut balast miktarını bulunuz (Tablo 3.3).
11. Boşalttığınız balastları kuralına uygun şekilde tekrar yerine yerleştiriniz.
12. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.



Şekil 3.6: Sondaj yapılacak travers aralıkları

Tablo 3.3: Balast Sondajı Hesap Tablosu

Ölçülen nokta	Ölçülen balast miktarı (m^3)	Ortalama balast miktarı (m^3)	1 kilometredeki mevcut balast miktarı (m^3)
300. metre			
600. metre			
900. metre			

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"BALAST SONDAJI" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Balastı doğru noktadan yolun dışına çıkarttı.					
3. Balastı olması gereken derinliğe kadar boşalttı.					
4. Dışarı çıkartılan balastı eledi.					
5. Balastı ölçme sandığında ölçtü.					
6. Mevcut balast miktarını doğru hesapladı.					
7. Grupla iş birliği içerisinde çalıştı.					
8. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)]					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

3.2. TRAVERSLER

Demiryolu üstyapısını oluşturan elemanlardan biri olan traversler, ray ile balast arasında yer alır. Traversler, raydan gelen yükleri yayarak balasta aktarır ve yol geometrisini korur. Ayrıca raylara içe doğru verilmesi gereken eğim, traversler aracılığıyla sağlanabilir.

Travers aralıkları; hız, ekartman, dingil yükü vb. koşullara bağlı olarak farklılık göstermektedir. Türkiye'nin de üyesi olduğu UIC hatlarında traverslerin eksenleri arasındaki mesafe yaklaşık 55-60 cm'dir. Türkiye'de yeni yapılan konvansiyonel hatlarda traverslerin eksenleri arasındaki mesafe 62-63 cm olarak uygulanmaktadır. Bu standart, makineli tamirat çalışmalarında faydalı olmaktadır. Hızlı tren hatlarında ise bu değer 60 cm'dir. Traverslerin görevini gerçekleştirebilmesi için belirli özelliklere sahip olması gerekir. Traverslerde olması gereken özellikler şu şekilde sıralanır:

- Aşınmaya dayanıklı olmalı.
- Esnek bir yapıya sahip olmalı.
- Kırılma ve ezilmeye karşı dayanıklı olmalı.
- Ray montajına elverişli olmalı.
- Hava koşullarına ve çevresel etkilere karşı dayanıklı olmalı.
- Yeterli ağırlıkta olmalı, çok hafif olmamalı.
- Uygun maliyette olmalı.
- Gürültü ve darbeleri azaltmalı.

3.2.1. Travers Çeşitleri

Demiryollarında kullanılan traversler yapıldıkları malzemeye göre ahşap, demir, betonarme ve plastik traversler olmak üzere dört çeşittir.

a) Ahşap Traversler

Ahşap traversler raydan gelen kuvvetleri esnek bir şekilde balasta iletir. Diğer traverslere göre yükü daha iyi dağıtır, darbeleri sönümler. Esnek bir yapıya sahip olduğundan ahşap traverslerin kullanıldığı hatlardaki gürültü seviyesi, beton ve demir traverslerin kullanıldığı hatlara göre daha düşüktür. Ancak maliyetinin yüksek, ömrünün kısa oluşu nedeniyle ve ağaç kesimini azaltmak amacıyla günümüzde kullanım alanı daralmıştır. Konvansiyonel hatlardaki makaslar, çelik köprüler, çok dar yarıçaplı kurplar vb. yerlerde kullanımına devam edilmektedir (Görsel 3.1).

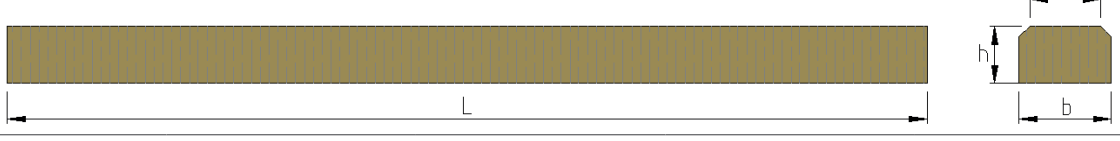


Görsel 3.1: Ahşap travers

Her türlü ray çeşidiyle uyumludur, ana hatlarda ve makaslarda kullanılabilir. Normal travers, makas traversi ve köprü traversi olmak üzere üç gruba ayrılır. Ahşap travers ölçüleri Tablo 3.4'te görülmektedir.

Tablo 3.4: Ahşap Traversin Ölçüleri

Traversin Tipi	Üst Genişlik (cm) (a)	Alt Genişlik (cm) (b)	Yükseklik (cm) (h)	Boy (cm) (L)
Normal travers	18-20	23-26	13-16	260-270
Makas traversi	20-22	26-30	15-16	270-510
Köprü traversi	22-26	22-26	22-27	260-270



Ahşap traverslerin olumlu yönleri şu şekilde sıralanabilir:

- Bakım masrafı azdır.
- Esnektir.
- Balasta zarar vermez.
- Yol stabilizesini bozmayacak kadar ağır, taşınabilecek kadar hafiftir.
- Gürültüsüz bir yolculuk sağlar.
- Yalıtkandır.
- Deray durumunda fazla hasar görmez.

Ahşap traverslerin olumsuz yönleri şu şekilde sıralanabilir:

- Rutubetten çok etkilenir.
- Yanma ihtimali yüksektir.
- Dresaja dayanıksızdır, yol genellikle kurplarda dışa kayar.
- Ekartmanı koruması zordur.
- Şöminmana dayanıksızdır.
- Ömürleri kısadır.

Ahşap travers yapımında kullanılacak ağacın cinsi, traverslerde bulunması gereken özellikleri karşılayabilecek kalitede olmalıdır. Bunun yanında yerel anlamda bulunabilir olması ve dolayısıyla da ekonomik olması, travers yapımında kullanılacak ağaç cinsini belirleyen bir unsurdur. Bu nedenle Türkiye'de yapılan ahşap traverslerde, ormanlardaki ağaç türü oranına paralel olarak en çok çam, meşe ve kayın ağaçları kullanılmıştır. Bazı ülkelerde çok sert, yanmaya ve hava etkilerine dayanıklı, enjekteye ihtiyaç duymayan okaliptus ve azobe ağaçlarından da travers yapılmaktadır.

Ham traversler ağaç türüne göre yaklaşık bir iki yıl açık havada kurutulur, ardından emprenye edilir. **Emprenye**; kreozot adı verilen bir kimyasalın çeşitli yöntemler kullanılarak traverse emdirilmesidir. Bu işleme **enjekte** de denir. Emprenye, traverslerin ömrünü uzatmak ve traverse su geçirmezlik özelliği kazandırmak amacıyla yapılır.

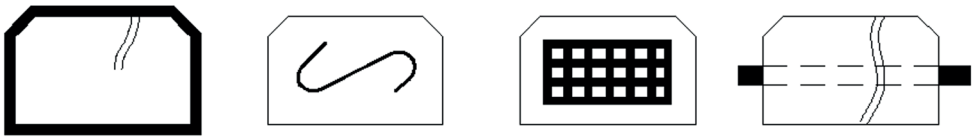
Ahşap traverslerde zamanla basınç, güneş ve yağmur etkisiyle boyuna doğrultuda çatlaklar oluşabilir. Çatlamaların önlenip (Şekil 3.7) travers ömürlerinin uzatılması için şu işlemler yapılır:

Çemberleme: 4-5 cm eninde ve 1-2 mm kalınlığındaki tokalı çember, özel bir aletle traversin başlarına bağlanır.

S Demiri İle Takviye: S şeklindeki demir parçası imalat anında traversin her iki başına çakılır.

Delikli Plaka Çakılması: Dikdörtgen şeklindeki delikli ve dişli sac plakalar traversin başlarına çakılır.

Bulonla Takviye: 10-12 mm çapında, bu iş için özel olarak yapılmış bulonlarla çatlayan kısım delinip çatlak bağlanır.



Şekil 3.7: Ahşap traverslerin çatlamasına karşı alınacak önlemler

b) Demir Traversler

Yumuşak çelikten imal edilmiş traverslerdir. İletken bir malzeme olduğu için sinyalizasyonlu hatlarda kullanımı mümkün değildir. Üretimleri ahşap traverse göre daha kolay ve daha hızlıdır.

Çok farklı profillerde demir travers mevcuttur. Türkiye'de kullanılan traverslerin profili ters "U" şeklindedir (Görsel 3.2). Haddeden çekilir, kesilir ve balastı iyice kavrayıp uçlardan dışarı çıkmasını engellemek için uç kısımları bükülür.

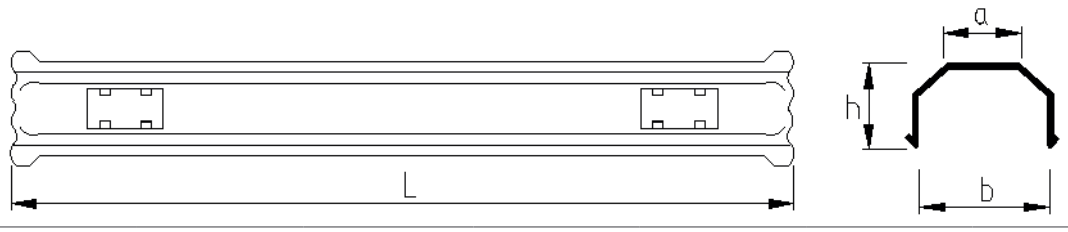
Demir traversler, birlikte kullanıldıkları ray tipine göre farklı ölçülerde üretilir ve buna göre isim alır (49,050 kg/m ray demir traversi, 46,303 kg/m ray demir traversi vb.). Bazı demir traverslere ait ölçüler Tablo 3.5'te görülmektedir. Kullanımında ortaya çıkan güçlükler nedeniyle günümüzde demir traversler tercih edilmemektedir.



Görsel 3.2: Demir travers

Tablo 3.5: Demir Travers Ölçüleri

Traversin Tipi	Üst Genişlik (cm) (a)	Alt Genişlik (cm) (b)	Yükseklik (cm) (h)	Boy (cm) (L)	Et Kalınlığı (cm)	Ağırlık (kg)
Demir travers	6,25-13,5	23,2-26	7,5-10	240-270	0,9-1,1	50-85



Demir traverslerin olumlu yönleri şu şekilde sıralanabilir:

- Ömürleri 45-50 yıldır.
- Şekil ve boyut bakımından daha kolay istiflenir.
- Çerçeveler daha hafiftir, dolayısıyla taşınması daha kolaydır.
- Rayların demir traverslere bağlanması ve sökülmesi daha kolaydır.
- Ahşap traversteki gibi laçkalaşmaz.
- Yanmaya karşı dayanıklıdır.
- Dresaja dayanıklıdır.
- Ekartmanı iyi korur.

Demir traverslerin olumsuz yönleri şu şekilde sıralanabilir:

- Hafif olduğundan yüksek hız ve ağır yük taşımacılığı yapılan hatlara uygun değildir.
- İletken olduğundan sinyalli bölgelerde kullanılamaz.
- Demir traversler rutubette paslanır.
- Bakımı zor ve masraflıdır.
- Gürültü düzeyi yüksektir.
- Yeterince esnek değildir.
- Balastı çabuk yıpratır.
- Deray durumunda kullanılmaz hâle gelir.

c) Betonarme Traversler

Ahşap ve demir traverslerin sakıncalarını gidermek amacıyla farklı bir travers malzemesine ihtiyaç duyulmuş ve beton traversler üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. Beton traversler 1920 yılından itibaren kullanılmaya başlanmış, pek çok farklı tip denenmiş ancak pek başarılı olunamamıştır.

Titreşimler ve contalardaki şoklar, traverslerin bir müddet sonra parçalanarak dağılmasına neden olmuştur. 1940'lı yıllardan itibaren bir taraftan elde edilen deneyimler, diğer taraftan da "öngermeli beton" ve özellikle esnek bağlantılardan yararlanılması ile beton traverslerin kullanımı yaygınlaşmıştır.

Türkiye'de ve dünyada en çok kullanılan travers tipi betonarme traverstir. Diğer travers türlerine göre üretimi daha kolay ve ekonomiktir. Demiryolunun ihtiyacına göre beton traverslerin boyutu ve beton karışımı kolaylıkla değiştirilebilir. Bu nedenle pek çok tipte ve şekilde betonarme travers üretilebilmektedir.

Beton travers olarak da adlandırılan betonarme traversler üretilirken özel malzemeler kullanılır. Travers üretiminde kullanılan çimento, piyasada satılan portland çimentosundan daha üstün özelliklere sahip, özel travers çimentosudur. Kum, içerisinde mil ve diğer artık madde oranı en az olandan seçilir ve yıkama işlemine tabi tutulur. Çeşitli boyutlarda kırılarak betona katılan mıcır, çok sağlam ve gözenekli bir yapıya sahip balast taşından yapılır.

Beton traversin içine yerleştirilen gergi çelikleri de özeldir. Bu gergi çelikleri gerildikten sonra beton travers, kendisinden beklenen görevleri yapabilecek dayanıma ulaşır.

Betonarme traverslerin olumlu yönleri şu şekilde sıralanabilir:

- Ekartmanı iyi korur.
- Az gürültü yapar (Demir traversten az.).
- Nemden etkilenmez.
- Dış etkilere ve ateşe dayanıklıdır.
- Ağır olduğundan ağır tonajlı ve yüksek hız yapılan hatlara uygundur.
- Yalıtkandır.

Betonarme traverslerin olumsuz yönleri şu şekilde sıralanabilir:

- Bakımı zordur, makineli çalışmayı gerektirir.
- Kurplarda, kurp merkezi yönünde dresaj olur.
- Balasta fazla zarar verir.
- Esnekliği azdır.
- Çürük platformlarda kullanılamaz.
- Deray durumunda kullanılmaz hâle gelir.

Betonarme traversler genel olarak tek bloklu (monoblok) ve ikiz bloklu olmak üzere iki gruba ayrılır:

Tek Bloklu (Monoblok) Betonarme Traversler

Dünya genelindeki demiryollarında en çok kullanılan betonarme travers tipidir. Bu traversler ağırlıklarından dolayı yol stabilitesine uygundur ve ekartmanı iyi korur. Bu nedenle ağır tonajlı ve hızlı demiryolları için iyi bir seçenektir. Monoblok travers, içinde bulunan çelik gergi çubuklarının gerilmesi suretiyle imal edilen, tek bloklu betonarme travers türüdür (Görsel 3.3). Çelik gergi çubuğunun gerdirme sırasına göre songerme veya öngerme işlemine tabi tutularak üretilir.



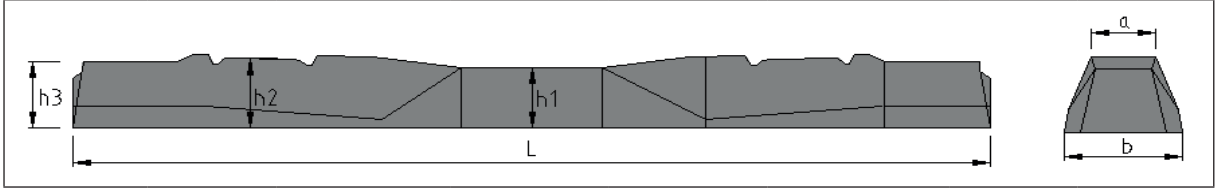
Görsel 3.3: Tek bloklu betonarme travers

Tek bloklu traversler kullanılacakları yere (hat, makas, köprü vb.) ve birlikte kullanılacakları rayın tipine göre çeşitli ebat ve tiplerde üretilir. Travers tasarımları ülkeden ülkeye farklılık gösterir. Türkiye'deki konvansiyonel hatlarda ve hızlı tren hatlarında genel olarak monoblok betonarme traversler kullanılmaktadır.

Bunlardan en çok kullanılanı, “49 E1” raylara uyumlu B 58 tipi ve “60 E1” raylara uyumlu B 70 tipi tek bloklu betonarme traverslerdir. Bazı betonarme travers ölçüleri Tablo 3.6’da görülmektedir.

Tablo 3.6: Bazı Monoblok Travers Ölçüleri

Traversin Tipi	Üst Genişlik (cm) (a)	Alt Genişlik (cm) (b)	Orta Kısım Yüksekliği (h1	Ray Altı Yüksekliği (cm) (h2	Travers Başı Yüksekliği (cm) (h3)	Boy (cm) (L)	Ağırlık (kg)
B 58	15	32	17,5	20	20	240	252
B 70	16,1	30	18,5	21,5	19-23,5	260	291



Makaslarda kullanılan traverslerin uzunluğu, kullanıldığı yere göre makas boyunca farklılık gösterir. Bu uzunluk, makasın tipine göre 220-530 cm arasında değişen değerlerde olur. Ayrıca traversler üzerindeki bağlantı malzemelerinin yeri ve sayısı, makas içerisindeki her traverste farklı olabilmektedir. Görsel 3.4’te farklı uzunluklarda betonarme makas traversleri görülmektedir.



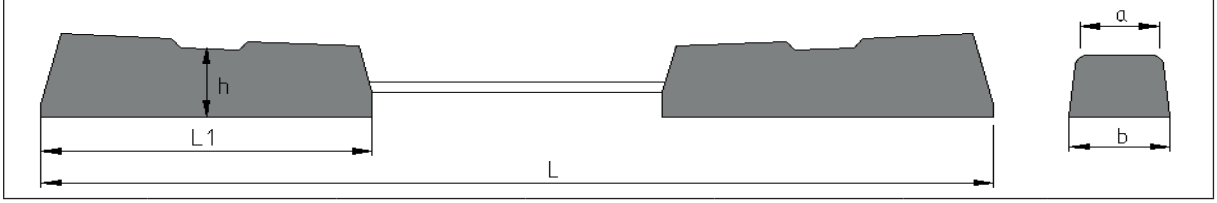
Görsel 3.4: Betonarme makas traversleri

İkiz Bloklu Betonarme Traversler

Ağır tonajlı ve hızlı taşımacılığın yapılmadığı metro, tramvay vb. raylı sistem işletmelerinde hem ekonomik travers kesitlerinin elde edilmesi hem de yolda esnekliğin sağlanması için ikiz bloklu betonarme traversler kullanılmaktadır. Bu traversler monoblok traverslere göre daha hafif olup hem balastlı hem de balastsız hatlarda kullanılabilmektedir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7: Bazı İkiz Travers Ölçüleri

Traversin Tipi	Üst Genişlik (cm) (a)	Alt Genişlik (cm) (b)	Yükseklik (cm) (h)	Blok Boyu (cm) (L1)	Boy (cm) (L)	Ağırlık (kg)
U 31	19	29	22,9	68	224,50	200
U 41	19	29	22	84	241,50	230



Balastlı hatlarda kullanılan ikiz bloklu betonarme traverslerde, yola esneklik sağlamak amacıyla orta bölümde beton bulunmaz. Ekartmanı korumak amacıyla iki beton bloku birbirine birleştiren uzun bir çelik korniyer bulunur. Balastsız hatlarda kullanılan ikiz bloklu betonarme traverslerde ise çelik korniyere gerek yoktur. Çünkü balastsız inşa edilen betonarme alt temelli hatlarda, traversler beton yapı içerisine yerleştirildiğinden ekartmana ilişkin sorun oluşmamaktadır (Görsel 3.5). Türkiye’deki balastlı yollarda ikiz beton traversler kullanılmamaktadır ancak balastsız hatlarda örnekleri mevcuttur: Marmaray hattı, Eskişehir tramvay hattı vb.



Görsel 3.5: İkiz bloklu travers

ç) Kompozit Plastik Travers



Görsel 3.6: Plastik travers

Kompozit plastik traversler hem balastlı hem balastsız demiryollarında kullanılabilmektedir. Tünellerde, metrolarda, köprü ve viyadüklerde tercih edilir. Diğer travers türlerine iyi bir alternatiftir ve ahşap traverslerden beklenen özellikleri karşılayabilmektedir. Bu tür traversler kauçuk ve plastik malzemelerden imal edildiği için plastik malzemelerin geri dönüşümüne katkı sağlamaktadır. Çeşitli ülkelerde kullanımına başlanmış olmakla birlikte, kompozit plastik traverslerin geliştirilme çalışmalarına devam edilmektedir (Görsel 3.6).

Plastik traverslerin olumlu yönleri şu şekilde sıralanabilir:

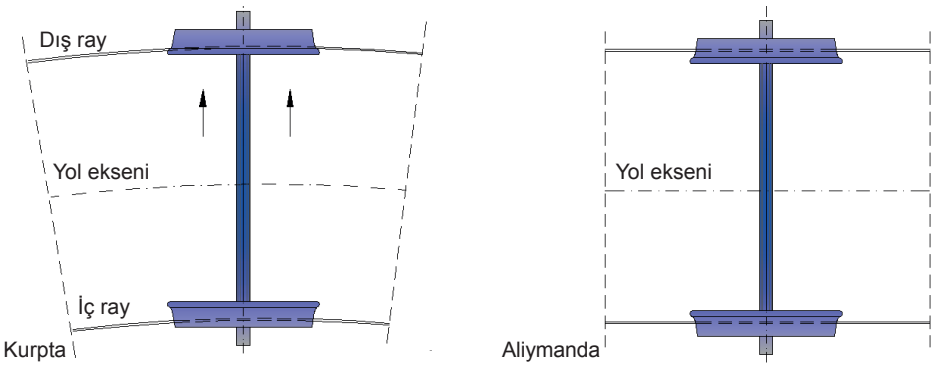
- Plastik traversler gürültü ve sarsıntıyı azaltır.
- Balasta zarar vermez.
- Isıya ve rutubete, kimyasal maddelere karşı dayanıklıdır.
- Uzun ömürlüdür (yaklaşık 50 yıl).
- Yalıtkandır.
- Oldukça hafiftir.
- Gürültüsüz bir yolculuk sağlar.
- Nakliyesi kolaydır.

Plastik traverslerin olumsuz yönleri şu şekilde sıralanabilir:

- Hafif olduğundan yüksek hız ve ağır yük taşımacılığı yapılan hatlara uygun değildir.
- Ateşe karşı dayanıklı değildir.
- Basınç gerilmelerine karşı dayanıklı değildir, kiriş gibi çalışamaz.
- Maliyetleri yüksektir.
- Ekartmanı koruma konusunda yetersizdir.

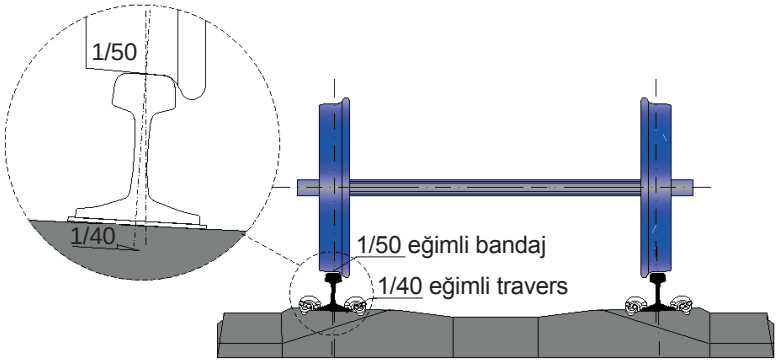
3.2.2. Raylara Traversle Eğim Verilmesi

Demiryolu aracının tekerlekleri birbirine bağlıdır ve tekerlekler birlikte döner. Aliymanda her iki tekerleğin yuvarlanma mesafesi aynıdır. Ancak kurplarda iç ray dizisi dış ray dizisine oranla daha kısa olduğundan dış rayda yol alan tekerleğin iç raydaki tekerleğe göre daha uzun bir mesafe katetmesi gerekir. Bunun sağlanabilmesi için tekerlek bandajları konik şekilde imal edilir. Merkezkaç kuvvetinin etkisiyle tekerlekler bir miktar kurp dışına kayar. Koniklik sayesinde dış taraftaki tekerlek büyük çaplı kısımda, iç taraftaki tekerlek ise küçük çaplı kısımda döner. Bu durumda iç taraftaki tekerlek, dış taraftakine göre daha fazla yol almış olur ve araçlar kurplardan sorunsuz geçer (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Tekerleğin kurp ve aliymandan geçişi

Raylara, tekerlek bandajlarının konikliğine uyum sağlayabilmesi için yol içerisine doğru 1/40 eğim verilir. Ahşap traverslerde rayın eğimi seletler aracılığıyla sağlanır. Beton traverslerde ise seletler düzdür ancak traversin üst yüzeyi 1/40 eğimli imal edilir (Şekil 3.9). Makaslarda raya eğim verilip verilmemesi hattın türüne bağlıdır. Konvansiyonel hatlardaki makaslarda genellikle eğim verilmez. Eğer raya eğim verilecekse makasın ilgili bölümlerine uygun, özel profilli raylar veya eğimli seletler kullanılır.



Şekil 3.9: Raylara eğim verilmesi

3.2.3. Rayların Traverslerle Bağlantısı

Rayı traverse bağlayan bağlantı malzemeleri; bağlantı sistemine, bağlantının türüne, traversin cinsine göre farklılıklar gösterir. Türkiye'de ve dünyadaki demiryollarında çeşitli tiplerde bağlantı sistemleri kullanılmaktadır. Rayı traverse bağlayan bağlantı sistemleri; rijit bağlantı, yarı esnek bağlantı ve esnek bağlantı sistemi olmak üzere üç gruba ayrılır.

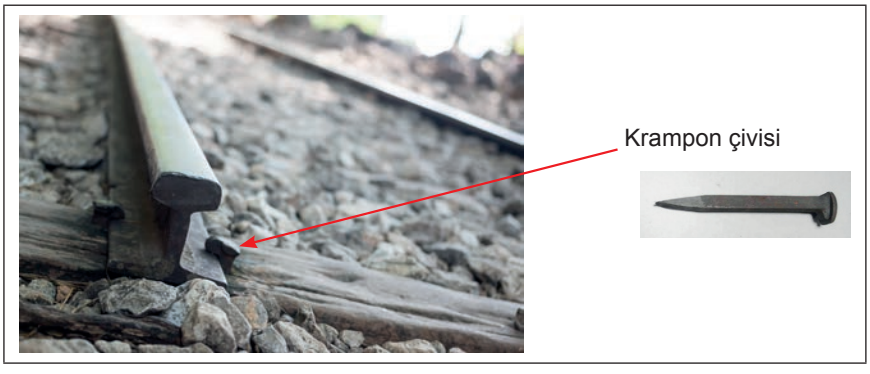
a) Rijit Bağlantı Sistemi

Ahşap ve demir traverslerde kullanılan klasik bağlantı sistemidir, günümüzde tercih edilmemektedir. Bu bağlantı sistemi esnek olmadığından demiryolu araçlarının geçişinde meydana gelen hareketlere uyum sağlayamaz. Tren geçişi sırasında rayın traverse basmasıyla oluşan yaylanma kalıcı deformasyon oluşturur. Bunun sonucunda bağlantılar gevşer ve bozulur, dolayısıyla yol sık bakım ve onarım gerektirir.

Rijit bağlantı sistemi; rayın traverse bulon, çivi veya tirfon ile sabitlenmesi olarak tanımlanabilir. Seletli ve seletsiz tipleri vardır. Seletli tiplerde ray ve travers arasına çelik seletler yerleştirilir.

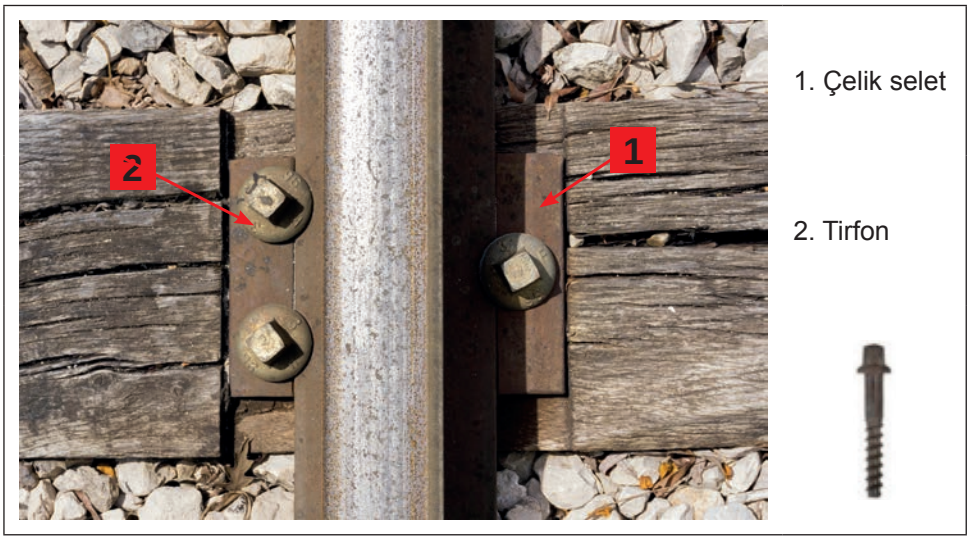
Rijit bağlantı sistemine örnek olarak aşağıdaki bağlantılar verilebilir:

Seletsiz bağlantı: Ahşap traverslerde kullanılan, rayların traverslere tirfonlar veya krampon çivileriyle doğrudan bağlandığı eski ve ilkel bir bağlantıdır (Görsel 3.7). Krampon çivileri, ahşap traveslerde rayı traverse sabitlemeye yarayan çivilerdir. Tirfon, ahşap ve beton traverslerde rayı doğrudan veya dolaylı olarak traverse sabitlemeye yarayan vida benzeri bir parçadır.



Görsel 3.7: Seletsiz bağlantı

"N" tipi bağlantı: Ahşap traverslerde kullanılan, seletsiz bağlantılara çelik selet eklenerek oluşturulan rijit bir bağlantıdır (Görsel 3.8).



Görsel 3.8: "N" tipi bağlantı

Çelik selet, ray ile travers arasına yerleştirilen geniş yüzeyli çelik bir parçadır. Ahşap traverslerde, traverse açılan tirfon deliklerinin genişleyip büyümesi ve etrafında çatlakların oluşması riski yüksektir. Ayrıca tirfon delikleri laçkalaştığında traverslerde yeni delikler açılması gerekir ve bu durum traverslerin ömrünü kısaltır.

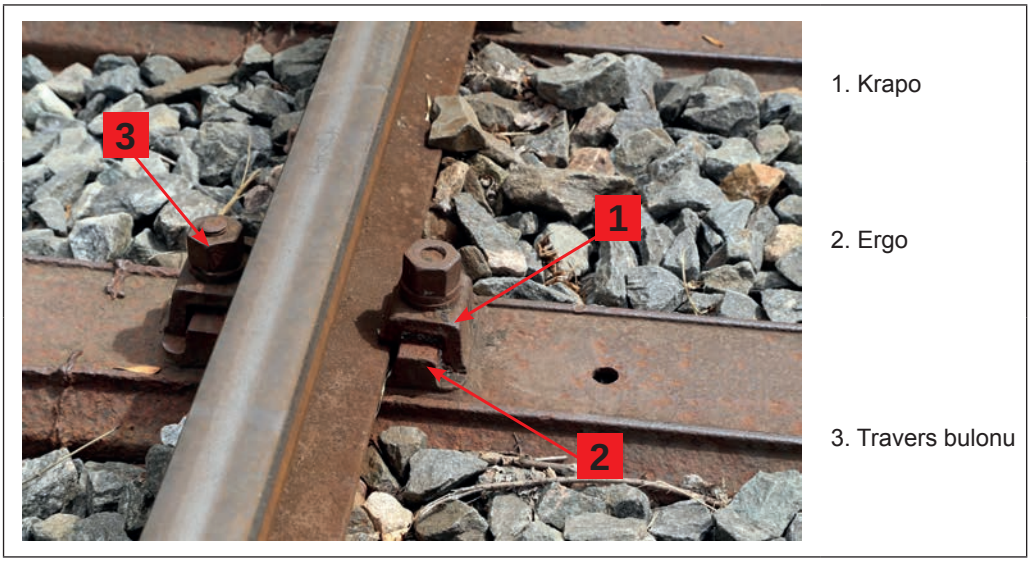
Demir travers bağlantısı: Demir traverslerde kullanılan; ergo, krapo ve travers bulonundan oluşan rijit bir bağlantıdır (Görsel 3.9). Gerekirse rondela da ilave edilebilir.

Ergo, rayın yatay doğrultuda hareket etmesini önleyen parçadır.

Krapo, rayın düşey doğrultuda hareketini önlemekle birlikte, ray tabanını traverse sabitleyen parçadır.

Travers bulonu, ergo ve kraponun demir traverse sabitlenmesi için kullanılan özel başlı ve somunlu bir cıvatadır.

Bağlantıya esneklik kazandırmak ve bulon somununun gevşemesini önlemek için ise **rondela** kullanılır.



Görsel 3.9: Demir travers (krapo-ergo tipi) bağlantısı

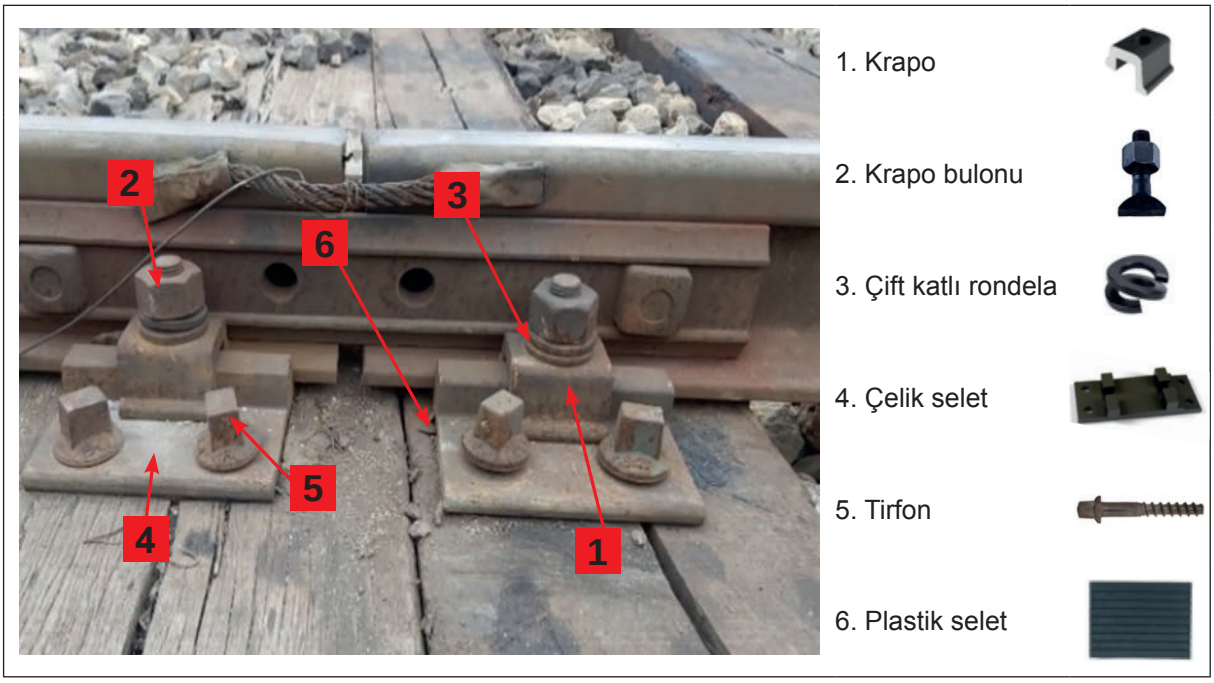
b) Yarı Esnek Bağlantı Sitemi

Rijit bir bağlantı sistemi olan "K" tipi bağlantıya, rondela ve ray altı plastik seletler eklenerek bağlantı yarı esnek hâle getirilmiştir. Türkiye'de kullanımına devam edilen bir bağlantı sistemidir.

K tipi bağlantı: Beton, ahşap, plastik traverslerde ve traverssiz beton bağlantılarında kullanılan yarı esnek bağlantı sistemidir.

"K" tipi bağlantı için çelik selet, tirfon, krapo, krapo bulonu, çift katlı rondela ve plastik selet kullanılır. Ahşap traverslerde 4, beton traverslerde 2 tirfonla selete bağlanır.

Raylara bağlantı; krapo, krapo bulonu ve çift katlı rondela ile sağlanır (Görsel 3.10).



Görsel 3.10: K tipi bağlantı malzemeleri

Plastik selet, ray tabanı ile çelik selet arasına veya ray tabanı ile travers arasına konulan plastik bir parçadır.

Krapo bulonu, krapoyu selete sabitlemek için kullanılır.

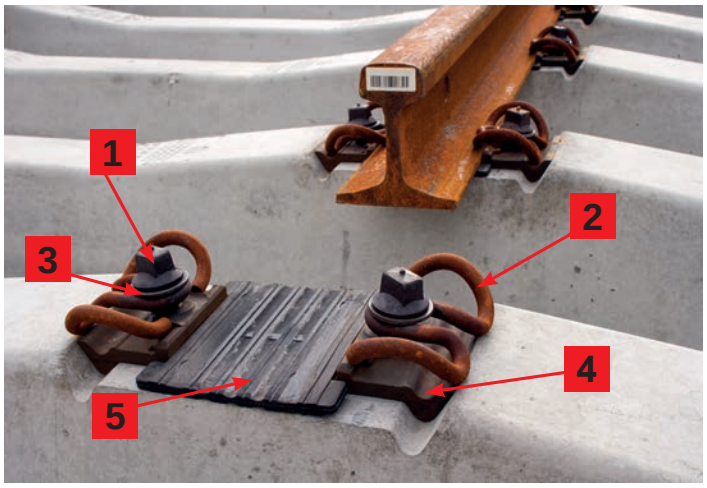
c) Esnek Bağlantı Sistemi

Rijit bağlantı sistemlerinin yarattığı sakıncaları ortadan kaldırmak amacıyla farklı tiplerde esnek bağlantı sistemleri geliştirilmiştir. Bu bağlantılardan en güvenilir olan ve tüm dünyada en çok tercih edilen "HM" tipi ve benzeri bağlantılardır.

BİLGİ NOTU

TCDD hatlarında en çok kullanılan esnek bağlantı sistemleri "HM" ve "KS" tipi bağlantılardır. Rijit ve yarı esnek bağlantılar yeni yapılan hatlarda kullanılmamakta, yavaş yavaş terk edilmektedir.

HM tipi bağlantı: Beton traverslerde kullanılan esnek bağlantı sistemidir. Gergi kıskacı, açı kılavuzu, plastik selet, tirfon ve besleme rondelasından oluşur (Görsel 3.11).



1. Tirfon
2. Gergi kıskacı
3. Besleme rondelası
4. Açı kılavuzu
5. Plastik selet



Görsel 3.11: HM tipi bağlantı malzemeleri

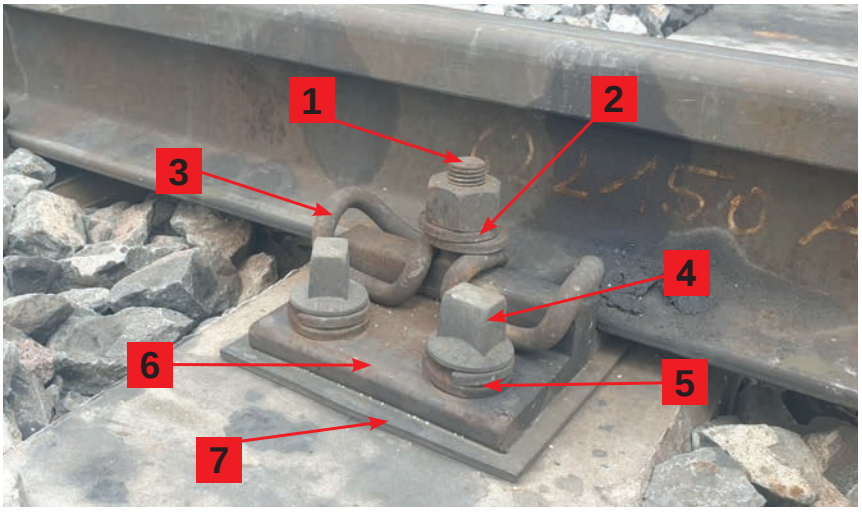
Esnek olduğu için yolda oluşan gerilme ve darbelere dayanıklıdır, yapım ve bakım maliyeti düşüktür. HM tipi bağlantı gergi kıskacının tipine göre farklı numaralarla adlandırılır. Örneğin TCDD hatlarında Vossloh Skl 14 tipi gergi kıskaçları kullanılmaktadır.

Sert plastikten yapılan plastik **açı kılavuzu**, ray tabanından gelen yatay doğrultudaki yüklerin yönünü değiştirip traversin iç kısımlarına doğru aktarır ve rayın yatay yönde hareketini önler.

Gergi kıskacı (klips); rayın tabanına oturan, raydan gelen yükü traverse ileten ve trifonları gergin tutarak titreşimden dolayı gevşemesini önleyen çelik parçadır**.**

Besleme rondelası, tirfonun gergi kıskacını deforme etmemesi için tirfon ile gergi kıskacı arasına konulan metal puldur.

KS tipi bağlantı: Beton makas traverslerinde ve ahşap traverslerde kullanılan esnek bağlantı sistemidir. Hem "K" hem "HM" tipi bağlantılarda kullanılan malzemelerin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. TCDD hatlarında Vossloh Skl12 tipi gergi kıskaçları kullanılmaktadır. Çelik selet, tirfon, plastik selet, gergi kıskacı, çift katlı rondela, krapo bulonu ve besleme rondelasından oluşur (Görsel 3.12).

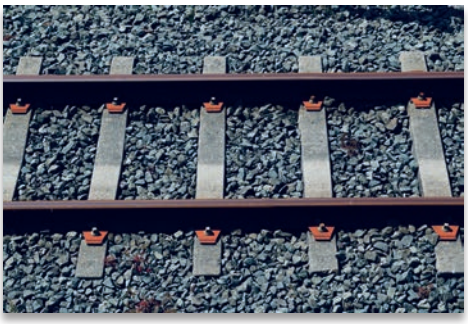


1. Krapo
2. Besleme rondelası
3. Gergi kıskacı
4. Tirfon
5. Çift katlı rondela
6. Çelik selet
7. Plastik selet

Görsel 3.12: KS tipi bağlantı malzemeleri

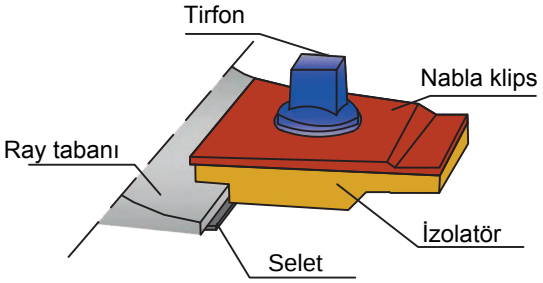
ç) Diğer Esnek Bağlantılar

Türkiye'de ve dünya genelinde kent içi raylı sistemlerde kullanılan farklı tiplerde esnek bağlantılar mevcuttur: Pandrol, Lineloc, Hambo, Nabla, RN, Vossloh vb. Bunlardan en çok kullanılan Nabla, Pandrol ve Voshloh bağlantı sistemleridir. Bu bağlantı sistemlerinin kendi içinde de çeşitli tipleri mevcuttur.



Görsel 3.13: Nabla bağlantı

Nabla bağlantı sistemi: Yüksek hızlara imkân sağlayan esnek bir bağlantı sistemidir (Görsel 3.13). Bu sistemde bağlantı tipine göre izolatör, klips, cıvata, somun, tirfon vb. bağlantı elemanları kullanılmaktadır (Şekil 3.10). Beton traversli demiryollarında - özellikle Avrupa, Amerika ve Afrika'da - kullanılmaktadır. Türkiye'de ilk kez Taksim Metrosu'nda kullanılmıştır.

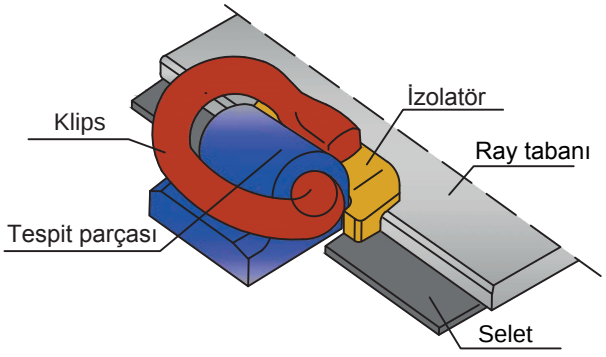


Şekil 3.10: Tirfonlu Nabla bağlantı

Pandrol bağlantı sistemi: Dünyada yaygın olarak kullanılan bir bağlantı sistemidir (Görsel 3.14). Bu sistemde bağlantı tipine göre krapo, çelik selet, plastik selet, izolatör, klips, rondela vb. bağlantı elemanları kullanılmaktadır (Şekil 3.11). Türkiye'de Pandrol e-klips tipi, Ankara ve İstanbul'daki bazı metro hatlarında kullanılmaktadır.



Görsel 3.14: Pandrol bağlantı sistemi (e-klips tipi)



Şekil 3.11: Padrol e-klips tipi bağlantı

3.3. UYGULAMA: TRAVERSLERİN TEŞKİLİ

Amaç: Traverslerin teşkilini yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve traverslerin teşkilini yaparak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, kazma, kürek, manivela

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
3. Uygulamayı gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında (yeterli uzunlukta uygulama yolu) gerçekleştiriniz.
4. Uygulamayı grup çalışması şeklinde gerçekleştiriniz.
5. Uygulama yolunuzdaki 2. tabaka balastı kaldırınız.
6. Bağlantı malzemelerini sökünüz.
7. Birinci tabaka balastın üzerinde travers yerleştirilecek noktaları işaretleyiniz.
8. Traversleri, grup arkadaşlarınızla birlikte yol eksenine dik ve birbirine paralel olacak şekilde hizalayınız.
9. Traversleri, travers eksenleri arasındaki mesafe 62 cm olacak şekilde, manivela kullanarak düzenleyiniz.
10. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"TRAVERSLERİN TEŞKİLİ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Birinci tabaka balastın üzerinde travers yerleştirilecek noktaları işaretledi.					
3. Traversleri, yol eksenine dik ve birbirine paralel şekilde hizaladı.					
4. Travers eksenleri arasındaki mesafeyi düzenledi.					
5. Grupla iş birliği içerisinde çalıştı.					
6. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)]					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

3.4. UYGULAMA: TRAVERSLERİN RAYLA BİRLEŞİMİ (HM TİPİ BAĞLANTI)

Amaç: "HM tipi bağlantı" yöntemiyle traverslerin rayla birleşimini yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve traverslerin rayla birleşimini yaparak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Açı kılavuzu, besleme rondelası, çelik metre, gergi kıskacı (SKL-14 tipi), plastik selet, tirfon, tirfonöz

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
3. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
4. Çalışmayı daha önce bağlantı yapılmış bir yol kesiminde yapıyorsanız öncelikle bağlantı malzemelerini sökünüz ve temizleyiniz.
5. Rayın yerleşeceği kısma ray altı plastik seleti yerleştiriniz.
6. Rayları, traverslerdeki bağlantı noktalarına oturacak şekilde yerleştiriniz.
7. HM tipi bağlantıya uygun ekipmanı seçiniz.
8. Açı kılavuzunu beton traversin oluğuna yerleştiriniz.
9. Gergi kıskacını, ayrık uçları ray tabanına gelecek şekilde açı kılavuzuna oturtunuz.
10. Tirfonu, besleme rondelası ile birlikte gergi kıskacının ortasına yerleştirerek traverse sabitleyiniz.
11. 250 Nm sıkma torku uygulayarak birleştirme işlemini tamamlayınız.
12. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"TRAVERSLERİN RAYLA BİRLEŞİMİ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Rayın yerleşeceği yere ray altı plastik seleti yerleştirdi.					
3. Rayları, traverslerdeki bağlantı noktalarına oturacak şekilde yerleştirdi.					
4. HM tipi bağlantıya uygun ekipmanı seçti.					
5. Açı kılavuzunu beton traversin oluğuna yerleştirdi.					
6. Gergi kıskacını, ayrık uçları ray tabanına gelecek şekilde açı kılavuzuna oturttu.					
7. Tirfonu, besleme rondelası ile birlikte gergi kıskacının ortasına yerleştirerek traverse sabitledi.					
8. 250 Nm sıkma torku uygulayarak birleştirme işlemini tamamladı.					
9. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)]					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (…) Balast, demiryolunun esnek olmasını sağlar.

2. (…) Traversler raya paralel doğrultuda döşenir.

3. (…) HM tipi bağlantı, rijit bir bağlantı sistemidir.

4. (…) Balast sağlam ve damarsız taşlardan yapılmalıdır.

5. (…) Demir traversler yanmaya karşı dayanıklıdır.

B. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Türkiye'de ve dünyada en çok kullanılan travers tipi ……..…… traverstir.

7. En çok kullanılan esnek bağlantı sistemi ……..…… tipi bağlantıdır.

8. Yoldaki mevcut balast durumunu kontrol etmek için ……..…… yapılır.

9. Travers altı balast yüksekliği tüm hatlar için en az ……..…… cm olmalıdır.

10. Türkiye'de hızlı tren hatlarında travers eksenleri arasındaki mesafe ……..…… cm'dir.

C. Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

11. Balast sondajı yolun kaçıncı metrelerinde yapılır?

A) 200., 300., 400.
B) 200., 400., 500.
C) 300., 500., 700.
D) 300., 600., 900.
E) 400., 500., 900.

12. Aşağıdakilerden hangisi yapıldıkları malzemeye göre travers çeşitlerinden biri değildir?

A) Ahşap B) Bakır
C) Betonarme D) Demir
E) Kompozit

13. Aşağıdaki bağlantı sistemlerinden hangisi rijit bir sistemdir?

A) N tipi B) KS tipi C) Nabla
D) HM tipi E) Padrol

14. Aşağıdakilerden hangisi K tipi bağlantıda kullanılan malzemelerden biri değildir?

A) Çelik selet
B) Tirfon
C) Krapo
D) Çift katlı rondela
E) Gergi kıskacı

15. Aşağıdakilerden hangisi traverslerin sahip olması gereken özelliklerden biri değildir?

A) Aşınmaya dayanıklı olmalı.
B) Esnek bir yapıya sahip olmalı.
C) Yüksek maliyette olmalı.
D) Gürültü ve darbeleri azaltmalı.
E) Ray montajına elverişli olmalı.



MAKASLAR

KONULAR

4.1. MAKASIN NAZARİ MERKEZİNİN HESABI
4.2. MAKASLARIN APLİKASYONU

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

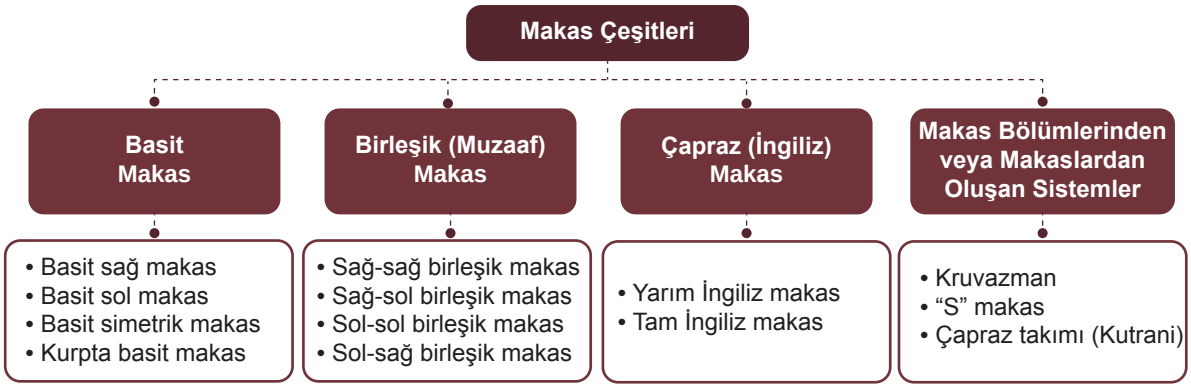
- Demiryolunda kullanılan makasların çalışma prensibi
- Makas çeşitlerinin ve ölçülerinin belirlenmesi
- Makaslarda nazari merkezin hesabı
- Makaslarda aplikasyon

ANAHTAR KAVRAMLAR

faydalı uzunluk, makas, makas aplikasyonu, makas sicil fişi, nazari merkez

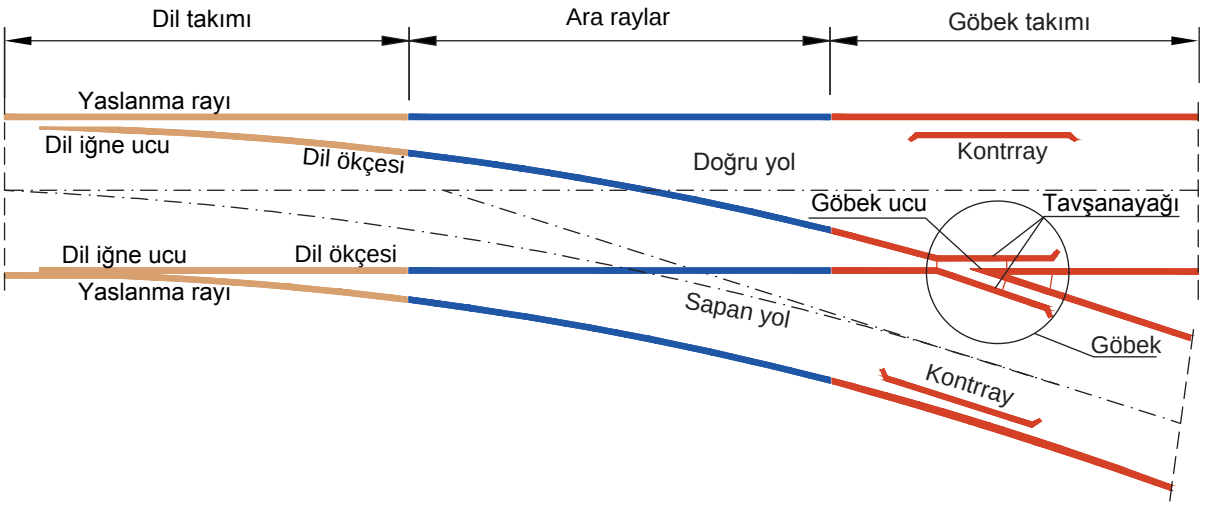
4. MAKASLAR

Demiryolu araçlarının bir yoldan başka bir yola geçişini sağlayan yol değiştirme tesislerine **makas** denir. Demiryolu araçlarının yol değiştirmesi, makasların dil kısmının hareketiyle sağlanır. Oynar göbekli tiplerde göbek de hareketlidir. Makaslar çeşitli tip ve ölçüde imal edilebilir. Ayrıca ihtiyaçlar doğrultusunda birkaç makas birleştirilerek veya makasların bazı bölümleri kullanılarak farklı makas sistemleri oluşturulabilir. Demiryolunda kullanılan makas çeşitleri şu şekilde sınıflandırılır (Şema 4.1):



Şema 4.1: Makas çeşitleri

Basit bir makas; dil takımı, ara raylar ve göbek takımı olmak üzere üç bölümden oluşur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Basit makasın bölümleri

Dil Takımı: Demiryolu araçlarının yol değiştirmesini sağlayan; diller, yaslanma rayı ve makas tertibatlarından oluşan bölümdür. Diller hareketli, yaslanma rayları sabittir. Dilin ara raylarla birleştiği ve normal bir ray profilinde olan ucuna **dil ökçesi** denir. Makasın giriş tarafında bulunan dilin inceltilmiş kısmına ise **dil iğne ucu** adı verilir. Dil iğne uçları birbiriyle bağlantılıdır ve birlikte hareket eder. Makas tertibatına bağlı irtibat çubuğu hareket ettirilerek dil iğne ucunun istenen yöndeki yaslanma rayına yaslanması sağlanır. Bir taraftaki dil iğne ucu yaslanma rayına yaslanırken diğer taraftaki dil iğne ucu ise yaslanma rayından uzaklaşır. Araç dingilinin bir tekerleği yaslanma rayı ile iğne ucu arasında kalan boşluktan, diğer tekerleği ise yaslanma rayına yaslanmış olan iğne ucundan geçerek makasın tanzim edildiği yöne doğru ilerler. Makaslar dil şekline göre mafsallı dilli makas ve esnek dilli makas olmak üzere iki gruba ayrılır. Diller ökçeden hareket ediyorsa yani diller ara raylara cebirelerle bağlanmış ise bunlara **mafsallı dilli makas** denir. Diller ökçeden hareket etmiyorsa, başka bir deyişle diller ara raylara kaynakla birleştirilmişse ve kendi esnekliği ile hareket ediyorsa bunlara **esnek dilli makas** denir.

Ara Raylar: Dil takımı ile göbek takımını birleştiren raylara denir.

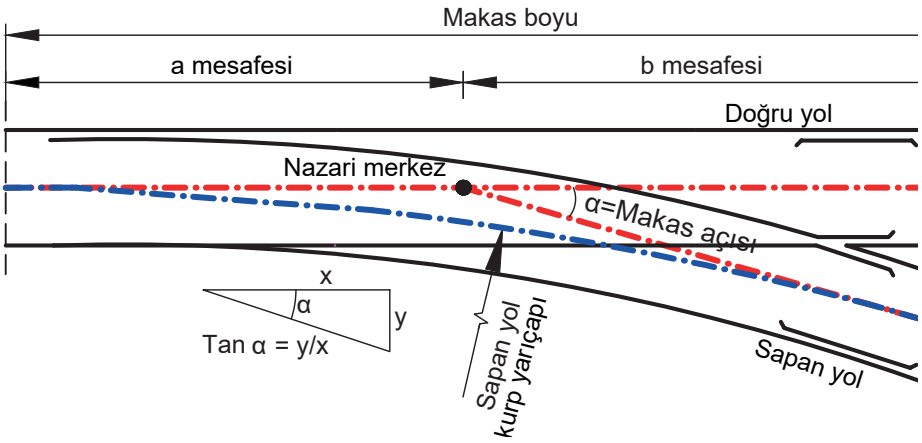
Göbek Takımı: Göbek takımı; tavşanayağı, kontrray ve göbek ucundan oluşur. Makasın doğru yol ile sapan yol raylarının birbirini kestiği noktaya **göbek** denir. Tekerleklerin göbekten geçişini sağlamak amacıyla göbek ucuna bağlanan açılı kısa raylar ise **tavşanayağı**dır. Tekerleklerin göbekte raydan çıkmasını önlemek amacıyla göbeğin karşısına kontrray yerleştirilir.

Makaslar göbek tiplerine göre sabit göbekli makaslar ve oynar göbekli makaslar olmak üzere iki gruba ayrılır. Demiryolu araçlarının yol değiştirmesini sadece makas dillerinin hareket ettirilmesiyle sağlayan makaslar **sabit göbekli** makaslardır. Bu makaslarda makas göbeklerinin hareket etme özelliği yoktur. Makas göbeklerinin makas dilleri gibi hareketli olarak imal edildiği makaslar ise **oynar göbekli** makaslardır. Makas göbeği, makas motorları yardımıyla makas dilinin tanzim edildiği yönde hareket ederek tavşanayağına yaslanır. Bu tip makaslarda kontrray bulunmaz. Oynar göbekli makaslar, özellikle yüksek hız yapılan yollarda kullanılmaktadır. Hızlı, konforlu ve güvenli bir ulaşım imkânı sağlayan ve göbek üzerindeki vuruntuları önleyen bir sistemdir.

4.1. MAKASIN NAZARİ MERKEZİ

Makaslarda doğru yol ekseni ile sapan yol ekseninin kesiştiği noktaya **nazari merkez (geometrik göbek)** denir. Burada bahsedilen sapan yol ekseni, sapan yolun kurp ekseni değil; sapan yolun aliyman doğrultusunun eksenidir (Şekil 4.2). Sapan yolun aliyman kısmı ara rayın bitiminden ve göbekten hemen sonra başlar, makas sonu contasında biter. Yolun durumuna bağlı olarak bazen sapan yolun göbekten sonra bir kurba dönüştüğü de görülebilir.

Nazari merkez, makas göbeği ile makas başlangıç contası arasındaki bir noktada bulunur. Nazari merkez ile makas başlangıç noktası arasındaki mesafeye **a mesafesi**, nazari merkez ile makas bitiş noktası arasındaki mesafeye de **b mesafesi** denir (Şekil 4.2). Bu mesafeler makasın cinsine ve şekline göre değişkenlik gösterir.



Şekil 4.2: Nazari merkez

Makas üzerindeki kurbun yarıçapı makastan geçiş hızını etkiler. Kurbun yarıçapının artması, makastan daha yüksek hızda geçiş imkânı sağlar. Tablo 4.1'de çeşitli makaslara ait sapan yol kurp yarıçapları ve bu kurpta yapılabilecek maksimum hızlar gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Çeşitli Makaslara Ait Yarıçaplar ve Maksimum Hız Değerleri

Yarıçap (m)	Maksimum hız (km/h)
300	40
500	65
1 200	100
1 500	110
3 000	160
7 000	200

Kurp yarıçapı, sapan yol ile doğru yol arasındaki makas açısına bağlıdır. Doğru yol ile sapan yol eksenleri arasındaki açının tanjant değerine **makas eğimi** denir. Bir başka ifadeyle makas eğimi, bir makasın sapan yol ekseninin doğru yol ekseninden ayrılma oranıdır. 1/9, 1/12, 1/14 şeklinde ifade edilir. Buradaki kesrin paydası doğru yol üzerindeki mesafeyi, payı ise sapan yolun doğru yoldan uzaklaşma mesafesini gösterir (Şekil 4.2).

Makaslar çeşitli tip ve boylarda üretilir. TCDD hatlarında kullanılan bazı makas tipleri Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

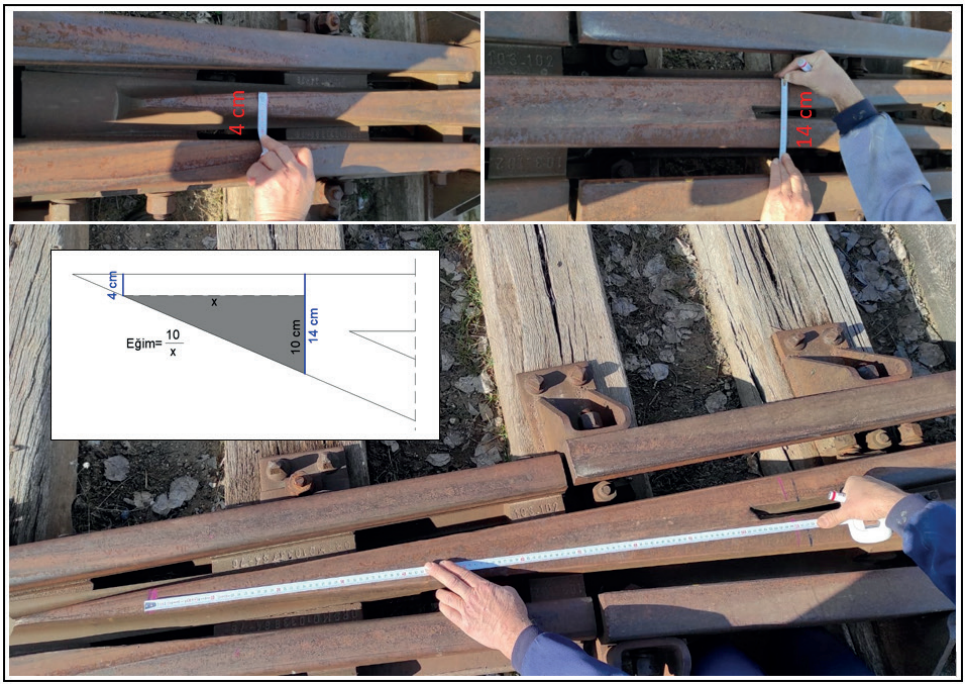
Tablo 4.2: TCDD Hatlarında Kullanılan Makas Tipleri

Makas Boyu (İsim)	Makas Çeşidi	a mesafesi (m)	b mesafesi (m)	Eğim	Yarıçap (m)
74,783 m	Basit	31,471	43,312	1/23,809	1500
44,029 m	Basit	20,770	23,259	1/12	500
41,595 + 0,600 m	Basit	20,797.5	20,797.5 + 0,600	1/12	500
34,200 m	Basit	16,615	17,585	1/9	300
35,180 m	İngiliz	17,590	17,590	1/9	300
33,230 m	Basit	16,615	16,615	1/9	300
32,800 m	Basit	15,358	17,442	1/9	288
27,012 m	Basit	9,424	17,588	1/9	190

Mevcut hatlarda bulunan imal tarihi eski makasların eğimi bilinmiyorsa makas göbeğinde ölçümler yapılarak göbek eğimi hesaplanır. Göbek üzerindeki eğim şu şekilde bulunur (Görsel 4.1):

- Makas göbeği üzerinde göbek ucu genişliğinin 4 cm olduğu yer işaretlenir.
- Göbek ucu genişliğinin 14 cm olduğu yer işaretlenir.
- İşaretlenen bu iki nokta arasındaki mesafe makasın doğru yoluna paralel olarak ölçülür.

Bu mesafe 80 cm ise eğim, 1/8; 90 cm ise 1/9; 100 cm ise 1/10'dur. Ölçümlerin, genişliğin 4 ve 14 cm olduğu yerlerden yapılmasının sebebi, tekerleğin göbek ucuna çarpması nedeniyle göbeğin aşınmış olma ihtimalidir.



Görsel 4.1: Göbek üzerinde eğim bulunması

Makas eğimini bulmak için uygulanan diğer bir yöntemde ise doğru yol ekseninden sapan yol eksenine dik çıkılır. Doğru yol ekseni ile sapan yol ekseni arasının 1 m olduğu yer bulunur. Bulunan bu nokta ile makasın nazari merkezi arasındaki mesafe ölçülür. Bu mesafe 8 m ise makas eğimi, 1/8; 9 m ise 1/9; 10 m ise 1/10'dur.

4.1. UYGULAMA: MAKAS NAZARİ MERKEZİ

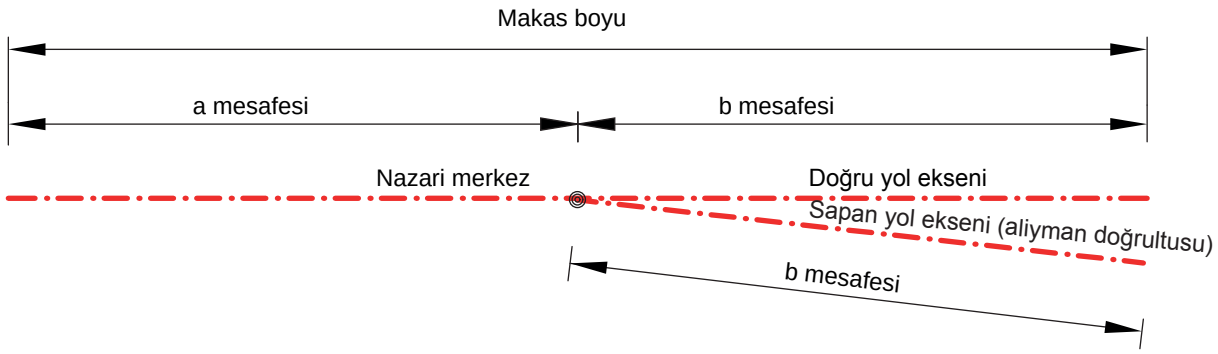
Amaç: Makas nazari merkezini ve eğimini bulmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek, makas nazari merkezini ve eğimini bulup çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, kalem, silgi, tebeşir, uygulama formu

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Makas başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki mesafeyi çelik metre ile ölçünüz ve makasın hangi boyda (isimde) olduğunu belirleyiniz.
6. Ölçtüğünüz makas boyunu Tablo 4.3'e işaretleyiniz (Tabloda bu makas ile ilgili ölçüleri dikkate alınız.).
7. Tabloda makas boyuna karşılık gelen a mesafesini okuyunuz.
8. Makas başlangıcından itibaren a mesafesini ölçerek yol ekseninde nazari merkezi bulunuz ve işaretleyiniz.
9. Doğru yol üzerinde, bulduğunuz nazari merkezden makas sonuna kadar olan mesafeyi ölçünüz (Şekil 4.3). Bulduğunuz değeri Tablo 4.3'teki b mesafesi ile karşılaştırınız.
10. Sapan yol üzerinde, bulduğunuz nazari merkezden makas sonuna kadar olan mesafeyi ölçünüz (Şekil 4.3). Bulduğunuz değeri Tablo 4.3'teki b mesafesi ile karşılaştırınız.
11. Makas eğimini bulmak için makas göbeği üzerinde, göbek ucu genişliğinin 4 cm olduğu yeri işaretleyiniz.
12. Makas eğimini bulmak için makas göbeği üzerinde, göbek ucu genişliğinin 14 cm olduğu yeri işaretleyiniz.
13. İşaretlediğiniz noktalar arasındaki mesafeyi makasın doğru yoluna paralel olacak şekilde ölçünüz.
14. Ölçüm sonuçlarına göre makas eğimini bulunuz.
15. Bulduğunuz makas eğimini Tablo 4.3'teki eğim ile karşılaştırınız.
16. Makas eğimine göre nazari merkezin durumunu değerlendiriniz.
17. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.



Şekil 4.3: Nazari merkez, a ve b mesafeleri

Tablo 4.3: Nazari Merkez Tablosu

Makas boyu	a mesafesi	b mesafesi	Eğim	Hesaplanan Eğim	Değerlendirme
34,200 m	16,615 m	17,585 m	1/9		( ) Nazari merkez yerindedir. ( ) Nazari merkez yerinden kaymıştır.
32,800 m	15,358 m	17,442 m	1/9-1/10		( ) Nazari merkez yerindedir. ( ) Nazari merkez yerinden kaymıştır.
27,012 m	9,424 m	17,588 m	1/9		( ) Nazari merkez yerindedir. ( ) Nazari merkez yerinden kaymıştır.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"MAKAS NAZARİ MERKEZİ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Makasın hangi boyda (isimde) olduğunu belirledi.					
3. Tablo değerine göre makas başlangıç noktasından itibaren a mesafesini ölçerek nazari merkezi buldu.					
4. Doğru yol üzerinde b mesafesini ölçtü.					
5. Sapan yol üzerinde b mesafesini ölçtü.					
6. Makas göbeğinde göbek ucu genişliğinin 4 cm olduğu yeri işaretledi.					
7. Makas göbeğinde göbek ucu genişliğinin 14 cm olduğu yeri işaretledi.					
8. İşaretlenen noktalar arasındaki mesafeyi makasın doğru yoluna paralel olacak şekilde ölçtü.					
9. Ölçüm sonuçlarına göre makas eğimini buldu.					
10. Makas eğimine göre nazari merkezin durumunu doğru değerlendirdi.					
11. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

4.2. MAKASLARIN APLİKASYONU

Makasın yerleştirileceği yolun projede belirtilen kilometresine gidilir. Makasın araziye aplike edilebilmesi için gerekli olan nazari merkez, makas başlangıcı, makas sonu gibi noktalar projedeki değerlere göre tespit edilir.

Basit makaslarda aplikasyon şu şekilde yapılır:

- Proje değerlerine göre makasın nazari merkezi arazi üzerine aplike edilir.
- Bu nokta üzerine takeometre kurularak, aliyman doğrultusuna bakılıp alet sıfırlanır.
- Bu doğrultu üzerinde a mesafesi ölçülerek makas başlangıç noktası bulunur ve kazık çakılarak işaretlenir.
- Dürbün takla attırıldıktan sonra b mesafesi ölçülerek makas bitiş noktası bulunur ve bu nokta kazık çakılarak işaretlenir.
- Alet, makasın sapma açısına göre ayarlanarak makasın sapma doğrultusu bulunur. Bu doğrultu üzerinde b mesafesi ölçülerek sapan yolun makas bitiş noktası bulunur ve bu nokta kazık çakılarak işaretlenir.

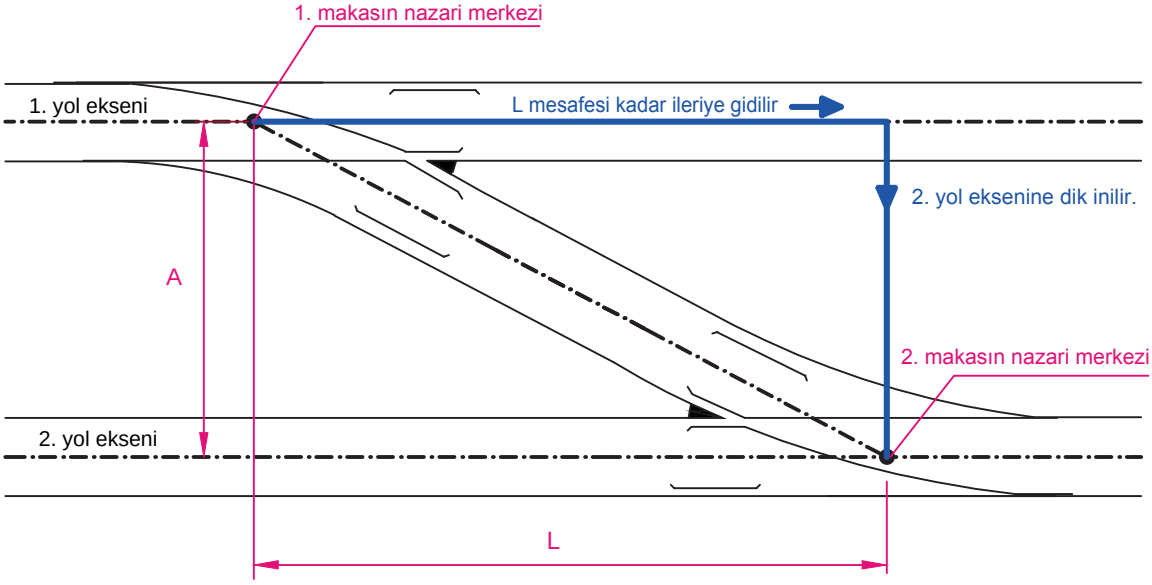
4.2.1. "S" Makas Aplikasyonu ve Kupon Ray Hesabı

"S" makaslar; paralel iki yol arasında bir yoldan diğer yola geçişi sağlayan, iki basit makastan oluşan sistemlerdir.

İki istasyon yolunu "S" makas ile birbirine bağlayabilmek için kullanılacak makasların yönlerinin ve eğimlerinin aynı olması istenir ancak özel durumlarda faklı eğimlerde makaslar da kullanılabilir.

Makas eğimleri aynı olan "S" makasın aplikasyonu basit ölçme aletleriyle şu şekilde yapılır (Şekil 4.4):

- 1. makasın nazari merkezi araziye aplike edilir.
- Makas eğimine göre "L" mesafesi belirlenir.
- 1. makasın nazari merkezinden "L" mesafesi kadar ileri gidilerek bu noktadan diğer yola dik inilir.
- Bulunan nokta 2. makasın nazari merkezidir.



Şekil 4.4: "S" makasın aplikasyonu

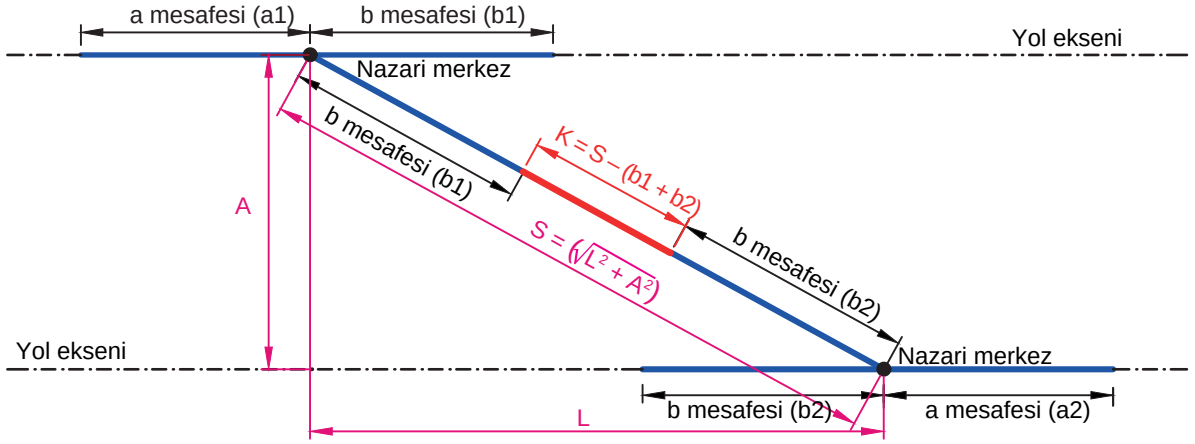
"S" makasta kupon hesabı yapabilmek için makas eğimleri, yol eksenleri arasındaki mesafe ve her iki makasın a ve b mesafeleri bilinmelidir. Eğimleri aynı olan makaslarla oluşturulmuş bir "S" makasta kupon ray hesabı şu şekilde yapılır (Şekil 4.5):

- ► A mesafesi belirlenir.
- ► "L = Makasların eğimini gösteren kesrin paydası x A" formülü ile bulunur.
- ► "$S = \sqrt{L^2 + A^2}$ " formülü ile hesaplanır.
- ► "K = S − (b1+ b2)" formülü ile bulunur.

A = "S" makas atılarak birbirine bağlanacak iki istasyon yolu eksenleri arasındaki mesafe,

L = Makasların nazari merkezleri arasındaki yatay mesafe,

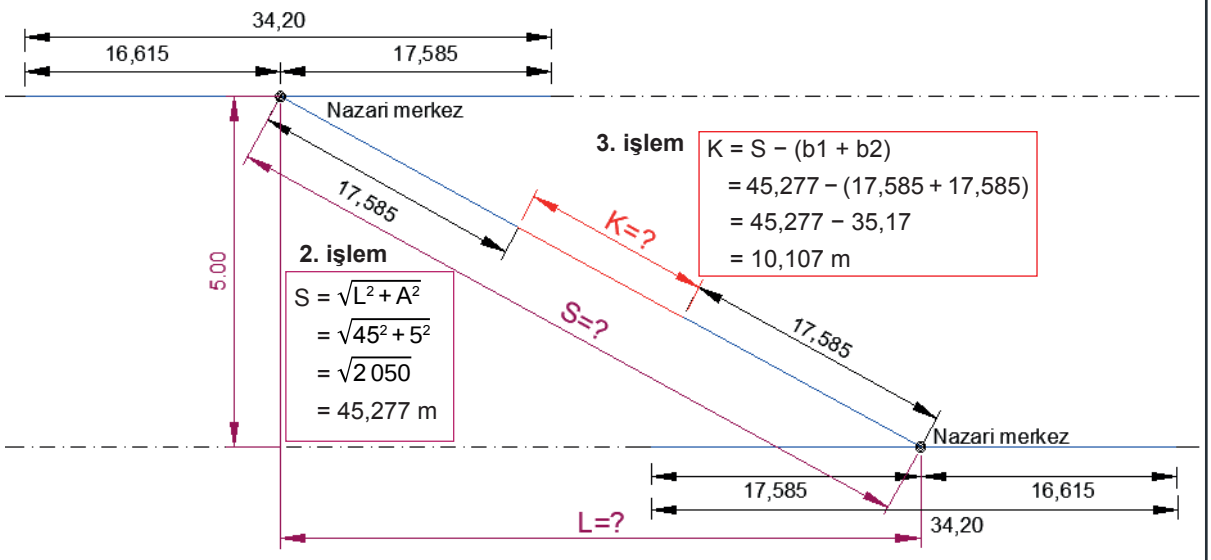
S = Makasların nazari merkezleri arasındaki mesafedir (sapan yol doğrultusunda).



Şekil 4.5: Eğimleri aynı olan makaslarla oluşturulmuş "S" makas

Örnek: Aynı boy ve eğime sahip iki adet basit makas kullanılarak S makas oluşturulacaktır. Makas boyu 34,20 m, makas eğimi 1/9, a mesafesi 16,615 m, b mesafesi 17,585 m ve iki yol arasındaki mesafe 5 m olduğuna göre bu "S" makasta kullanılacak kupon ray uzunluğunu bulunuz.

Çözüm:



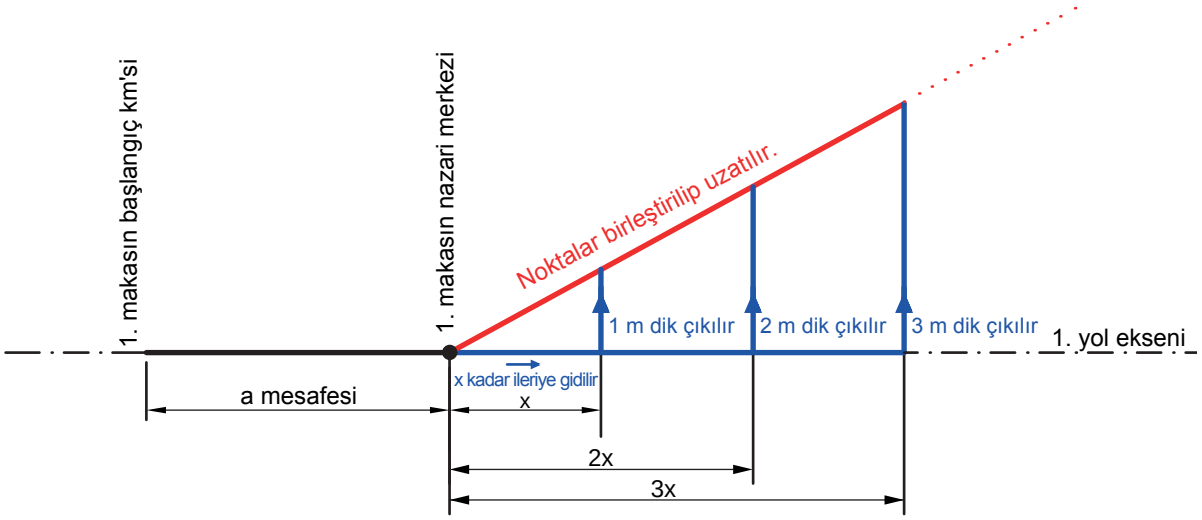
1. işlem L = 9 x 5 = 45 m

4.2.2. Makas Hüzmesinin Aplikasyonu ve Kupon Ray Hesabı

İstasyonların tren teşkil, dağıtım, kabul ve sevk yollarının toplu olarak bulunduğu alanlara **hüzme** denir. Hüzmede birbirini takip eden makasların eğimleri farklı olabilir. Bu durumda yol eksenlerinin birbirine paralel olabilmesi için makas sonunda kısa mesafeli bir kurp oluşturulması gerekir.

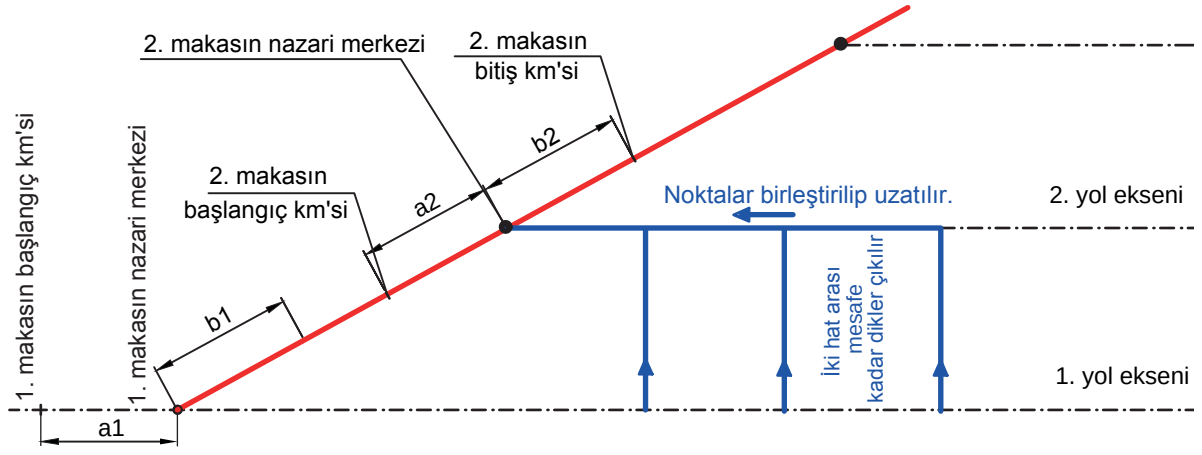
Makas eğimleri aynı olan makas hüzmesinin aplikasyonu basit ölçme aletleriyle şu şekilde yapılır:

- 1. makasın başlangıç conta kilometresi işaretlenir.
- Bu noktadan a mesafesi kadar ileriye gidilerek 1. makasın nazari merkezi bulunur.
- 1. makasın nazari merkezinden itibaren 1. makas eğiminin paydası kadar ileriye gidilir (makas eğimi 1/x ise x metre) ve bu noktadan 1 metre dik çıkılır. Aynı şekilde "2x" m ileriye gidilip 2 m dik çıkılır ve "3x" m ileriye gidilip 3 m dik çıkılır. Dik çıkılan noktalar nazari merkezden itibaren birleştirilip uzatılır. Bu doğrultu aynı zamanda eklenecek makasların doğru yollarıdır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Makas hüzmesinin aplikasyonu (1. aşama)

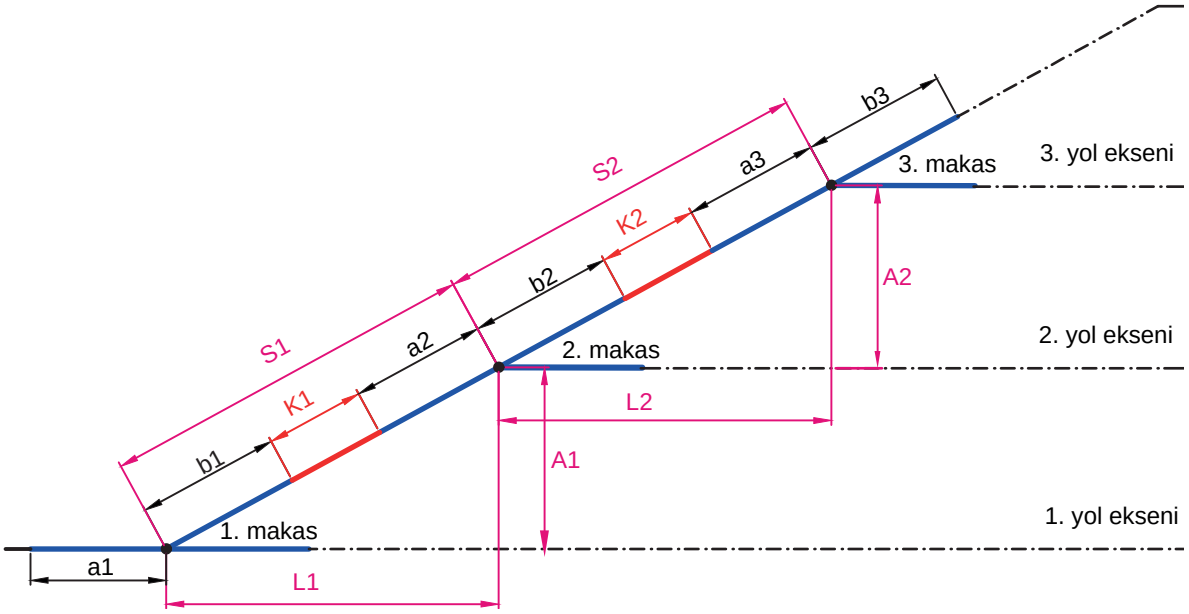
- Yol eksenindeki çeşitli noktalardan, iki hat arasındaki mesafe kadar dikler çıkılır. Bu noktalar birleştirilerek uzatılır ve daha önce tespit edilen doğrultuyu kestiği nokta işaretlenir. Bu nokta 2. makasın nazari merkezidir (Şekil 4.8).
- Nazari merkezden 1 numaralı makasa doğru 2 numaralı makasın a mesafesi kadar gidildiğinde 2. makasın başlangıç conta kilometresi, nazari merkezden 3. makasa doğru 2. makasın b mesafesi kadar gidildiğinde 2 numaralı makasın bitiş kilometresi bulunur (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Makas hüzmesinin aplikasyonu (2. aşama)

Eğimleri aynı olan makasların kullanıldığı hüzmelerde kupon ray hesabı şu şekilde yapılır (Şekil 4.8):

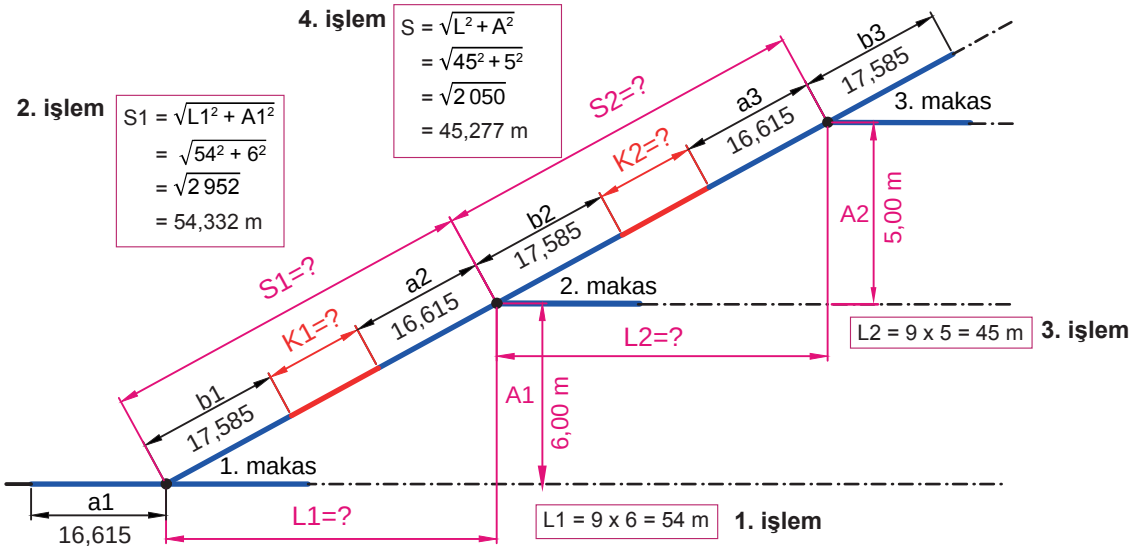
- A mesafesi belirlenir.
- "L = Makasların eğimini gösteren kesrin paydası x A" formülü ile bulunur.
- "$S = \sqrt{L^2 + A^2}$" formülü ile hesaplanır.
- "K = S − (b + a)" formülü ile bulunur. Bu formülde, bir önceki makasın b mesafesi ile bir sonraki makasın a mesafesi toplanmaktadır [K1= S1 − (b1 + a2) gibi].



Şekil 4.8: Makas hüzmesi

Örnek: 1.yol ile 2. yol eksenleri arasındaki mesafe A1 = 6 m ve 2. yol ile 3. yol eksenleri arasındaki mesafe A2 = 5 m olan istasyon hüzmesinin aplikasyonu yapılacaktır. Bu hüzmede aynı boy ve eğime sahip üç adet basit makas kullanılacaktır. Makas boyu 34,20 m, makas eğimi 1/9, a mesafesi 16,615 m, b mesafesi 17,585 m olduğuna göre bu hüzmede kullanılacak kupon ray uzunluklarını hesaplayınız.

Çözüm:



1 ve 2 numaralı makas arasında kullanılacak kupon ray;
K1 = S1 − (b1 + a2) = 54,332 − (17,585 + 16,615) = 20,132 m

2 ve 3 numaralı makas arasında kullanılacak kupon ray;
K2 = S2 − (b2 + a3) = 45,277 − (17,585 + 16,615) = 11,077 m

SIRA SİZDE

1.yol ile 2. yol eksenleri arasındaki mesafe A1 = 5 m ve 2. yol ile 3. yol eksenleri arasındaki mesafe A2 = 6 m olan istasyon hüzmesinin aplikasyonu yapılacaktır. Bu hüzmede aynı boy ve eğime sahip üç adet basit makas kullanılacaktır. Makas boyu 32,80 m, makas eğimi 1/10, a mesafesi 15,358 m, b mesafesi 17,442 m olduğuna göre bu hüzmenin çizimini yapınız ve 1 ile 2 numaralı makas arasında kullanılacak kupon ray uzunluğunu hesaplayınız.

4.2.3. Limit Taşı ve Faydalı Uzunluk

Limit taşı; demiryolu araçlarının bir yoldan diğer bir yola çarpışmadan geçebilmesini sağlamak amacıyla iki yolun birleştiği noktadan itibaren iç ray dizileri, mantar dış yüzeyi arasındaki mesafenin 2 m olduğu yere yerleştirilen beyaza boyanmış işarettir (Görsel 4.2).

Limit işaretinin yeri; araç genişlikleri de düşünülerek, iki araç yan yana geldiğinde aralarında güvenli bir mesafe kalacak şekilde hesaplanmıştır. Limit karambolü adı verilen çarpışmaların önlenmesi için önemli bir işarettir. Makasa bağlı bir yolda duran demiryolu aracı, limit işaretini geçmişse bu aracın diğer yola girecek demiryolu aracıyla çarpışma riski vardır.



Görsel 4.2: Limit taşı

BİLGİ NOTU

TSİ sisteminde kullanılan çıkış sinyalleri veya yanar söner sinyale uyulacağını bildiren YS levhaları da limit belirtir.

Limit işaretinin bulunduğu noktada yol eksenleri arasındaki mesafe şu şekilde hesaplanır:

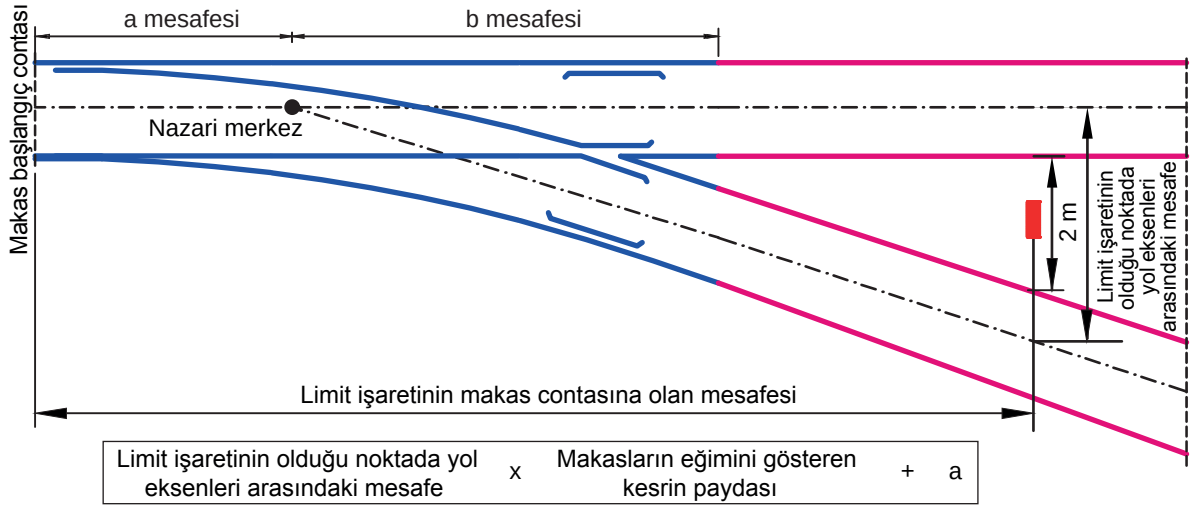
$$2{,}00 + [2 \times (1{,}435 / 2)] + (2 \times 0{,}072) = 3{,}579 = 3{,}58 \text{ m}$$

Bu hesapta

1 435 mm = 1,435 m = Ekartman

72 mm = 0,072 m = 60'lık ray için mantar genişliğidir.

Limit taşının konulacağı yerin makasın başlangıç noktasına uzaklığını hesaplamak için makas eğimini gösteren kesrin paydasındaki rakam, iki yol ekseni arasında bulunması gereken mesafe ile çarpılır. Bulunan sonuca makasın a mesafesi eklenir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9: Limit taşının yeri

1. Örnek: Bir istasyon yolunun her iki başında bulunan makasların makas boyu 34,200 m, "a" mesafesi 16,615 m, makas eğimi 1/9 ve limit işaretinin olduğu noktada yol eksenleri arasındaki mesafe 3,58 m olduğuna göre limit işaretinin başlangıç contasına olan mesafesini bulunuz.

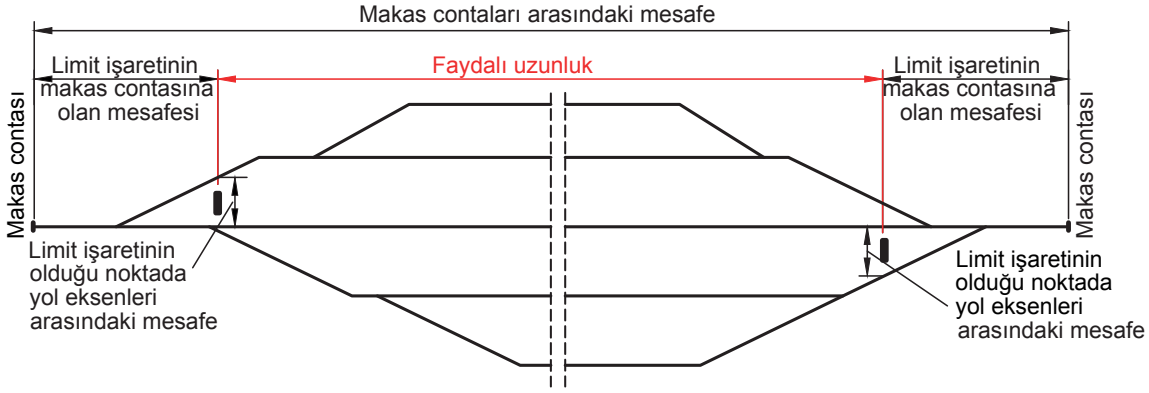
Çözüm:

$$3{,}58 \times 9 + 16{,}615 = 48{,}835 \text{ m}$$



Yapılan hesaplamaya göre limit işareti makasın başlangıç contasından itibaren 48,835 metre ileriye yerleştirilecektir.

İstasyon yollarının her iki ucunda bulunan makaslar bölümü ve makastan itibaren limit taşına kadar olan kısımlar demiryolu araçlarının barınması için uygun değildir. Demiryolu araçlarının emniyetli bir şekilde barınabilecekleri istasyon yollarının her iki ucundaki limit taşları arasında kalan mesafeye **faydalı uzunluk** denir (Şekil 4.10). Faydalı uzunluk hesaplanırken önce her iki başta bulunan limit işaretlerinin makas contalarına olan mesafeleri belirlenir. Bu mesafeler makas contaları arasındaki mesafeden çıkarıldığında faydalı uzunluk bulunmuş olur.



Şekil 4.10: Faydalı uzunluk

2. Örnek: Bir istasyon yolunun her iki başında bulunan makasların makas boyu 34,200 m, "a" mesafesi 16,615 m, makas eğimi 1/9, limit işaretinin olduğu noktada yol eksenleri arasındaki mesafe 3,58 m ve başlangıç contaları arasındaki mesafe 1 100 m olduğuna göre faydalı uzunluğu bulunuz. 750 m uzunluğundaki bir trenin bu yola sığıp sığmayacağını değerlendiriniz.

Çözüm: Öncelikle limit işaretinin makas başlangıç contasına olan mesafesi bulunur.

3,58 x 9 + 16,615 = 48,835 m

İki makas da aynı olduğu için bulunan değer 2 ile çarpılır.

48,835 x 2 = 97,67 m

Bulunan değer, iki makasın başlangıç contası arasındaki mesafeden çıkarılarak faydalı uzunluk bulunur.

Faydalı uzunluk = 1 100 − 97,67 = 1 002,33 m

1 002,33 m faydalı uzunluk > 750 m tren uzunluğu olduğundan tren bu yola sığar.

SIRA SİZDE

Bir istasyon yolunun her iki başında bulunan makasların makas boyu 32,800 m, "a" mesafesi 15,358 m, makas eğimi 1/10, limit işaretinin olduğu noktada yol eksenleri arasındaki mesafe 3,56 m ve başlangıç contaları arasındaki mesafe 900 m olduğuna göre faydalı uzunluğu bulunuz. 250 m uzunluğunda bir trenin bu yola sığıp sığmayacağını değerlendiriniz.

4.2.4. Makas Yönlerinin Bulunması

Kullanılacağı yere kurulmuş bir makasın sağ ya da sol makas olduğunu anlamak için makas başı contasından makas sonu contasına doğru bakılır. Sapan yol sağa sapıyorsa bu makas "sağ makas", sola sapıyorsa "sol makas"tır.

Kurulu olmayan bir makasın yönünü bulabilmek için şunlara dikkat edilir:

- ► Sağ makasın sağ yaslanma rayı, sol makasın sol yaslanma rayı eğridir.
- ► Sağ makasın sol dili, sol makasın sağ dili eğridir.
- ► Traverse verilen numaralar sağ makasta sol travers başlarına, sol makasta ise sağ travers başlarına yazılır.
- ► İmalat esnasında makas raylarının üzerine yazılan imalat numarası çift ise sağ makas, tek ise sol makastır.
- ► Ahşap traversli "K" ve "KS" tipi bağlantılı makaslarda; seletlerin kısa kenarı solumuza yatık ise sol, sağımıza yatık ise sağ makastır.

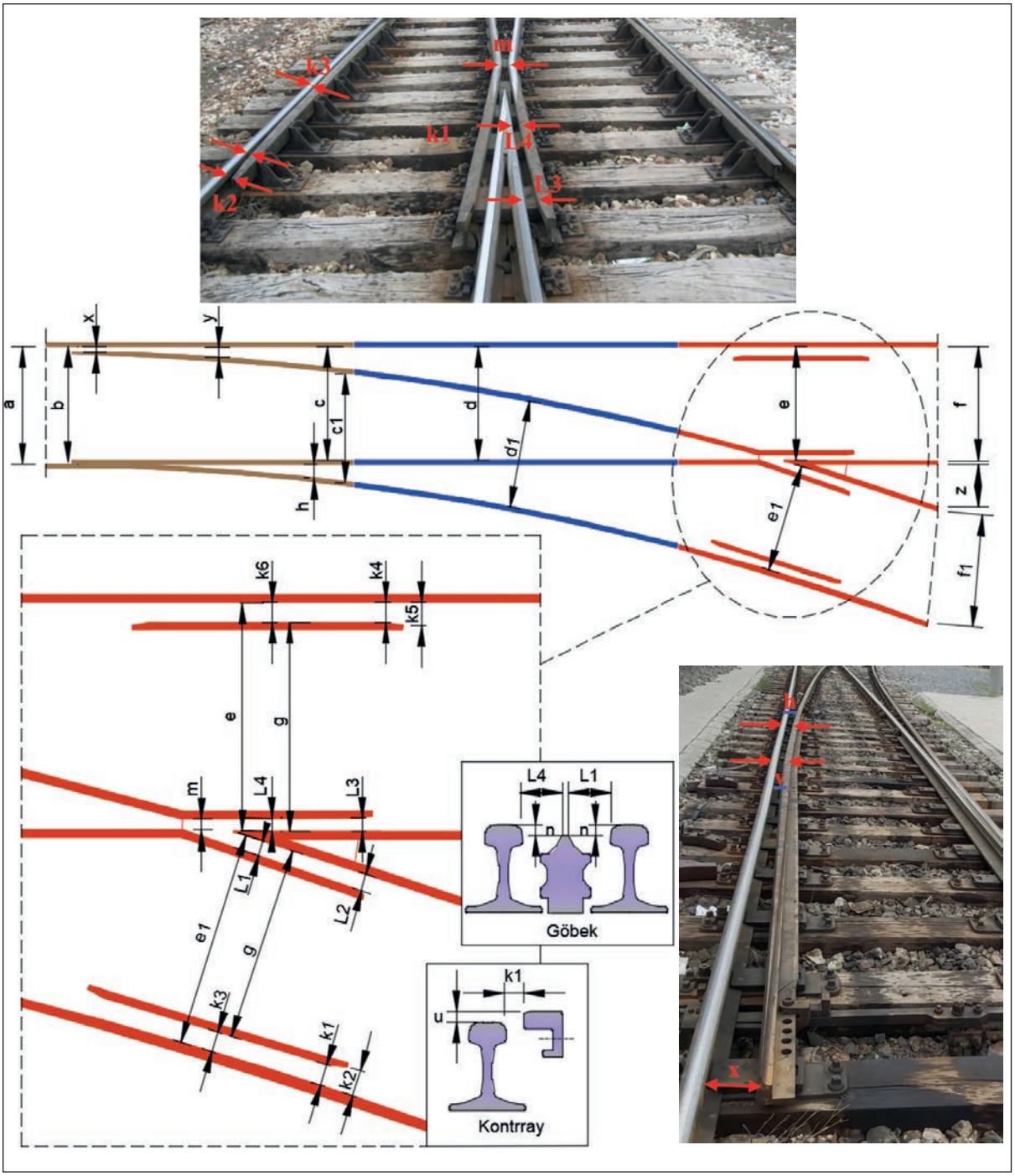
4.2.5. Makaslardaki Ölçü ve Toleranslar

Demiryolunda kullanılan makasların düzenli olarak kontrol ve bakımlarının yapılması gerekir. Makas üzerinde gerekli noktalardan ölçü alınarak makasların kontrolü yapılır ve toleransların aşılması durumunda hataların giderilmesi sağlanır. Tablo 4.4'te Çamaf 34 200 tipi makasa ait ölçü ve toleransları verilmiştir. Şekil 4.11'de makas üzerinde ölçü alınacak yerler görülmektedir.

Tablo 4.4: Çamaf 34 200 Tipi Makasın Ölçü ve Toleransları

ÖLÇÜNÜN ALINDIĞI YER	SEMBOL	ÖLÇÜ (mm)	TOLERANS	
			I. Sınıf Yollar	II. Sınıf Yollar
Makas başında ekartman	a	1 435	+ 5	+ 10
			- 3	- 3
Dil ucunda ekartman	b	1 440	+ 5	+ 10
			- 3	- 3
Ökçede ekartman (doğru yol)	c	1 435	+ 5	+ 10
			- 3	- 3
Ökçede ekartman (sapan yol)	c-1	1 435	+ 5	+ 10
			- 3	- 3
Ara rayda ekartman (doğru yol)	d	1 435	+ 5	+ 15
			- 3	- 3
Ara rayda ekartman (sapan yol)	d-1	1 435	+ 8	+ 15
			- 3	- 3
Göbekte ekartman (doğru yol)	e	1 435	+ 5	+ 7
			- 2	- 2
Göbekte ekartman (sapan yol)	e-1	1 435	+ 5	+ 7
			- 2	- 2
Makas sonunda ekartman (doğru yol)	f	1 435	+ 5	+ 10
			- 3	- 3
Makas sonunda ekartman (sapan yol)	f-1	1 435	+ 5	+ 10
			- 3	- 3

ÖLÇÜNÜN ALINDIĞI YER	SEMBOL	ÖLÇÜ (mm)	TOLERANS	
			I. Sınıf Yollar	II. Sınıf Yollar
Makas sonunda ekartman (sapan yol)	f-1	1 435	+ 5	+ 10
			- 3	- 3
Ankraj takozunun ön açıklığı (Çamaf makaslarda ray eksenleri arasındaki ölçü, diğer makaslarda mantarların birbirine bakan yüzleri arasındaki ölçü dikkate alınır.)	h	180	+ 5	+ 10
			- 5	- 10
Kontrray oluk açıklığı (sapan yol)	k-1	68	+ 2	+ 4
			- 2	- 2
	k-2	83	+ 2	+ 4
			- 2	- 2
	k-3	44	+ 2	+ 4
			- 2	- 2
Kontrray oluk açıklığı (doğru yol)	k-4	65	+ 2	+ 4
			- 2	- 2
	k-5	80	+ 2	+ 4
			- 2	- 2
	k-6	40	+ 2	+ 4
			- 2	- 2
Göbek ile tavşanayağı arasındaki oluk açıklığı (sapan yol)	L-1	56	+ 2	+ 4
			- 2	- 3
	L-2	44	+ 1	+ 3
			- 1	- 1
Göbek ile tavşanayağı arasındaki oluk açıklığı (doğru yol)	L-3	56	+ 2	+ 4
			- 2	- 2
	L-4	44	+ 1	+ 3
			- 1	- 1
Göbek boğazı açıklığı	m	60	+ 1	+ 3
			- 1	- 1
Göbek ucu ile tavşanayağı arasındaki kot farkı	n	10	0	0
			- 3	- 5
Kontrray yüksekliği (göbek başında)	u	20	+ 5	+ 15
			0	0
Açık dil ile yaslanma rayı arasındaki mesafe (dil ucu)	x	165	+ 5	+ 10
			- 5	- 10
Açık dil ile yaslanma rayı arasındaki mesafe (dil arkası)	y	60	0	0
			- 10	- 12
Göbek arka açıklığı (Çamaf makaslarda ray mantarlarının yol ekseni tarafında kalan yüzleri arasındaki ölçü, diğer makaslarda mantarların birbirine bakan yüzleri arasındaki ölçü dikkate alınır.)	z	514	+ 5	+ 10
			- 3	- 3



Şekil 4.11: Makasta ölçü alınacak yerler

4.2.6. Makas Sicil Fişi

Demiryolunda kullanılan her makas için makasa ait numara, cins, uzunluk vb. bilgilerin, makas ölçülerinin ve makasta yapılan çalışmaların işlendiği "Makas Sicil Fişi" adı verilen belgeler düzenlenir. Makas sicil fişleri demiryolu işletmelerinin belirlediği formata ve talimatlara uygun şekilde hazırlanmalıdır. Fabrikada imal edildikten sonra yola kurulmayıp yedek olarak bekletilen makaslar için sicil fişi hazırlanmasına gerek yoktur. Yoldan söküldükten sonra yeniden yola döşenen makaslar için yeni bir sicil fişi düzenlenir ve eski sicil fişleri de buna eklenir. Yoldan sökülmüş makasların sicil fişleri bu makaslar hurdaya ayrılana kadar saklanmalıdır.

4.2. UYGULAMA: MAKAS APLİKASYONU

Amaç: "S" makas aplikasyonunu ve kupon hesabını yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek, "S" makas aplikasyonunu ve kupon hesabını yaparak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

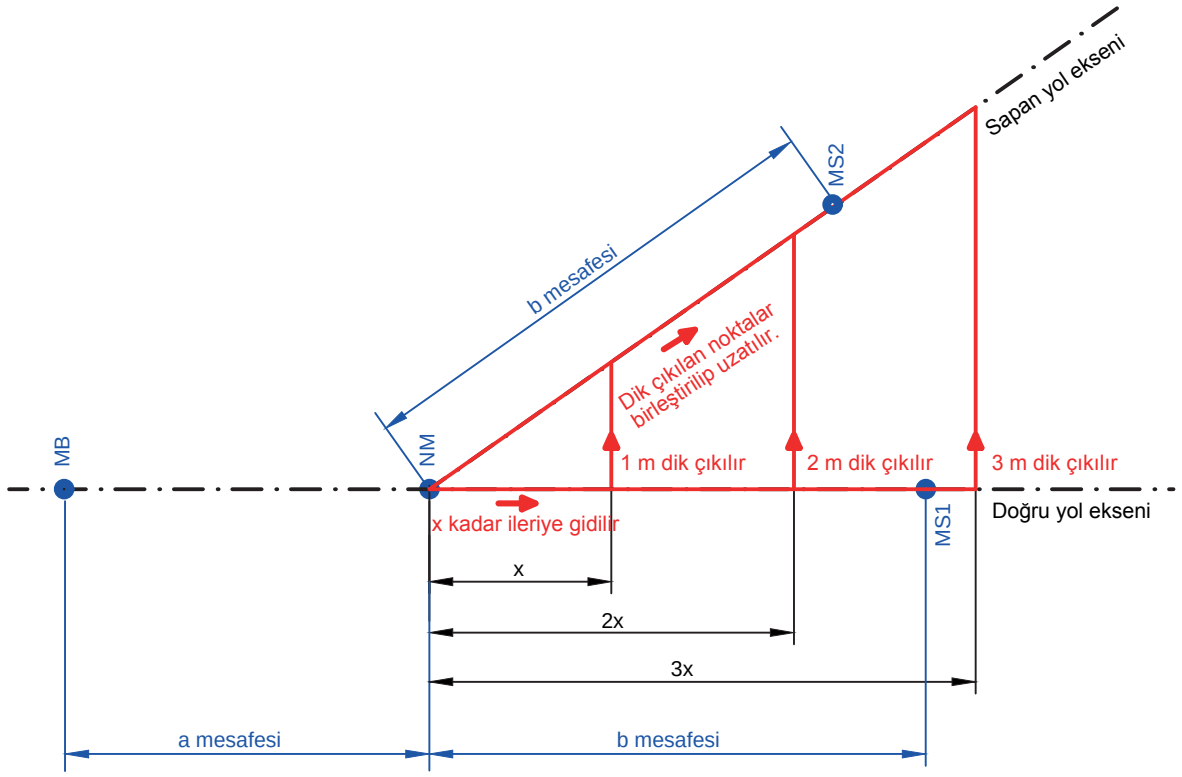
Kullanılacak araç gereç: İp, şerit metre, tebeşir, çivi veya ahşap kazık, jalon, prizma, takeometre

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı aplikasyon yapabileceğiniz boş bir çalışma alanında gerçekleştiriniz.
3. Aplikasyon işlemini basit ölçme araçlarıyla veya elektronik cihazlar kullanarak yapınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz (Uygulayacağınız yönteme göre araç gereç seçiniz.).
5. Tablo 4.5'te verilen makaslardan birini seçiniz.
6. Makas için bir başlangıç noktası (MB) belirleyiniz ve bu noktayı işaretleyiniz (Şekil 4.12).
7. Başlangıç noktasından a mesafesi kadar ölçerek nazari merkezi (NM) bulunuz ve işaretleyiniz (Şekil 4.12).
8. Nazari merkezden, doğru yol ekseni üzerinde b mesafesi kadar ölçerek makas sonunu (MS1) bulunuz (Şekil 4.12).
9. Makasın nazari merkezinden itibaren makas eğiminin paydası kadar doğru yol ekseni üzerinde ilerleyiniz (makas eğimi 1/x ise x metre) ve bu noktadan 1 metre dik çıkınız. Aynı şekilde "2x" m ileriye gidip 2 m ve "3x" m ileriye gidip 3 m dik çıkınız.
10. Dik çıkılan noktaları nazari merkezden itibaren birleştirerek sapan yol eksenini bulunuz.
11. Sapan yol ekseni üzerinde, nazari merkezden itibaren b mesafesi kadar ölçerek makas sonunu (MS2) bulunuz.
12. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Tablo 4.5: Makas Ölçüleri

Makas boyu (m)	a mesafesi	b mesafesi	Eğim	Makas açısı	Hat türü
15,000	4,138	10,862	1/6	9,4623°	Tramvay hattı
10,500	7,107	12,393	1/7	8,1301°	Tramvay hattı
23,174	9,950	13,224	1/7	8,13010°	Metro hattı
27,138	10,523	16,615	1/9	6,34019°	Metro hattı
27,017	9,426	17,591	1/9	6,34019°	Konvansiyonel hat
30,120	10,928	19,192	1/10	5,71059°	Konvansiyonel hat



Şekil 4.12: Basit ölçme aletleriyle basit makasın aplikasyonu

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"MAKAS APLİKASYONU" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Makas başlangıç noktasını işaretledi.					
3. Başlangıç noktasından "a" mesafesi kadar ölçerek nazari merkezi buldu.					
4. Nazari merkezden, doğru yol ekseni üzerinde "b" mesafesi kadar ölçerek makas sonunu buldu.					
5. Ölçüm yaparak sapan yol eksenini buldu.					
6. Sapan yol ekseni üzerinde nazari merkezden itibaren "b" mesafesi kadar ölçerek makas sonunu buldu.					
7. Bulduğu noktaları işaretleyerek aplikasyonu tamamladı.					
8. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

4.3. UYGULAMA: LİMİT TAŞININ YERİ

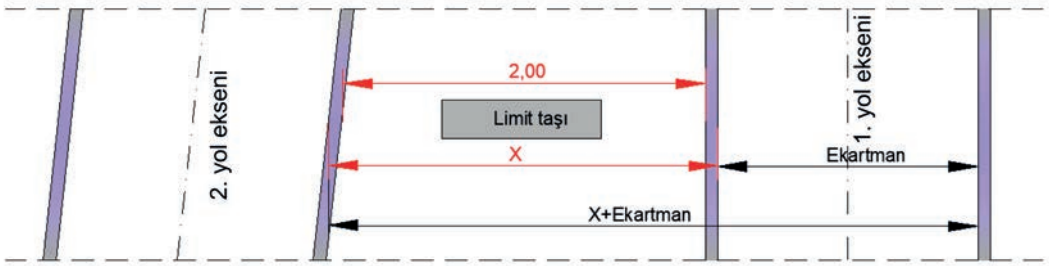
Amaç: Limit taşının yerini tespit etmek.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek, limit taşının yerini ve bu noktada hat eksenleri arasındaki mesafeyi bulup çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, hesap makinesi, kalem, silgi, tebeşir, uygulama formu

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Makasın doğru yolu ile sapan yolunun iç ray dizileri ve dış ray yanağı arasındaki mesafenin 2 metre olduğu yeri ölçünüz ve limit taşının konulacağı yeri bulunuz (Şekil 4.13).
6. Limit taşının konulacağı yerdeki iç ray dizilerini tebeşirle işaretleyiniz.
7. Limit işaretinin bulunduğu noktada yol eksenleri arasındaki mesafeyi bulmak için işaretlenen iki rayın iç ray yanakları arasındaki mesafeyi ölçünüz ve bulduğunuz değere ekartmanı ekleyiniz (Şekil 4.13).
8. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.



Şekil 4.13: Ölçülecek mesafeler

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"LİMİT TAŞININ YERİ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Limit taşının yerini tespit etmek için ölçümleri kuralına uygun şekilde yaptı.					
3. Limit taşının yerini doğru tespit etti.					
4. Limit işaretinin bulunduğu noktada yol eksenleri arasındaki mesafeyi bulmak için ölçümleri kuralına uygun şekilde yaptı.					
5. Ölçüm yaparak sapan yol eksenini buldu.					
6. Limit işaretinin bulunduğu noktada yol eksenleri arasındaki mesafeyi doğru buldu.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (…) Nazari merkez göbek ucundadır.

2. (…) Kontrray dil takımında yer alır.

3. (…) Makasların dil kısmı hareketlidir.

4. (…) Ara raylar dil ve göbek takımlarını birleştirir.

5. (…) Kruvazman, basit makas türlerinden biridir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Doğru yol ile sapan yol eksenleri arasındaki açının tanjant değerine ……..... denir.

7. Nazari merkez ile makas başlangıç noktası arasındaki mesafeye ……..... denir.

8. İstasyon yollarının iki ucundaki limit taşları arasında kalan mesafeye ……..... denir.

9. Makaslarda doğru yol ekseni ile sapan yol ekseninin kesiştiği noktaya ……..... denir.

10. Limit taşı; iki yolun iç ray dizileri, mantar dış yüzeyi arasındaki mesafenin ……..... olduğu yere yerleştirilir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

11. Makas göbeği üzerinde, göbek ucu genişliğinin 4 ve 14 cm olduğu yerler işaretlenmiş ve bu noktalar arasındaki mesafe makasın doğru yoluna paralel olacak şekilde ölçülerek 12 metre olduğu görülmüştür.

Bu makasın eğimi aşağıdakilerden hangisidir?

A) 1/4 B) 1/10 C) 1/12
D) 1/14 E) 4/14

12. Aynı boy ve eğime sahip iki adet basit makas kullanılarak S makas oluşturulacaktır. Makas boyu 34,80 m, makas eğimi 1/9, a mesafesi 15,358 m, b mesafesi 17,442 m ve iki yol arasındaki mesafe 5 m olduğuna göre bu S makasta kullanılacak kupon ray uzunluğu kaç metredir?

A) 9,107 B) 10,393 C) 11,502
D) 12,393 E) 12,502

13. Aşağıdakilerden hangisi istasyonlarda tren teşkil, dağıtım, kabul ve sevk yollarının toplu olarak bulunduğu alanlara verilen isimdir?

A) Conta B) Makas C) Kupon ray
D) Limit E) Hüzme

14. Bir istasyon yolunun her iki başında bulunan makasların makas boyu 34,200 m, a mesafesi 16,615 m, makas eğimi 1/10, limit işaretinin olduğu noktada yol eksenleri arasındaki mesafe 3,57 m ve başlangıç contaları arasındaki mesafe 750 m olduğuna göre faydalı uzunluk kaç metredir?

A) 475,37 B) 500,00 C) 545,56
D) 645,37 E) 750,00

15. Bir istasyon yolunun her iki başında bulunan makasların makas boyu 34,200 m, a mesafesi 16,615 m, makas eğimi 1/9 ve limit işaretinin olduğu noktada yol eksenleri arasındaki mesafe 3,56 m olduğuna göre limit işaretinin başlangıç contasına olan mesafesi kaç metredir?

A) 48,655 B) 48,850 C) 49,540
D) 50,200 E) 50,365



KURPLAR

KONULAR

5.1. MERKEZKAÇ KUVVETİ HESAPLARI
5.2. PARABOLDE YARIÇAP HESABI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Kurp elemanları
- Kurp hesapları
- Merkezkaç kuvveti hesapları
- Parabolde yarıçap hesabı

ANAHTAR KAVRAMLAR

developman boyu, kurp, merkezkaç kuvveti, parabol

5. KURPLAR

Farklı doğrultudaki yolları birleştiren ve sabit yarıçaplı bir daire yayı parçası şeklinde olan yolun eğri kısımlarına **kurp** adı verilir.

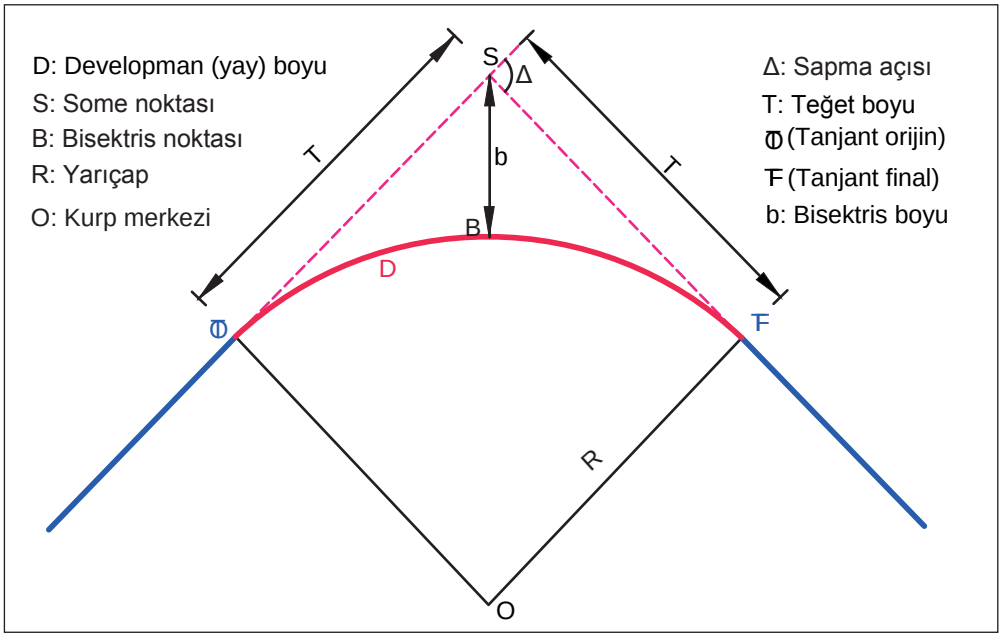
Kurplar, yatay ve düşey kurp olmak üzere ikiye ayrılır. Yatay düzlemde düz giden kısımları birleştiren kurplara **yatay kurp** denir. Yol eksenine ve kilometre artış yönüne göre merkezi sağda olan kurplara **sağ kurp**, solda olan kurplara **sol kurp** denir. Yatay kurplarda kurp yarıçapı 150 metreden az olmamalıdır. Türkiye'de minimum kurp yarıçapı, 1977'den önce inşa edilen konvansiyonel hatlarda 300 m, bu tarihten sonra inşa edilen konvansiyonel hatlarda ise 900 metredir. Hızlı tren hatlarında minimum kurp yarıçapı 1 315, yüksek hızlı tren hatlarında ise 3 500 metredir.

Kurp elemanları şunlardır:

Kurp Yarıçapı (R): Kurbu oluşturan daire yayının, dairenin merkezine olan mesafesidir. Demiryolunda yarıçap, matematikteki gibi "r" ile değil "R" ile gösterilir (Şekil 5.1).

Tanjant: Aliyman ile kurbun birleştiği noktaya **tanjant** denir. Biri kurbun başlangıç noktasında, diğeri bitiş noktasında olmak üzere kurplarda iki tanjant bulunur. Kilometre artış yönüne doğru ilk tanjant "TO" (tanjant orijin), ikinci tanjant "TF" (tanjant final) adını alır (Şekil 5.1).

Developman: Kurplarda TO ve TF noktaları arasındaki kısım yani kurbun iki tanjantı arasında kalan daire yayının uzunluğudur. Developman **"D"** harfi ile gösterilir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1: Yatay kurp elemanları

Kurp ana noktalarının hesabı şu şekilde yapılır:

$$T = R \times \tan\frac{\Delta}{2}$$

$$b = R \times \left(\frac{1}{\cos\frac{\Delta}{2}} - 1\right)$$

$$D = \frac{2 \times \pi \times R \times \Delta^{\circ}}{360} = \frac{2 \times \pi \times R \times \Delta^{g}}{400}$$

T = Teğet boyu
b = Bisektris boyu
R = Kurp yarıçapı
D = Developman boyu
Δ = Sapma açısı

1. Örnek: Bir yatay kurbun sapma açısı $\Delta = 65^g$ ve kurp yarıçapı R = 500 m'dir. Bu yatay kurbun kurp ana noktalarını hesaplayınız.

Çözüm:

$$T = R \times \tan\frac{\Delta}{2} = 500 \times \tan\frac{65^g}{2} = 280{,}013 \text{ m}$$

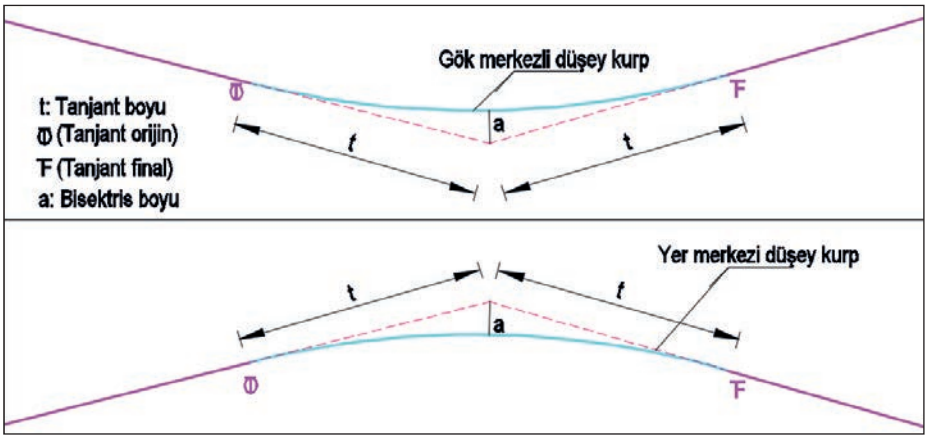
$$b = R \times \left(\frac{1}{\cos\frac{\Delta}{2}} - 1\right) = 500 \times \left(\frac{1}{\cos\frac{65^g}{2}} - 1\right) = 73{,}068 \text{ m}$$

$$D = \frac{2 \times \pi \times R \times \Delta^g}{400} = \frac{2 \times \pi \times 500 \times 65}{400} = 510{,}509 \text{ m}$$

SIRA SİZDE

Bir yatay kurbun sapma açısı $\Delta = 70^g$ ve kurp yarıçapı R = 1 000 m'dir. Bu yatay kurbun teğet, bisektris ve developman boyunu hesaplayınız.

Yol boykesiti, çıkış ve iniş doğrultusunda **rampa** adı verilen eğimli düz kısımlardan ve bunları birleştiren kurplardan oluşur. Farklı doğrultudaki eğimli düz kısımların kesiştiği noktalar, demiryolu araçlarının güvenle geçişini sağlamak için düşey eğrilerle yuvarlatılarak birleştirilir. Bu şekilde merkezi düşey düzlemde olan kurplara **düşey kurp** denir. Dışbükey kurplara **yer merkezli düşey kurp**, içbükey kurplara **gök merkezli düşey kurp** adı verilir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2: Düşey kurplar

Düşey kurp yarıçapı, hızlı tren hatlarında ve yeni yapılan hatlarda şu formülle hesaplanır:

$$R \geq \frac{V^2}{12{,}96 \times y_d}$$

$$R_{min} \geq \frac{V^2}{12{,}96 \times y_{dmax}}$$

R = Kurp yarıçapı (m)
V = Maksimum hız (km/h)
y_d = Düşey ivme (m/s2)
y_{dmax} = Maksimum düşey ivme (m/s2)
12,96 = 1 saniyede katedilecek mesafenin karesi
[(3,6 x 3,6 = 12,96) Yaklaşık 13 kullanılabilir.]

Bu formüle göre hesaplanan düşey kurp yarıçapı ne olursa olsun EN standartlarında belirtilen yarıçap değerinden daha küçük olamaz.

EN standartlarına göre düşey kurp yarıçapı hiçbir zaman 500 metreden küçük olmamalıdır. Makas ve geçişlerde ise bu değer 2 000 m'nin altına düşmemelidir.

Hızı ≤ 230 km/h olan hatlarda eğim değişimi farkı ≥ 0,002 ise ve V > 230 km/h olan hatlarda eğim değişimi farkı ≥ 0,001 ise bu hatlarda düşey kurp oluşturulması gerekir. Düşey kurbun tanjantları arasındaki mesafe en az 20 metre olmalıdır.

Türkiye'deki mevcut konvansiyonel hatlarda, düşey kurbun yarıçapı ana hatta minimum 5 000, istasyon yollarında 2 000 m'dir. HT ve YHT hatlarında ise 22 000 m'dir.

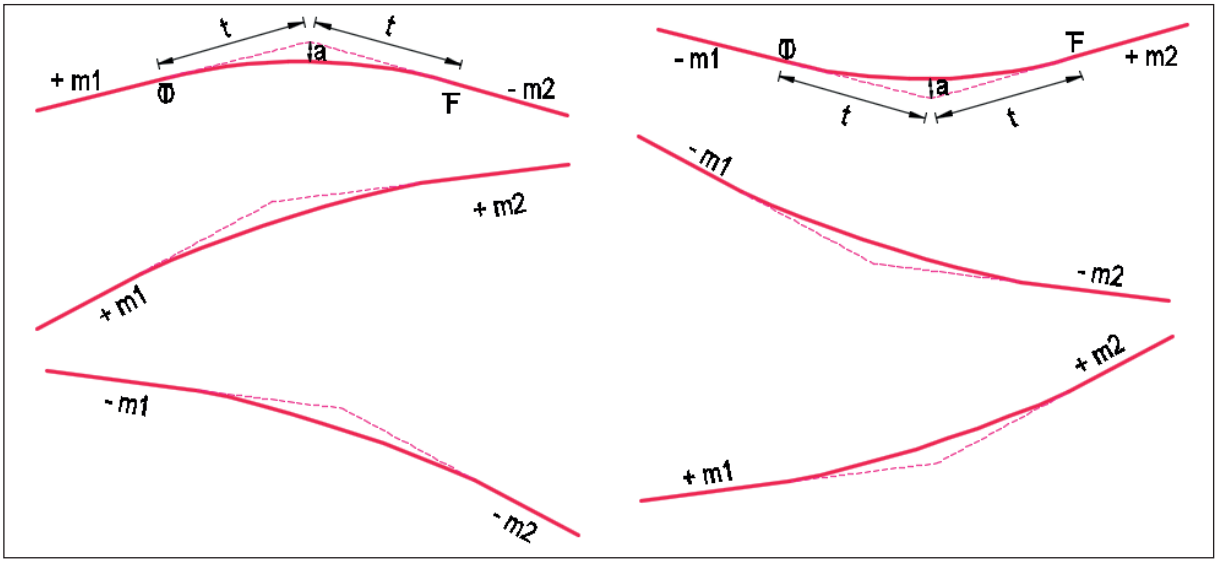
2. Örnek: Maksimum hızın 250 km/h olduğu bir demiryolu hattının minimum kurp yarıçapı ve normal kurp yarıçapını hesaplayınız (Normal düşey ivme 0,22 ve maksimum düşey ivme 0,44 alınacaktır.).

Çözüm:

$$R \geq \frac{V^2}{12{,}96 \times y_d} \qquad R \geq \frac{250^2}{12{,}96 \times 0{,}22} \qquad R \geq 21\,930 \text{ m}$$

$$R_{min} \geq \frac{V^2}{12{,}96 \times y_{dmax}} \qquad R_{min} \geq \frac{250^2}{12{,}96 \times 0{,}44} \qquad R_{min} \geq 10\,965 \text{ m}$$

Bir demiryolu boykesitinde eğimlerin birbirine göre durumları altı farklı şekilde olabilir (Şekil 5.3). Aracın hareket yönüne göre rampa yukarı çıkış eğim değerleri pozitif, rampa aşağı iniş eğim değerleri negatif kabul edilir. Bir düşey kurbun türünü belirlemek için m2 − m1 farkına bakılır. Bu fark pozitif ise kurbun yer merkezli düşey kurp, negatif ise gök merkezli düşey kurp olduğu anlaşılır.



Şekil 5.3: Düşey kurplarda eğimlerin birleştirilmesi

Düşey kurbun ana noktaları şu şekilde hesaplanır:

$$t = \frac{R}{2} \times M \qquad a = \frac{t^2}{2R}$$

M = |m2 − m1| = Yoldaki eğim farkı (Mutlak değer olarak alınır.)
a = Bisektris uzunluğu
t = Tanjant boyu

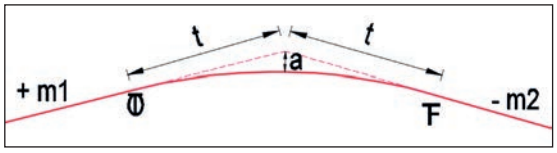
3. Örnek: Bir yer merkezli düşey kurbun m1 eğimi ‰18 (çıkış), m2 eğimi ‰4 (iniş) ve yarıçapı R = 5 000 m'dir. Tanjant boyunu ve bisektris boyunu hesaplayınız.

Çözüm:

$$M = |m2 - m1| = |(-0{,}004) - 0{,}018| = 0{,}022$$

$$t = \frac{R}{2} \times M = \frac{5\,000}{2} \times 0{,}022 = 55 \text{ m}$$

$$a = \frac{t^2}{2R} = \frac{55^2}{2 \times 5\,000} = 0{,}3025 \text{ m}$$



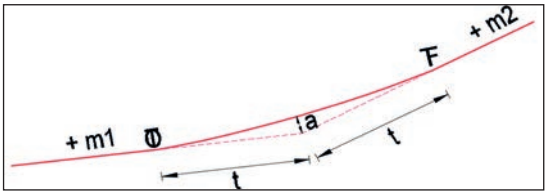
4. Örnek: Bir gök merkezli düşey kurbun m1 eğimi ‰20 (çıkış) , m2 eğimi ‰5 (çıkış) ve yarıçapı R = 3 000 m'dir. Tanjant ve bisektris boyunu hesaplayınız.

Çözüm:

$$M = |m2 - m1| = |0{,}005 - 0{,}020| = |-0{,}015| = 0{,}015$$

$$t = \frac{R}{2} \times M = \frac{3000}{2} \times 0{,}015 = 22{,}5 \text{ m}$$

$$a = \frac{t^2}{2R} = \frac{22{,}5^2}{2 \times 3000} = 0{,}084 \text{ m}$$



SIRA SİZDE

Bir gök merkezli düşey kurbun m1 eğimi ‰0, m2 eğimi ‰5 (çıkış) ve yarıçapı R = 2 000 m'dir. Kurbun tanjant ve bisektris boyunu hesaplayarak, çizimini yapıp kurp elemanlarını gösteriniz.

5.1. MERKEZKAÇ KUVVETİ HESAPLARI

Dairesel bir yörüngede hareket eden bir cismi, merkezden dışarı doğru atmaya çalışan kuvvete **merkezkaç kuvveti** denir. Bu kuvvet, kurplardan geçen demiryolu araçlarını kurp dışına savurmaya çalışır. Bunu önlemek için kurplara dever verilir. Kurplara gerekenden az dever verilmesi ya da kurplarda belirlenen hızdan fazla hız yapılması durumunda yola etki eden merkezkaç kuvveti artar.

Merkezkaç kuvvetinin zararları şu şekilde sıralanabilir:

- Araçların merkezden kurp dışına doğru savrulmasına ve deray riskinin artmasına neden olur.
- Araçların kurp dışına kaymasından dolayı dış tekerlek bodenleri, dış ray mantarının iç yanağına basınç yapar. Bu durum, bodenlerin aşınmasına ve ek direnimin doğmasına neden olur.
- Meydana gelen savrulmadan dolayı yolcu konforu bozulur ve araç içindeki yüklerin zarar görme ihtimali artar.
- Kurplarda, hattın dış rayı içtekine göre daha çabuk aşınır ve bu raya ait bağlantılar daha çabuk gevşeyerek laçkalaşır.
- Dış ray dizisi altındaki balast, iç ray dizisi altındaki balasta göre daha çabuk ufalanır.

Bir cismin merkezkaç kuvveti şu formülle hesaplanır:

$$K = m \times \frac{V^2}{R}$$

$$m = \frac{G}{Q}$$

G = Cismin ton veya kg cinsinden ağırlığı
Q = Yer çekimi ivmesi (9,81 m/s^2)
m = Kütle
K = Merkezkaç kuvveti
R = Kurp yarıçapı (m cinsinden)
V = Hız (m/s) (km/h olan hız birimi 3,6'ya bölündüğünde m/s birimine çevrilir.)

1. Örnek: Yarıçapı 800 m olan bir kurptan geçmekte olan aracın hızı 90 km/h ve ağırlığı 80 tondur. Araca etki eden merkezkaç kuvvetini hesaplayınız (Yerçekimi ivmesi = 9,81).

Çözüm:

$m = \frac{G}{Q}$ $\quad m = \frac{80}{9,81}$ $\quad$ 90 km/s = 90 / 3,6 = 25 m/s

$K = m \times \frac{V^2}{R}$ $\quad K = 8,155 \times \frac{25^2}{800} = 6,37$ ton

5.1.1. Merkezcil Kuvvet

Merkezkaç kuvvetine ters yönde oluşan ve demiryolu araçlarının kurp içine doğru kaymasına neden olan kuvvete **merkezcil kuvvet** denir. Merkezcil kuvvet; deverli kurplarda gerekenden fazla dever verilmesi, aracın belirlenen hızın altında hız yapması ya da durması gibi nedenlerle oluşur. Merkezcil kuvvetlerin zararları şu şekilde sıralanabilir:

- Merkezcil kuvvetin etkisiyle özellikle içinde akıcı yük bulunan ve tam dolu olmayan vagonlar kurp içine doğru kaydığı için vagon ağırlık merkezi de kurbun iç rayı yönüne kayar ve hamule dengesizliklerinden dolayı araçların deray etme riski artar.
- Araçların, kurbun iç ray dizisi tarafındaki tekerleklerinde ve mekanik aksamında aşırı yük nedeniyle çabuk aşınmalar, eğilmeler ve kırılmalar olabilir.
- Kurbun iç ray dizisi tarafındaki üstyapı malzemeleri daha fazla zarar görür.
- Kurbun iç tarafında kalan araç üst köşelerinin; tünel, kafes kirişli köprü gibi sanat yapılarının yan duvarlarına sürtünme tehlikesi ortaya çıkar.

5.1.2. Devirme Momenti

Kuvvetin, bir cismi bir nokta veya bir eksen yörüngesinde döndürme etkisine **moment** denir. Kurplarda dönüş hareketi yapan demiryolu araçlarını, merkezkaç kuvveti dışarıya atmaya çalışırken tekerlek bodenleri bu kuvvete karşı koyar. Bu şekilde ray mantarı etrafında ortaya çıkan moment kuvveti araçları devirmeye çalışır. Aracın ağırlık merkezinin ray seviyesinden yüksekliği arttıkça devrilme momentinin araca olan etkisi de artar. Devrilme momenti şu formülle hesaplanır:

$$Dm = K \times h$$

Dm = Devrilme momenti (tonxm)
K = Merkezkaç kuvveti (ton)
h = Aracın ağırlık merkezinin raya mesafesi (m)

2. Örnek: Ağırlığı 80 ton olan bir vagonun ağırlık merkezinin ray seviyesinden yüksekliği 1,65 metredir. Araca etki eden merkezkaç kuvveti 6,37 ton olduğuna göre devrilme momentini hesaplayınız.

Çözüm:

Dm = K x h = 6,37 x 1,65 = 10,510 tonxm

5.1.3. Denge (Muvazene) Momenti

Demiryolu araçlarını yolda tutan kendi ağırlıklarıdır. Araçları devrilmeye karşı yolda tutan momente **denge momenti** denir. Araç ağırlık merkezi ile yol ekseninin çakıştığı kabulüne göre denge momentinin araçlara olan etkisi şu formülle hesaplanır:

$$Mm = \left(G \times \frac{e}{2}\right) + \left(G \times h \times \frac{d}{2}\right)$$

Mm = Denge momenti (ton x m)
G = Araç ağırlığı (ton)
d = Dever (m)
h = Aracın ağırlık merkezinin raya mesafesi (m)
e = Tekerlek yuvarlanma daireleri arası mesafe (1,5 m)

3. Örnek: Ağırlığı 80 ton olan bir vagonun ağırlık merkezinin ray seviyesinden yüksekliği 1,65 metredir. Bu vagonun 130 mm devere sahip bir kurptaki denge momentini hesaplayınız.

Çözüm:

$$Mm = \left(G \times \frac{e}{2}\right) + \left(G \times h \times \frac{d}{2}\right) = \left(80 \times \frac{1,5}{2}\right) + \left(80 \times 1,65 \times \frac{0,13}{1,5}\right) = 71,44 \text{ ton x m}$$

5.1.4. Emniyet Sayısı

Denge momentinin devirme momentine oranı emniyet sayısını verir.

$$\text{Emniyet sayısı} = \left(\frac{Mm}{Dm}\right)$$

Emniyet sayısı = 1 ise limit hâlidir.
Emniyet sayısı > 1 ise normal şartlarda araç devrilmez.
Emniyet sayısı < 1 ise araç emniyetli değildir, devrilebilir.

4. Örnek: Bir aracın devrilme momenti 10,510 ve denge momenti 71,44 olduğuna göre emniyet sayısını bulunuz ve aracın devrilme durumunu değerlendiriniz.

Çözüm:

$$\text{Emniyet sayısı} = \left(\frac{Mm}{Dm}\right) = \left(\frac{71,44}{10,510}\right) = 6,79$$

Emniyet sayısı > 1 olduğundan bu araç normal şartlarda devrilmez.

5.1.5. Yanal İvme

Ton başına yok edilmemiş yatay doğrultudaki merkezkaç kuvvetine **yanal ivme** denir. Yolcuların rahatsız olmaması ve yüklerin araç içinde kaymaması için yanal ivmenin belirli bir değeri aşmaması gerekir. Yanal ivme değeri, yolcu ve yüklere gelen etkiyi belirttiği için **konfor sayısı** olarak da adlandırılır.

Yanal ivme hesabı için şu formül kullanılır:

$$\text{Yanal ivme (y)} = \left(\frac{V^2}{12,96 \times R}\right) - \left(\frac{d}{\frac{e}{Q}}\right)$$

y = Yanal ivme (m/s^2)
V = Hız (m/s)
R = Yarıçap (m)
d = Dever (mm) (minimum dever değeri)
e = Tekerlek yuvarlanma daireleri arasındaki mesafe (mm)
Q = Yerçekimi ivmesi (9,81 m/s^2)

5. Örnek: Yarıçapı 400 m ve minimum deveri 89 mm olan bir kurpta 80 km/h hız yapıldığında merkezkaç kuvvetinin etkisiyle oluşacak yanal ivmeyi hesaplayınız (e = 1 500 alınız.).

Çözüm:

$$y = \left(\frac{V^2}{12{,}96 \times R}\right) - \left(\frac{d}{\frac{e}{Q}}\right) = \left(\frac{80^2}{12{,}96 \times 400}\right) - \left(\frac{89}{\frac{1500}{9{,}81}}\right) = 1{,}23 - 0{,}58 = 0{,}65 \text{ m/s}^2$$

SIRA SİZDE

Aşağıda verilenlere göre merkezkaç kuvvetini, devrilme momentini, denge momentini ve emniyet sayısını hesaplayınız.

Verilenler:

Araç ağırlığı (G): 40 ton

Aracın ağırlık merkezinin raya mesafesi (h): 1,60 m

Yer çekimi İvmesi (Q): 9,81 m/s²

Hız (V): 80 km/h

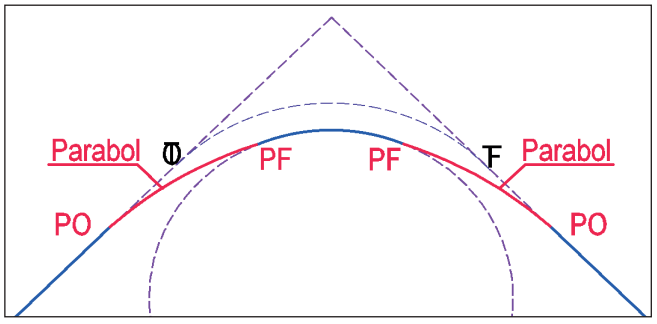
Kurp yarıçapı (R): 500 m

Dever (d): 130 mm

5.2. PARABOLDE YARIÇAP HESABI

Demiryolu araçları, aliyman ile kurp arasında geçiş yaparken aliyman ile kurbun birleştiği tanjant noktasında sarsıntıya maruz kalır. Sarsıntıları önlemek ve deveri kademeli olarak verebilmek için yapılan, yarısı kurba yarısı da aliymana yerleştirilen geçiş (alıştırma) eğrisine **parabol** denir (Şekil 5.4).

Parabolün doğru yoldaki başlangıç noktası "PO" (parabol orijin), kurp üzerindeki bitiş noktası "PF" (parabol final) adını alır.



Şekil 5.4: Parabol

BİLGİ NOTU

Türkiye'deki konvansiyonel hatlarda kullanılan geçiş eğrisi paraboldür. HT, YHT ve metro hatlarında klotoid adı verilen geçiş eğrileri kullanılır.

Kurplarda "PF" noktaları arasındaki yarıçap sabit, "PF" noktaları dışındaki yarıçap parabolün her noktasında farklıdır. Yarıçap "PO" noktasında sonsuzdan başlar, "PF" noktasına doğru gittikçe küçülür ve "PF" noktasında kurp yarıçapına eşit olur. Yarıçap "TO" ve "TF" noktalarında kurp yarıçapının iki katıdır.

Yol tamiratı çalışmalarında parabolün herhangi bir noktasındaki yarıçapı veya herhangi bir yarıçapın parabolün kaçıncı metresinde olduğunun bulunması gerekebilir. Bunun için şu formül kullanılır:

$$R1 = \frac{R \times L}{X}$$

L = Parabol boyu
R = Kurbun yarıçapı
R1 = Paraboldeki noktanın yarıçapı
X = Paraboldeki noktanın "PO"ya uzaklığı

1. Örnek: Yarıçapı 500 m olan bir kurpta parabol boyu 125 m'dir. Parabol üzerinde "PO" noktasına uzaklığı 70 m olan noktanın yarıçapını bulunuz.

Çözüm:

$$R1 = \frac{R \times L}{X} = \frac{500 \times 125}{70} = 892{,}8 \text{ m}$$

2. Örnek: Yarıçapı 600 m olan bir kurpta parabol boyu 120 m'dir. Parabol üzerinde yarıçapı 700 m olan bir noktanın "PO" noktasına olan uzaklığını bulunuz.

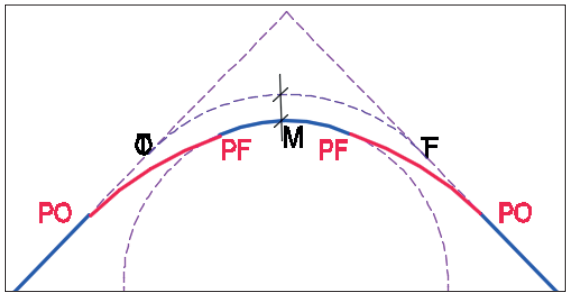
Çözüm:

$$R1 = \frac{R \times L}{X} \qquad 700 = \frac{600 \times 120}{X} \qquad X = \frac{600 \times 120}{700} = 102{,}86 \text{ m}$$

SIRA SİZDE

Yarıçapı 250 m olan bir kurpta parabol boyu 75 m'dir. Parabol üzerinde "PO" noktasına uzaklığı 70 m olan noktanın yarıçapını bulunuz.

Tebdilimevzi (Yer Değiştirme): Kurpların her iki başına alıştırma eğrileri yerleştirilir. Bu eğrilerden biri de paraboldür. Parabol, yol ekseninin kurpta bir miktar içeri kaymasına neden olur. Bu kayma miktarına **tebdilimevzi** denir. Kayma miktarı "PO" (parabol orijin) noktasından başlar ve orantılı olarak "PF"ye (parabol final) doğru artar. Tebdilimevzi **"M"** harfi ile gösterilir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5: Tebdilimevzi

Yer değiştirme miktarı şu formülle hesaplanır:

$$M = \frac{L^2}{24R}$$

L = Parabol boyu
M = Yer değiştirme miktarı (PF'ler arası)
R = Kurp yarıçapı
24 = Sabit sayı

Bu formülle bulunan değer PF noktalarındaki yer değiştirme miktarıdır. Tanjant noktalarında kayma miktarı bu değerin yarısıdır.

3. Örnek: Parabol boyu 100, kurp yarıçapı 500 m olan bir kurpta, PF noktaları arasındaki yer değiştirme miktarını hesaplayınız.

Çözüm:

$$M = \frac{L^2}{24R} = \frac{100^2}{24 \times 500} = 0{,}833 \text{ m} = 833 \text{ mm}$$

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (…) Dışbükey kurplara gök merkezli düşey kurp adı verilir.

2. (…) Araçları devrilmeye karşı yolda tutan momente devrilme momenti denir.

3. (…) Muvazene momentinin devrilme momentine oranı emniyet sayısını verir.

4. (…) Developman, kurbun iki tanjantı arasında kalan uzunluktur.

5. (…) Alıştırma eğrileri kurp boyunca devam eder.

B. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Araçların merkezden kurp dışına doğru savrulmasına neden olan kuvvet ……..…. kuvvetidir.

7. Türkiye'deki konvansiyonel hatlarda kullanılan geçiş eğrisi ……..…. olarak adlandırılır.

8. Farklı doğrultudaki aliymanları birleştiren, sabit yarıçaplı bir daire yayı parçası şeklinde olan yolun eğri kısımlarına ……..…. denir.

9. Aliyman ile kurbun birleştiği noktaya ……..…. noktası denir.

10. Ton başına yok edilmemiş yatay doğrultudaki merkezkaç kuvvetine ……..…. denir.

C. Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

11. Parabol boyu 90, kurp yarıçapı 450 m olan bir kurpta, PF noktaları arasındaki yer değiştirme miktarı kaç mm'dir?

A) 750 B) 760 C) 770
D) 800 E) 850

12. Yarıçapı 400 m olan bir kurptan geçmekte olan aracın hızı 60 km/h ve ağırlığı 50 tondur.

Buna göre araca etki eden merkezkaç kuvveti kaç ton olur?

A) 2,95 B) 3,20 C) 3,54
D) 4,43 E) 5,57

13. Yarıçapı 400 m olan bir kupta parabol boyu 80 m'dir.

Parabol üzerinde "PO" noktasına uzaklığı 40 m olan noktanın yarıçapı kaç m'dir?

A) 500 B) 600 C) 700
D) 800 E) 900

14. Yarıçapı 700 m olan bir kurbun deveri 130 m'dir. Aracın ağırlığı 40 ton ve ağırlık merkezinin ray seviyesinden yüksekliği 1,60 metredir.

Bu kurpta araca etki eden merkezkaç kuvveti 3,64 ton olduğuna göre emniyet sayısı nedir?

A) 3,48 B) 6,10 C) 7,64
D) 11,96 E) 14,56

15. Ağırlık merkezinin ray seviyesinden yüksekliği 1,60 m olan bir demiryolu aracına etki eden merkezkaç kuvveti 6,00 ton olduğuna göre devrilme momenti kaç tonxm'dir?

A) 7,2 B) 7,6 C) 8,6
D) 9,4 E) 9,6



DEVER

KONULAR

6.1. KURPLARDA DEVER HESABI
6.2. KURPLARDA DEVER KONTROLÜ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

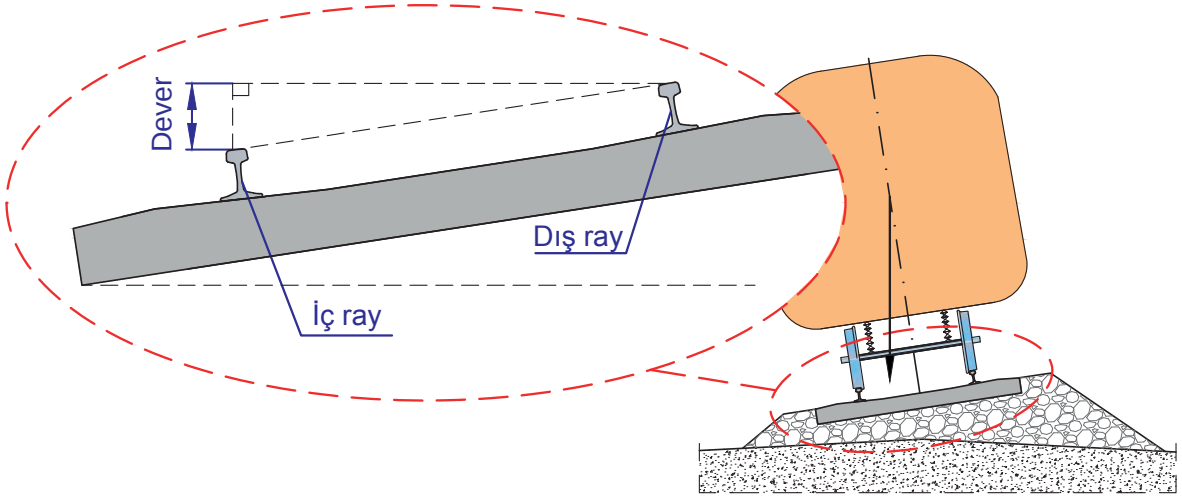
- Dever hesapları
- Parabolde dever taksimatı
- Dever kontrolü
- Dever akortları

ANAHTAR KAVRAMLAR

dever, kurp, parabol, rampa boyu, rampa eğimi

6. DEVER

Demiryolu araçları, aliymandan kurba girdiğinde onları kurp dışına doğru savurmaya çalışan merkezkaç kuvvetinin etkisinde kalır. Bu kuvveti karşılamak ve zararsız hâle getirmek için yol enkesitine kurp içine doğru eğim verilerek dış ray dizisinin iç ray dizisine oranla belirli bir miktar yükseltilmesi sağlanır. Yatay kurplarda, yükseltilen dış ray dizisi ile iç ray dizisi arasındaki yükseklik farkına **dever** denir (Şekil 6.1).

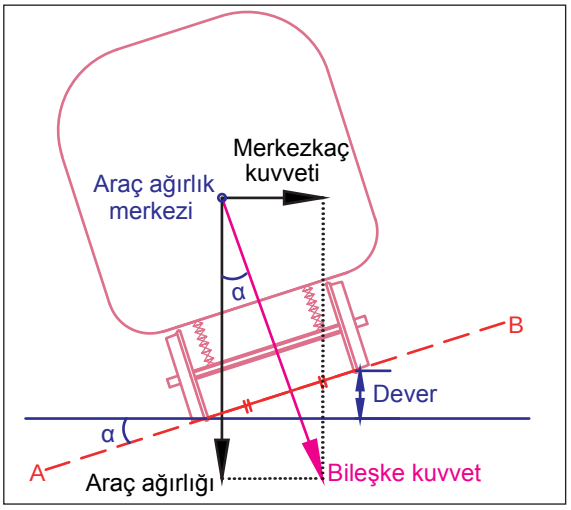


Şekil 6.1: Dever

6.1. KURPLARDA DEVER HESABI

Kurpta verilecek dever miktarı, kurbun yarıçapına ve yolda yapılacak hıza bağlıdır. Dever; yarıçapla ters orantılı, hızla doğru orantılıdır. Başka bir deyişle yarıçapı fazla olan bir kurpta dever az, yüksek hız yapılması planlanan bir kurpta ise dever fazla verilmelidir.

Teorik olarak kurpta hareket hâlindeki araca etki eden merkezkaç kuvvetinin tamamen yok edilebilmesi için bileşke kuvvetin ray üzerinden geçen düzleme (AB doğrusu) dik olması ve ray üzerinden geçen düzlemle yol açıklığının ortasında kesişmesi gerekir (Şekil 6.2).



Şekil 6.2: Araca etki eden kuvvetler ve dever teorisi

6.1.1. Dever Çeşitleri

Dever; teorik dever, normal (ideal) dever, minimum dever ve maksimum dever olmak üzere dört gruba ayrılır:

Teorik Dever

Kurpta hareket hâlindeki bir demiryolu aracına etki eden merkezkaç kuvvetini tamamen yok etmek için gerekli olan dever miktarıdır. Adından da anlaşılacağı üzere pratikte uygulanması mümkün değildir çünkü araçların aynı hızda çalışması her zaman mümkün olmayabilir. Örneğin eğimli bir yolda hareket eden araç hızını azaltmak zorunda kaldığında merkezcil kuvvetin araca etkisi artar. Artan bu kuvvet, kurbun iç raylarının fazla aşınmasına veya akıcı yük taşıyan vagonlarda içe devrilmelere neden olabilir. Ayrıca hatlarda çalışan yolcu ve yük trenlerinin hızları farklı olacağından bu hatlara teorik dever uygulamak mümkün değildir.

Teorik dever formülü şu şekildedir:

$$d = \frac{11{,}8 \times V^2}{R}$$

V = Hız [Hatta çalışan en yüksek hıza sahip aracın hızı (km/h)]
R = Kurp yarıçapı (m)
d = Dever (mm)
11,8 = Sabit sayı

Örnek: Yarıçapı 400 m olan ve 70 km/h azami hız uygulanan kurp için teorik deveri hesaplayınız.

Çözüm:

$$d = \frac{11{,}8 \times V^2}{R} = \frac{11{,}8 \times 70^2}{400} = 144{,}55 = 145 \text{ mm}$$

Normal (İdeal) Dever

Demiryolu işletmeleri, teorik deverin uygulanamaması nedeniyle hatta uygulanabilecek çeşitli dever formülleri geliştirmiştir. Uygulama deveri belirlenirken merkezkaç ve merkezcil kuvvetin yola dengeli bir şekilde etki etmesine özen gösterilir. TCDD'de uzun yıllar "$d=(8V^2)/R$" formülü kullanılmış ancak yeni yapılan hatlarda farklı bir normal dever formülü kullanılmaya başlanmıştır. Mevcut hatlarda da bakım ve yenileme çalışmaları sırasında normal dever değerleri bu formüle göre düzenlenmektedir. Normal dever formülü şu şekildedir:

$$dnor = \frac{11{,}8 \times V^2}{R} - 80$$

V = Hız [Hatta çalışan en yüksek hıza sahip aracın hızı (km/h)]
R = Kurp yarıçapı (m)
dnor = Normal dever (mm)
11,8 = Sabit sayı
80 = Sabit sayı

Örnek: Yarıçapı 400 m olan ve 70 km/h azami hız uygulanan kurp için normal deveri hesaplayınız.

Çözüm:

$$dnor = \frac{11{,}8 \times V^2}{R} - 80 = \frac{11{,}8 \times 70^2}{400} - 80 = 64{,}55 = 65 \text{ mm}$$

Yol projelerinde normal dever değeri yuvarlanarak 5'in katı olacak şekilde yazılır. Kurbun normal deveri 15 mm'den az hesaplanmışsa bu kurplarda dever uygulanmasına gerek yoktur. Eğer normal dever formülü ile hesaplanan dever değeri 15-20 mm arasında ise dever 20 mm olarak uygulanır. Burada belirtilen kurallar minimum dever uygulanan yerlerde geçerli değildir çünkü kurpta uygulanan dever, hesaplanan minimum dever değerinden az olmamalıdır.

Minimum Dever

Normal deverin verilmesinin mümkün olmadığı durumlarda, araçların güvenli bir şekilde yol alabilmesi için verilebilecek en az dever miktarıdır. Trafik emniyetinin tehlikeye düşmemesi için yola uygulanacak dever miktarı hiçbir zaman minimum deverden az olmamalıdır. Minimum dever hesaplanırken teorik deverden bir miktar indirim yapılır. Bu indirim, yanal ivme dikkate alınarak belirlenmiştir ve minimum dever formülünde 100 sabit sayısı olarak yer alır. Minimum dever formülü şu şekildedir:

$$dmin = \frac{11{,}8 \times V^2}{R} - 100$$

V = Hız [Hatta çalışan en yüksek hıza sahip aracın hızı (km/h)]
R = Kurp yarıçapı (m)
dnor = Normal dever (mm)
11,8 = Sabit sayı
100 = Sabit sayı

Örnek: Yarıçapı 400 m olan ve 70 km/h azami hız uygulanan kurp için minimum deveri hesaplayınız.

Çözüm:

$$dmin = \frac{11{,}8 \times V^2}{R} - 100 = \frac{11{,}8 \times 70^2}{400} - 100 = 44{,}55 = 45 \text{ mm}$$

Maksimum Dever

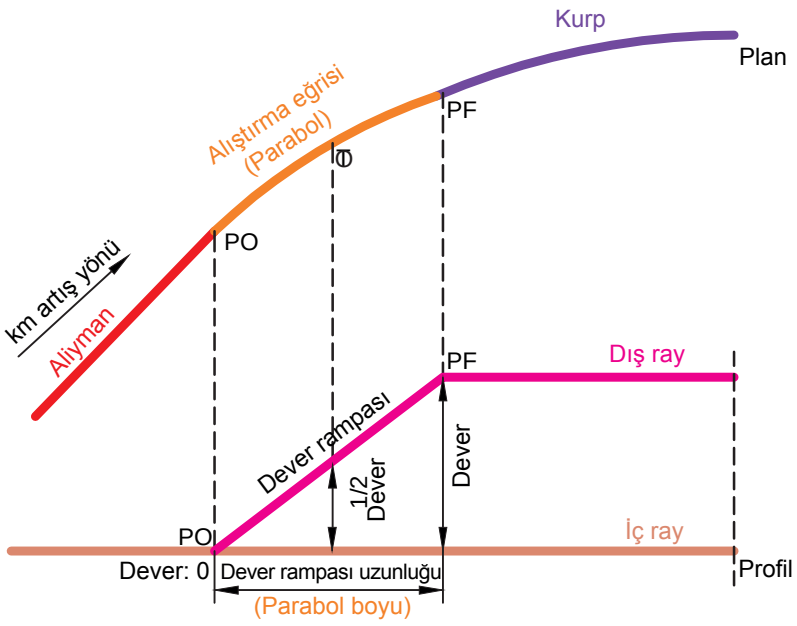
Araçların kurplarda yavaşlaması veya durması gerektiğinde, merkezcil kuvvetin etkisiyle araçların devrilmesini önlemek için verilecek dever miktarının hiçbir zaman maksimum dever miktarını aşmaması gerekir. Maksimum dever, demiryolu işletmelerine göre farklılık gösterebilir. Bu değer TCDD hatlarında 130 mm olarak kabul edilmiştir.

SIRA SİZDE

R = 500 m ve V = 80 km/h olan bir kurp için teorik, normal ve minimum dever hesaplarını yapınız.

6.1.2. Dever Rampası Hesapları

Aliymandan kurba girerken deverin belirli bir eğimle azar azar artırılarak verilmesi gerekir. Örneğin 120 mm dever verilecek bir kurpta, aliyman ile kurbun birleştiği tanjant noktasında, dış ray aniden 120 mm yükseltilemez. Deverin "0" olduğu noktadan 120 mm olduğu noktaya kadar belirli bir eğimle yumuşak bir geçiş yapılması gerekir. Bunun için oluşturulan ve alıştırma eğrisi boyunca kademeli olarak arttırılan rampaya **dever rampası** denir (Şekil 6.3). Dever rampasının başlangıcı ve sonu genellikle PO ve PF ile çakışıktır. PO noktasında dever yoktur. TO noktasında yarım dever değeri uygulanır. PF noktaları arasında kurp tam deverle devam eder.



Şekil 6.3: Dever rampası

Dever rampası eğimi "i = d/L" formülü ile bulunur. Bu formülde "i", dever rampa eğimini; "L" ise dever rampa uzunluğunu ifade eder. Dever rampa uzunluğunu bulmak için "L = d/i" formülü kullanılır.

Hıza göre olması gereken dever rampa eğimini bulabilmek için UIC 703 standartlarına uygun olarak şu formüller kullanılır:

- V < 120 km/h olan hatlar için

$$\text{Normal } i = \frac{1}{10 \times V}$$

$$\text{Maksimum } i = \frac{1}{8 \times V}$$

- 120 ≤ V < 200 km/h olan hatlar için

$$\text{Normal } i = \frac{1}{10 \times V}$$

$$\text{Maksimum } i = \frac{1}{6 \times V}$$

- V ≥ 200 km/h olan hatlar için

$$i = \frac{1}{12 \times V}$$

1. Örnek: 85 km/h azami hız uygulanan bir kurpta 130 mm dever uygulanacaktır. Kurbun normal dever rampa eğimini ve rampa uzunluğunu hesaplayınız.

Çözüm:

$$\text{Normal } i = \frac{1}{10 \times V} = \frac{1}{10 \times 85} = 0{,}00118 = ‰\ 1{,}18 \qquad L = \frac{d}{i} = \frac{0{,}13}{0{,}00118} = 110{,}17 \text{ m}$$

2. Örnek: 100 km/h azami hız uygulanan bir kurpta 120 mm dever uygulanacaktır. Maksimum dever rampa eğimine göre dever rampası uzunluğu en az kaç metre olmalıdır? Hesaplayınız.

Çözüm:

$$\text{Maksimum } i = \frac{1}{8 \times V} = \frac{1}{8 \times 100} = 0{,}00125 = ‰\ 1{,}25 \qquad L = \frac{d}{i} = \frac{0{,}12}{0{,}00125} = 96 \text{ m}$$

SIRA SİZDE

130 km/h azami hız uygulanan bir kurpta 130 mm dever uygulanacaktır. Maksimum dever rampa eğimine göre dever rampası uzunluğu en az kaç metre olmalıdır? Hesaplayınız.

Dever rampasının herhangi bir noktasındaki dever hesabı için şu formül kullanılır:

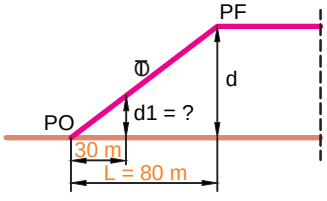
$$d1 = \frac{d}{L} \times X$$

L = Dever rampası uzunluğu (m)
d1 = Dever rampası üzerindeki herhangi bir noktanın deveri (mm)
d = Kurbun deveri (mm)
X = Deveri hesaplanacak noktanın PO'ya uzaklığı (m)

3. Örnek: Deveri 120 mm, dever rampa boyu 80 m olan bir kurbun dever rampasının 30. metresindeki deveri hesaplayınız.

Çözüm:

$$d1 = \frac{d}{L} \times X = \frac{120}{80} \times 30 = 45 \text{ mm}$$



6.1.3. Parabolde Dever Taksimatı

Dever taksimatı genellikle 10 metrede bir yapılır. Öncelikle dx = d/L formülü ile 1 metredeki dever miktarı bulunur ve bulunan değere göre parabol boyunca taksimat yapılır. Dever; PO noktasında "0", TO noktasında yarım dever ve PF noktasında tam dever değerine ulaşır.

Traverslere göre dever taksimatı yapılmak isteniyorsa öncelikle paraboldeki travers sayısı tespit edilir. Tam dever travers sayısına bölünerek bir traverse düşen dever miktarı bulunur. PO'dan itibaren travers sayısı ile travers başına düşen dever miktarı çarpılarak ilgili traversin bulunduğu noktanın deveri hesaplanır.

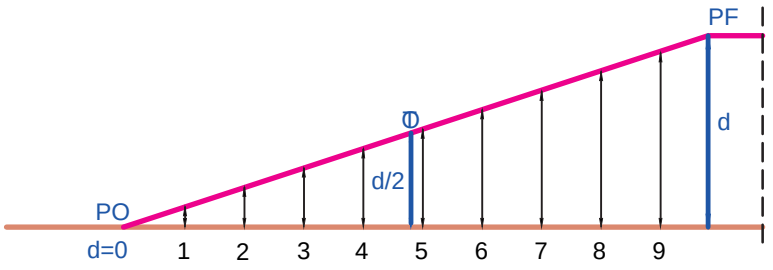
Örnek: Parabol boyu 95 m ve deveri 124 mm olan bir parabolde dever taksimatını yapınız. Travers aralığını 0,62 m kabul ederek, 16 traverste (yaklaşık 10 metre) bir olacak şekilde taksimat yapınız.

Çözüm:

$$dx = \frac{d}{L} = \frac{124}{95} = 1{,}3 \text{ mm} \qquad \text{1 metredeki dever}$$

1 metredeki dever 1,3 mm olduğundan dever taksimatı şu şekilde yapılır:

Noktanın PO'ya uzaklığı (m)	Dever (mm)
PO = 0	0
d1 = 10	10 x 1,3 = 13
d2 = 20	20 x 1,3 = 26
d3 = 30	30 x 1,3 = 39
d4 = 40	40 x 1,3 = 52
TO = 47,5	47,5 x 1,3 = 62
d5 = 50	50 x 1,3 = 65
d6 = 60	60 x 1,3 = 78
d7 = 70	70 x 1,3 = 91
d8 = 80	80 x 1,3 = 104
d9 = 90	90 x 1,3 = 117
PF = 95	95 x 1,3 = 124



Traverse göre dever taksimatı şu şekilde yapılır:

$$\text{Paraboldeki travers adedi} = \frac{L}{\text{Travers aralığı}} = \frac{95}{0{,}62} = 153 \text{ adet}$$

$$\text{Bir traverse düşen dever} = \frac{d}{\text{Travers adeti}} = \frac{124}{153} = 0{,}81 \text{ mm}$$

Paraboldeki travers adedi	Dever (mm)
0(PO)	0
16	16 x 0,81 = 13
32	32 x 0,81 = 26
48	48 x 0,81 = 39
64	64 x 0,81 = 52
80	80 x 0,81 = 65
96	96 x 0,81 = 78
112	112 x 0,81 = 91
128	128 x 0,81 = 104
144	144 x 0,81 = 117
153 (PF)	153 x 0,81 = 124

SIRA SİZDE

Parabol boyu 85 m ve deveri 128 mm olan bir parabolde dever taksimatını tablo oluşturarak yapınız.

6.1.4. Makas, Hemzemin Geçit, İstasyon Yolları ve Kesişen Hatlarda Dever Uygulamaları

Makasların sapan yollarına normal şartlarda dever verilmez ancak dever verilmesini gerektirecek bir durum varsa şu kurallara dikkat edilmelidir:

- Makaslarda verilecek dever miktarı 60 mm'den fazla olamaz.
- Dever verilecek makas bir kurp üzerindeyse makasa verilecek dever kurbun tamamına uygulanır. Ancak dever 60 mm'den fazla olamayacağı için minimum dever hesabı yapılır ve gerekiyorsa hız düşürülür.

- Makasın sapan yolu ile doğru yolunun aynı yönlü kurplar üzerinde bulunduğu durumlarda, iki hattan hangisi daha önemliyse makasa o hattın deveri verilir. Eğer her iki hat da aynı öneme sahipse ortalama bir dever belirlenir.
- Makasın sapan yolu ve doğru yolu zıt yönlü kurplar üzerinde bulunuyorsa makasa dever verilmez.

Konvansiyonel hatlardaki istasyon yollarında ve kesişen hatlarda dever uygulanırken şunlara dikkat edilmelidir:

- Trenlerin bazen durmadan geçtiği ana yol üzerindeki kurplarda maksimum hız dikkate alınarak tenzilli (indirimli) dever verilir ancak tali yollarda dever verilmesine gerek yoktur.
- Üzerinde yolcu peronu olan kurplu yollarda tenzilli dever uygulanmalı, tenzilli dever uygulama imkânı yoksa, dever 110 mm'yi aşmamalıdır.
- İstasyon giriş ve çıkışlarında makasa yakın kurplarda tenzilli dever uygulanmalıdır.
- Kesişen hatların kesişim bölgelerindeki kurplarda dever verilmemelidir.

Hemzemin geçitlerin bulunduğu kurplarda dever uygulanırken şunlara dikkat edilmelidir:

- Tek hatlı hemzemin geçitlerde dever 105 mm'den fazla olmamalıdır.
- Çift ve daha fazla hatlı hemzemin geçitlerde dever 100 mm'den fazla olmamalıdır.
- Hemzemin geçitlerde uygulanacak dever minimum deverin altına düşüyorsa hız kısıtlaması yapılmalıdır.

6.2. KURPLARDA DEVER KONTROLÜ

Demiryolu hatlarında düzenli olarak yol muayene makineleriyle hat geometrisi kontrol edilir ve sonuçlar limit değerlere göre değerlendirilir. Ölçüm makinelerinden elde edilen sonuçlar raporlanır ve bu kusurlar hat üzerinde elle doğrulanır. Elle doğrulama sırasında ekartman ve dever ölçme aleti kullanılarak ekartman ve dever değerleri kontrol edilir. Ayrıca gerekli kesimlerde kusur kontrolü ve takip ölçümleri için "krabb" adı verilen yol geometrisi ölçüm aletinden de yararlanılır.

Dever kusurlarının bulunduğu yerlerde, el aletleriyle veya makineli tamirat yapılarak kusurlar giderilir. Dever, istenen değerden düşükse dış ray; istenen değerden yüksekse iç ray kaldırılarak buraj işlemi yapılır.

6.2.1. Deverin Az veya Fazla Olmasının Sakıncaları

Deverin gereğinden az verilmesinin de fazla verilmesinin de çeşitli sakıncaları vardır. Bu sakıncalar şu şekilde sıralanabilir:

Dever, olması gerekenden az verilirse

- Merkezkaç kuvveti dengelenemez, araçlar kurp dışına doğru savrulur ve deray etme riski artar.
- Demiryolu araçları kurplardan geçerken dış ray dizisine yüklenerek bodenlerin ve ray mantarı iç yüzünün aşınmasına neden olur.
- Dış ray dışa doğru devrilmeye çalışır, bağlantı elemanları daha çabuk gevşer ve laçkalaşır.
- Zorlama nedeniyle travers yatakları çabuk bozulur, ekartmanda (hat açıklığı) artış görülür.
- Dış ray dizisi altındaki balast, iç ray dizisi altındaki balasta göre daha çabuk ufalanır.
- Tekerlek bodenlerinin dış ray mantarına sürtünmesi sonucu fren etkisi artar, ek dirençler ortaya çıkar ve aracın çekim gücünü olumsuz etkiler.
- Merkezkaç kuvvetinin etkisiyle araç içerisindeki akıcı ve kayıcı eşyalar dış ray yönüne doğru kayarak dingil basınç dengesini bozar ve dış ray tarafındaki dingil yatakları zarar görür.
- Merkezkaç kuvveti dengelenemediğinden araçta bulunan yolcuların konforu bozulur.

Dever, olması gerekenden fazla verilirse

- Merkezcil kuvvetin etkileri azaltılamaz. Özellikle içinde akıcı yük bulunan ve tam dolu olmayan vagonların kurp içine doğru kaymasıyla vagonun ağırlık merkezi kurbun iç rayı yönüne kayar ve hamule dengesizliğinden dolayı deray etme riski artar.
- Demiryolu araçları kurplardan geçerken iç ray dizisine yüklenir ve iç ray dizisinde ezilmeler görülür.
- İç ray dizisindeki bağlantı elemanları daha çabuk gevşer ve laçkalaşır.
- Zorlama nedeniyle traverslerde kırılmalar görülür.
- İç ray dizisi altındaki balast, dış ray dizisi altındaki balasta göre daha çabuk ufalanır.
- Araçların iç tarafta kalan üst köşelerinin; tünel, kafes kirişli köprü gibi sanat yapılarının yan duvarlarına sürtünme tehlikesi ortaya çıkar.
- Merkezcil kuvvetin etkileri azaltılamadığından araçta bulunan yolcuların konforu bozulur.

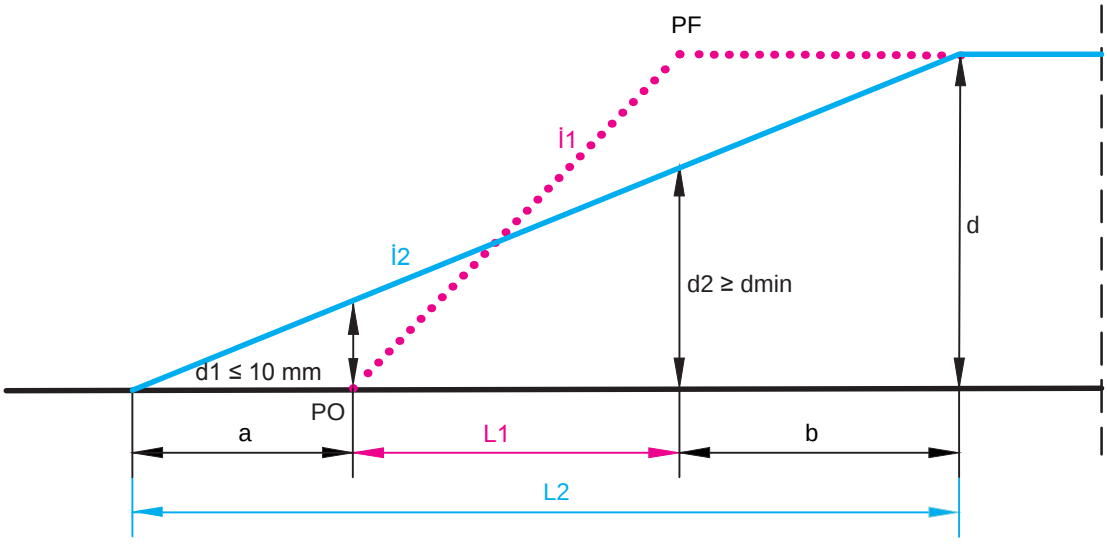
6.2.2. Tenzilli Dever

Normal deverden en fazla 1/3 oranında indirim yapılarak uygulanan devere **tenzilli (indirimli) dever** denir. Bir başka ifadeyle tenzilli dever normal deverin 2/3'ü kadardır. Yol eğiminin fazla olduğu (%0,15'i geçtiği), araçların belirlenen hızı yapamadığı veya mecburi duruşların olduğu hat kesimlerindeki kurplarda, merkezcil kuvvetin etkilerinden kaçınmak amacıyla tenzilli dever uygulanır. Ayrıca istasyon giriş çıkışlarındaki başmakasa yakın kurplarda, istasyon ana yollarındaki ve banliyö duraklarındaki kurplarda da tenzilli dever uygulanır. Kafes kirişli köprülerdeki kurplarda ve gabari bakımından sorunlu olan tünellerde tam dever verilirse deverin etkisiyle kurbun iç rayı tarafında gabari daralmasından dolayı sürtünmeler meydana gelebilir. Bu tip yerlerde de gabari sorunlarının çözülmesi amacıyla tenzilli dever uygulanır.

6.2.3. Dever Akortları

Projede belirlenen deverin uygulanamayacağı istisnai durumlarda, deverde yapılan düzenlemelere **dever akordu** denir. Dever akordu yapılmasını gerektiren durumlar şu şekilde sıralanabilir:

- **Dever rampası eğiminin istenilen hıza uygun olmadığı durumlarda,** dever rampası boyu istenilen hıza uygun eğim verilmesini sağlayacak kadar uzatılır. Developman boyu yeterli ise dever rampası PF'den ileriye doğru, yeterli değil ise dever rampası bir miktar da PO'dan aliymana doğru uzatılabilir. Yapılacak dever akordunda, PO'da verilecek dever 10 mm'yi geçmemelidir. PO'da verilecek dever minimum deverden az olmamalıdır, eğer bu şart sağlanamıyorsa hız azaltılmalıdır (Şekil 6.4).



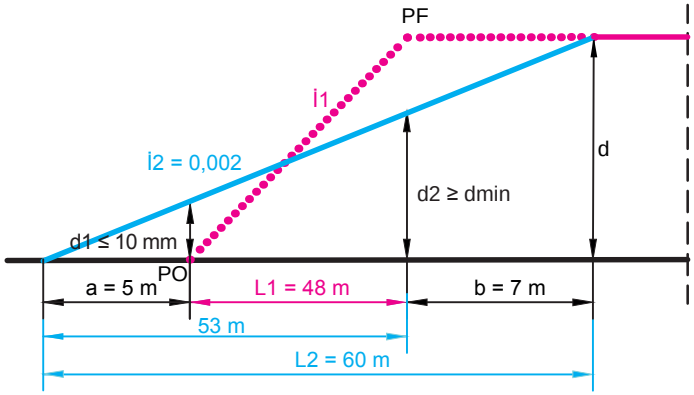
Şekil 6.4: Dever rampası eğiminin istenilen hıza uygun olmadığı durumlarda dever akordu

Örnek: L1 = 48 m, d = 120 mm, dmin = 93 mm olan bir kurpta dever rampa eğimi (İ2) = ‰2 olacak şekilde akort yapılabilir mi? Dever akordunu hesaplayınız ve şekil üzerinde gösteriniz (Developman boyunun, dever rampasını PF'den ileriye doğru uzatmak için yeterli olmaması durumuna göre hesap yapınız.).

Çözüm:

$$İ2 = \frac{d}{L2} \qquad L2 = \frac{d}{İ2} = \frac{120}{0{,}002} = 60 \text{ m}$$

Uzatılması gereken dever rampası miktarı 60 − 48 = 12 m bulunur. Bu 12 metrelik kısım PF'den ileriye doğru uzatılmalıdır ancak soruda developman boyunun bunun için yeterli olmadığı belirtilmiştir. Bu nedenle dever rampasının bir kısmı PF'den ileriye doğru, kalan kısmı ise kuralına uygun şekilde aliymana doğru uzatılacaktır.



PO noktasında d1 ≤ 10 mm olacağından d1 = 10 mm kabul edilerek işlem yapılırsa

$$a = \frac{d1}{İ2} = \frac{10}{0{,}002} = 5 \text{ m} \qquad b = 60 - (48 + 5) = 7 \text{ m}$$

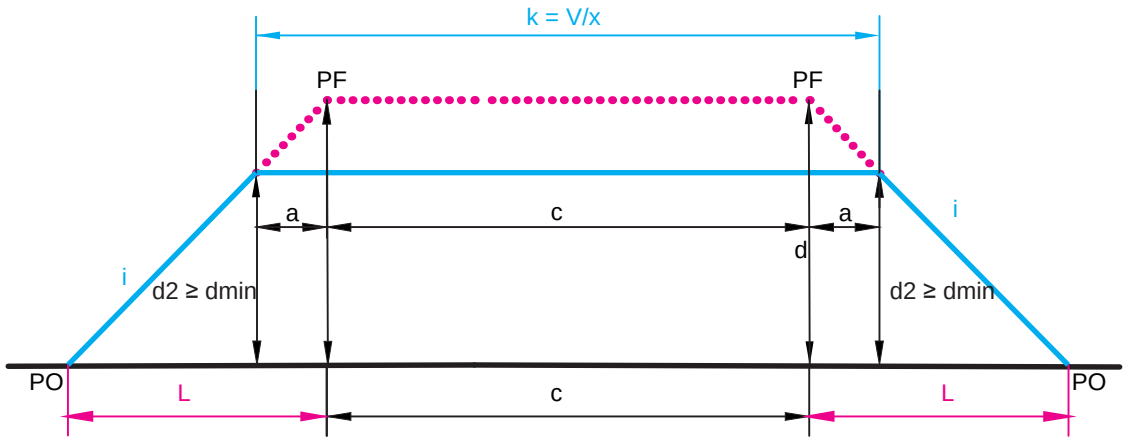
PF noktası dever rampasının 53. metresi olacağından PF'de dever;

d2 = 53 x 0,002 = 106 mm bulunur.

d2 ≥ dmin koşulunun sağlanması gerekmektedir.

106 ≥ 93 olduğundan bu kurpta eğim (İ2) = ‰2 olacak şekilde akort yapılması uygundur.

► **Bir kurbun iki PF'si arasındaki mesafe olması gerekenden kısa ise** dever rampaları PF'ler arasında en az "k = V/x" kadar bir mesafe bırakılacak şekilde yeniden teşkil edilir. Yapılacak dever akordunda, PF'de verilecek dever minimum deverden az olmamalıdır. Eğer bu şart sağlanamıyorsa hız azaltılmalıdır (Şekil 6.5).



Şekil 6.5: Bir kurbun iki PF'si arasındaki mesafenin olması gerekenden kısa olduğu durumda dever akordu

Dever değişim noktaları arasında sabit deverle geçilmesi gereken en az mesafe (k), yolun tasarım hızına göre farklılık gösterir. Bu mesafeler EN 13803 standartlarına göre Tablo 6.1'de gösterilmiştir. Tabloda belirtilen limit değerlerin altına düşülmüşse mutlaka dever akordu yapılmalıdır. Ayrıca tabloya göre hesaplanan "k" değeri kesinlikle 20 metrenin altına düşmemelidir, eğer düşüyorsa "k" değeri 20 metre alınır.

Tablo 6.1: Dever Değişim Noktaları Arasında Sabit Deverle Geçilmesi Gereken En Az Mesafe (k)

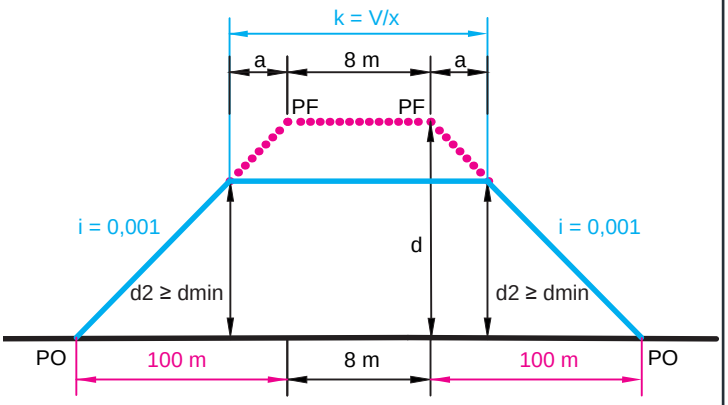
Yolun Tasarım Hızı (km/h)	Normal Limit	İstisnai Limit
0 < V ≤ 70	V/3	V/10
70 < V ≤ 200	V/2	V/5,2
200 < V ≤ 360	V/1,5	V/2,5

Örnek: 120 km/h azami hız uygulanan bir kurpta dever 90 mm, iki PF arasındaki mesafe 5 m, dever rampa eğimi ‰1, dever rampa boyu 100 m ve minimum dever 35 m'dir (k = V/5 alınız.). Bu kurpta dever akordu yapılması gerekli midir? Gerekli ise dever akordunu hesaplayınız ve şekil üzerinde gösteriniz.

Çözüm:

d = 90 mm
dmin = 35 mm
c = 8 m
V = 120 km/h
k = V/5
i = 0,001
L = 100 m

$k = \frac{V}{5} = \frac{120}{5} = 24$



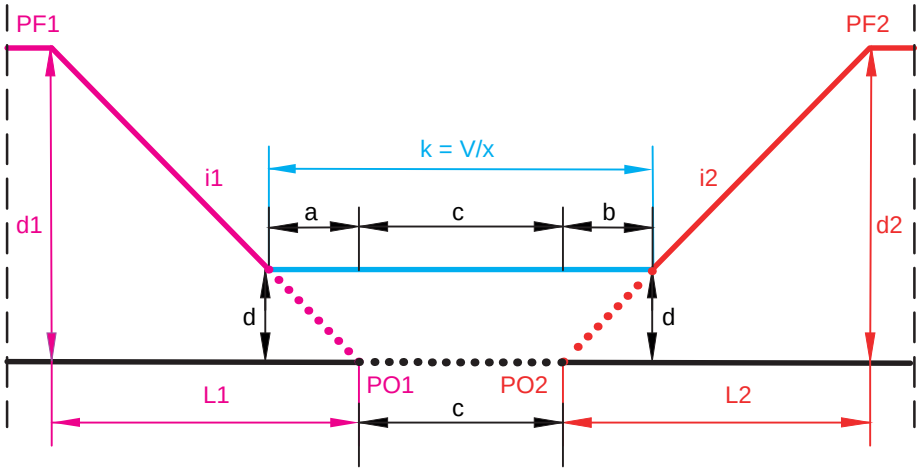
(c = 8) < (k = 24) olduğundan PF noktaları arasında dever akordu yapılması gerekmektedir.

$a = \frac{k - c}{2} = \frac{24 - 4}{2} = 8$ m

d2 = d − (a x i) = 0,09 − (8 x 0,001) = 82 mm

(d2 = 82 mm) > (dmin = 35 mm) olduğundan uygulanabilir.

► **Merkezleri aynı yönde ve art arda olan iki kurpta, PO'lar arasındaki mesafe olması gerekenden kısa ise** PO'lar arasında en az "k = V/x" kadar bir mesafede deverli bölge oluşturulur. Bu tip kurplara "sepet kurp" veya "bindirme kurp" adı verilir (Şekil 6.6).

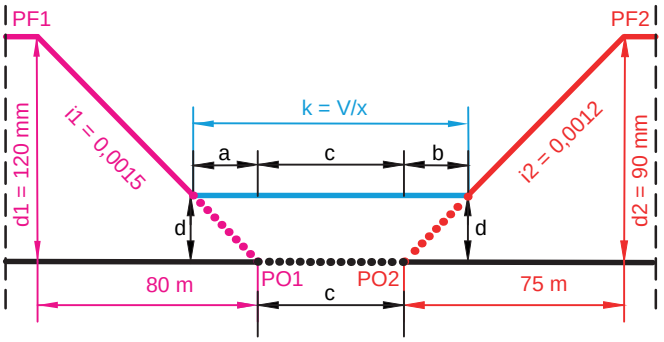


Şekil 6.6: PO'lar arası mesafesi olması gerekenden kısa olan sepet kurplarda dever akordu

Örnek: 100 km/h azami hız uygulanan bir yolda, merkezleri aynı yönde ve art arda olan iki kurptan birincisinin deveri 120 mm, ikincisinin deveri 90 mm ve iki kurbun PO'ları arasındaki mesafe 3 m'dir. Birinci kurbun dever rampa boyu 80 m, dever rampa eğimi ‰1,5; ikinci kurbun dever rampa boyu 75 m, dever rampa eğimi ise ‰1,2 olduğuna göre bu kurplarda dever akordu yapılması gerekli midir? Gerekli ise dever akordunu hesaplayınız ve şekil üzerinde gösteriniz (k = V/5 alınız.).

Çözüm:

d1 = 120 mm	d2 = 90 mm	c = 3 m
V = 100 km/h	k = V/5	i1 = 0,0015
i2 = 0,0012	L1 = 80 m	L2 = 75 m



$$k = \frac{V}{5} = \frac{100}{5} = 20$$

(c = 3) < (k = 20) olduğundan PF noktaları arasında dever akordu yapılması gerekmektedir.

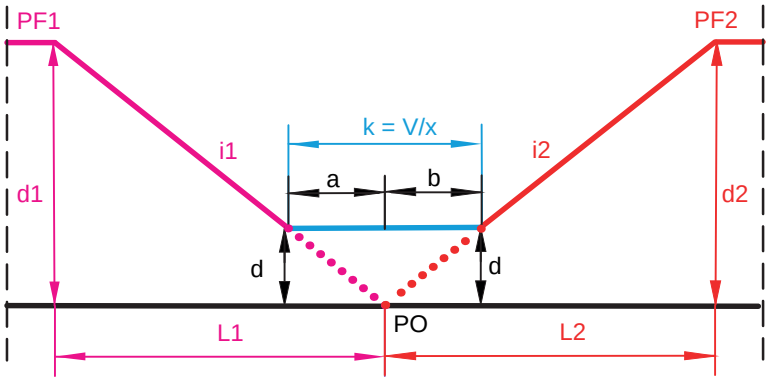
$$a = \frac{k - c}{i1 + i2} \times i2 = \frac{20 - 3}{0{,}0015 + 0{,}0012} \times 0{,}0012 = 7{,}56 \text{ m}$$

$$b = \frac{k - c}{i1 + i2} \times i1 = \frac{20 - 3}{0{,}0015 + 0{,}0012} \times 0{,}0015 = 9{,}44 \text{ m}$$

$d = a \times i1 = 7{,}56 \times 0{,}0015 = 11$ mm veya $d = b \times i2 = 9{,}44 \times 0{,}0012 = 11$ mm

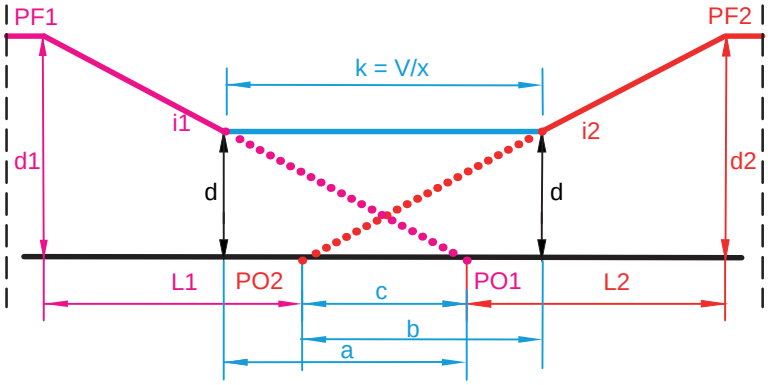
Birinci dever rampası 11 mm'ye indiğinde dever sabitlenir ve 20 metre boyunca sabit kalır. Bu dever ikinci dever rampasında 11 mm değer ile çakışınca ikinci dever rampası normal eğimiyle devam ettirilir.

PO'ların ortak olduğu sepet kurplarda ve PO'ları ortak olan sepet kurplarda dever akordu yine benzer şekilde yapılır. Yukarıdaki hesaplardan farklı olarak, PO'ların ortak olduğu kurplarda yapılacak hesaplamalarda "c" uzunluğu "0" olacaktır (Şekil 6.7).



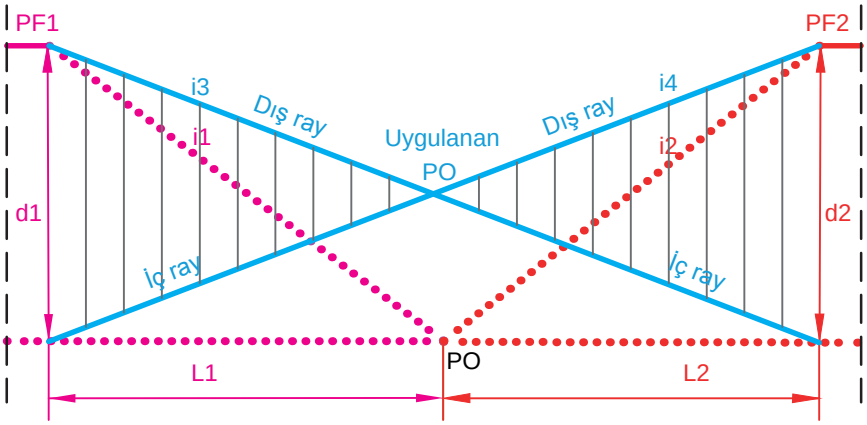
Şekil 6.7: PO'ların ortak olduğu sepet kurplarda dever akordu

PO'ları iç içe geçmiş olan kurplarda yapılacak hesaplamalarda ise "a" ve "b" değerleri hesaplanırken formüldeki "k" ve "c" değerleri toplanacaktır (Şekil 6.8).

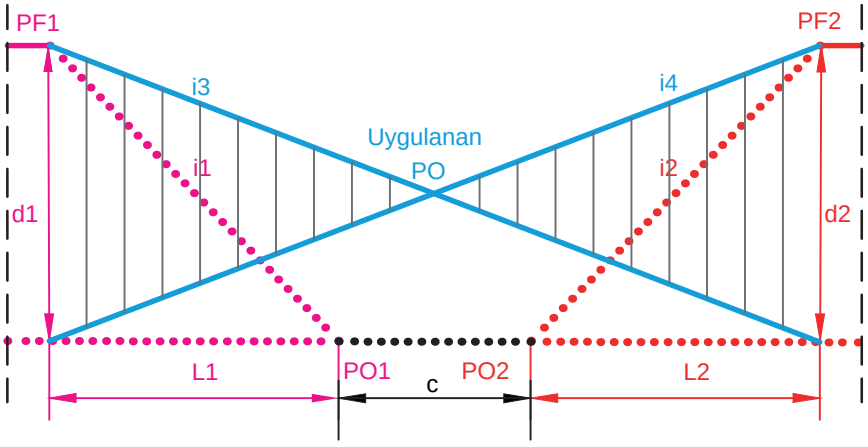


Şekil 6.8: PO'ları iç içe geçmiş sepet kurplarda dever akordu

► **Merkezleri farklı yönde ve art arda olan iki kurpta, PO'lar arasındaki mesafe olması gerekenden kısa ise** dever akordu yapılması gerekir. Bu tip kurplara "S kurp" veya "kontr kurp" adı verilir. Bu kurplarda dever akordu yapılırken öncelikle PF1'den PF2'nin karşı iç rayına ve PF2'den PF1'in karşı iç rayına kadar paraboller uzatılır. Bir ve ikinci kurbun iç rayları parabollerin kesişme noktasından sonra karşı kurbun dış rayı olarak devam eder. İç raylarda yapılan kaldırma miktarları kesişme noktasına kadar kırmızı kota eklenir. İç ray ile dış ray arasındaki yükseklik farkı dever olarak dış raya verilir (Şekil 6.9, Şekil 6.10).



Şekil 6.9: PO'ların ortak olduğu kontr kurplarda dever akordu



Şekil 6.10: PO'lar arası mesafesi olması gerekenden kısa olan kontr kurplarda dever akordu

Örnek: PO'ları müşterek bir S kurp için dever akordu yapılacaktır. d1 = d2 = 120 mm ve L1 = L2 = 70 m olduğuna göre dever akordunu yapınız ve şekil üzerinde gösteriniz.

Çözüm:

Akort için dever rampa boyu: L1 + L2 = 60 + 60 = 120 m

Dever ve rampa uzunlukları eşit olduğu için dever rampa eğimleri de eşit bulunacaktır.

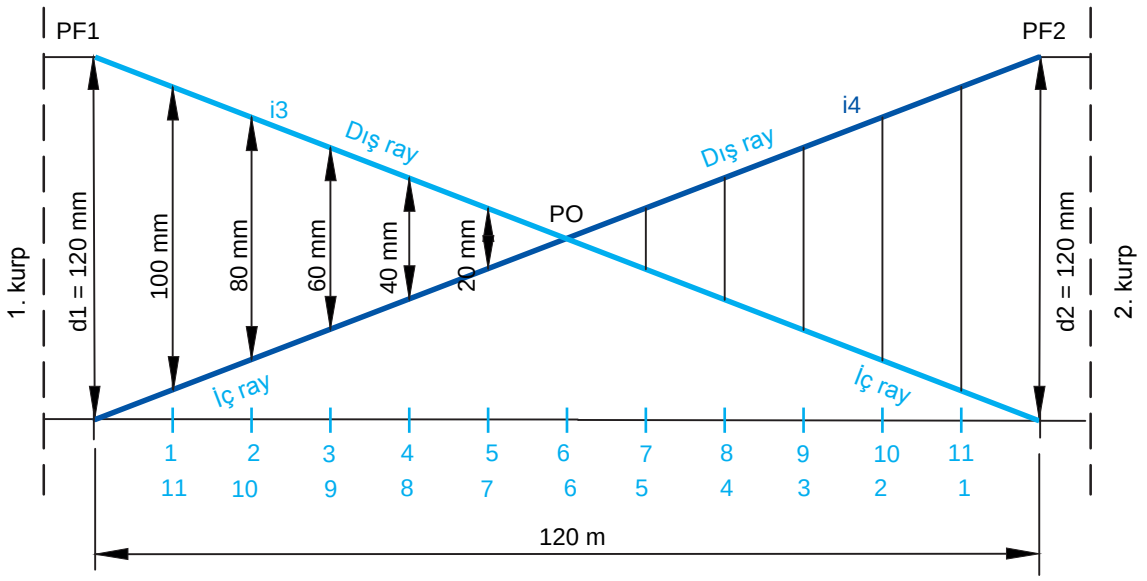
$$İ3 = İ4 = \frac{d1}{L1 + L2} = \frac{120}{120} = ‰1$$

Bir ve ikinci kurbun iç rayları PO kesişme noktasından sonra karşı kurbun dış rayı olarak devam edecektir. PO noktasına kadar iç raylarda hesaplanan kaldırma miktarları kırmızı kota eklenecektir. Hesaplanacak noktanın PF1'e olan mesafesi ile 1. kurbun iç ray eğimi (i4) çarpılarak birinci kurptaki iç rayın kalkma miktarı hesaplanır.

Birinci kurptaki dış rayın kalkma miktarı ise hesaplanacak noktanın PF2'ye olan mesafesi ile 1. kurbun dış ray eğimi (i3) çarpılarak bulunur. Çünkü 1. kurpta yer alan 1 numaralı nokta, aynı zamanda ikinci kurbun 11 numaralı noktasıdır. Daha sonra birinci kurbun iç rayı ile dış rayı arasındaki yükseklik farkı hesaplanarak uygulanacak gerçek dever miktarı bulunur.

İkinci kurp için de aynı işlemler geçerlidir. PO kesişme noktasında dever "0"dır.

Hesaplanan nokta numarası	Hesaplanacak noktanın PF1'e olan mesafesi		İç rayın kalkma miktarı (kırmızı kota eklenecek miktar)	Hesaplanacak noktanın PF2'ye olan mesafesi		Dış rayın kalkma miktarı (mm)	Dever (mm)
PF1	1.kurbun iç rayı	0	0	1.kurbun dış rayı	120	120 x 1 = 120	120 − 0 = 120
1		10	10 x 1 = 10 mm		110	110 x 1 = 110	110 − 0 = 100
2		20	20 x 1 = 20 mm		100	100	100 − 20 = 80
3		30	30		90	90	60
4		40	40		80	80	40
5		50	50		70	70	20
6		60	60		60	60	0



SIRA SİZDE

80 km/h azami hız uygulanan bir yolda, PO'ları iç içe geçmiş sepet kurptaki birinci kurbun deveri 90, ikinci kurbun deveri 130 mm'dir. PO1'in kilometresi 20 + 520, PO2'nin kilometresi 120 + 515'tir. Birinci kurbun dever rampa boyu 60 m, dever rampa eğimi ‰1,5; ikinci kurbun dever rampa boyu 65 m, dever rampa eğimi ise ‰2 olduğuna göre bu kurpta dever akordu yapılması gerekli midir? Gerekli ise dever akordunu hesaplayınız ve şekil üzerinde gösteriniz (k = V/5 alınız.).

6.1. UYGULAMA: KURPLARDA DEVER KONTROLÜ

Amaç: Kurplarda dever kontrolünü yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek, dever kontrolünü yapıp çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

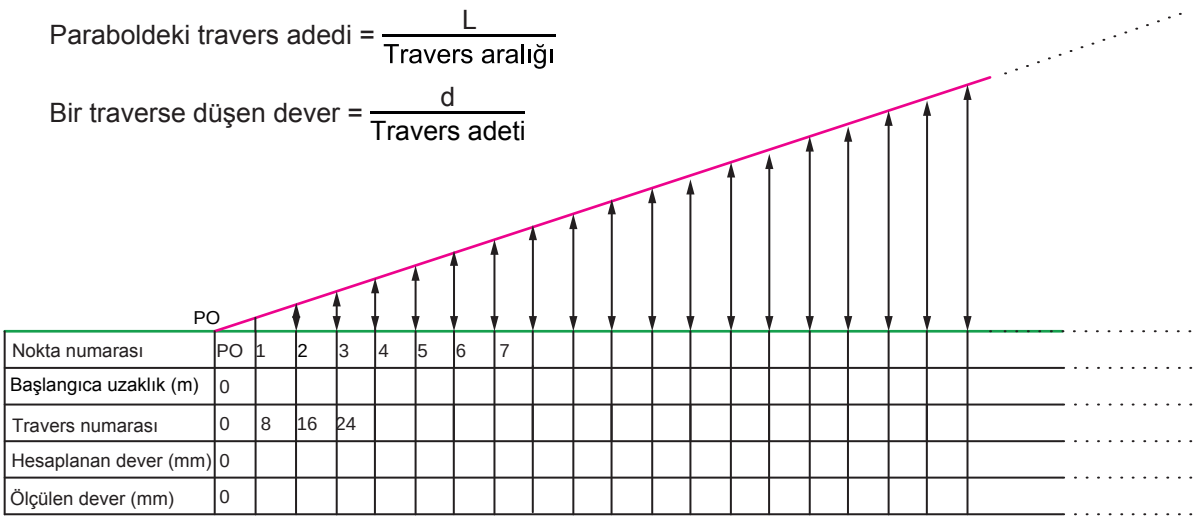
Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, dever ve ekartman ölçüm aleti, hesap makinesi, tebeşir, uygulama formu

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Uygulama yapacağınız kurbun dever rampası uzunluğunu, tam dever değerini, PO ve PF km bilgilerini öğretmeninizden alınız (Uygulamayı giriş parabolü ve/veya çıkış parabolünde yapabilirsiniz.).
6. PO ve PF noktalarını tespit ederek raya işaretleyiniz.
7. Dever rampa uzunluğunu standart travers aralığına bölerek dever rampasındaki toplam travers adedini bulunuz.
8. Kurbun tam dever değerini toplam travers adedine bölerek bir traverse düşen dever miktarını bulunuz.
9. Bir traverse düşen dever miktarını travers numarası ile çarparak, 8 traverste bir (yaklaşık 5 metre) olacak şekilde ilgili traverslere düşen dever miktarını bulunuz. Bulduğunuz değerleri Şekil 6.11'e işleyiniz ve Tablo 6.2'deki hesaplanan sütununa yazınız.
10. Bulduğunuz dever değerlerini başlangıç noktasından itibaren 8 traverste bir olacak şekilde ilgili traverslerin ortasına tebeşirle yazınız.
11. Dever ve ekartman ölçüm aleti ile işaretlenen traverslerdeki deveri ölçerek hesaplanan dever değerinin yanına yazınız.
12. Ölçülen dever değerlerini Şekil 6.11 ve Tablo 6.2'deki ilgili kısma yazınız.
13. Hesaplanan dever ve ölçülen dever arasındaki farkları Tablo 6.2 üzerinde hesaplayınız.
14. Bulduğunuz sonuçlara göre kurbun dever durumunu değerlendiriniz.
15. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

$$\text{Paraboldeki travers adedi} = \frac{L}{\text{Travers aralığı}}$$

$$\text{Bir traverse düşen dever} = \frac{d}{\text{Travers adeti}}$$



Nokta numarası	PO	1	2	3	4	5	6	7												
Başlangıca uzaklık (m)	0																			
Travers numarası	0	8	16	24																
Hesaplanan dever (mm)	0																			
Ölçülen dever (mm)	0																			

Şekil 6.11: Dever rampası kesiti

Tablo 6.2: Dever Kontrol Tablosu

Deveri hesaplanan ve ölçülen nokta numarası	Noktanın başlangıca uzaklığı (m) veya kilometresi	Travers numarası	Hesaplanan dever (mm) (Bir traverse düşen dever miktarı x travers numarası)	Ölçülen dever (mm)	(+) veya (-) fark (mm)
PO		0			
1		8			
2		16			
3		24			

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"KURPLARDA DEVER KONTROLÜ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. PO ve PF noktalarını tespit ederek raya işaretledi.					
3. Dever rampasındaki toplam travers adedini buldu.					
4. Bir traverse düşen dever miktarını buldu.					
5. Bulduğu değerleri Şekil 6.11'e ve Tablo 6.2'ye işledi.					
6. Bulduğu dever değerlerini 8 traverste bir olacak şekilde ilgili traverslerin ortasına tebeşirle yazdı.					
7. Dever ve ekartman ölçüm aleti ile işaretlenen traverslerdeki deveri ölçtü.					
8. Ölçülen dever değerini traverslerdeki hesaplanan dever değerinin yanına yazdı.					
9. Ölçülen dever değerlerini Şekil 6.11 ve Tablo 6.2'deki ilgili kısımlara işledi.					
10. Hesaplanan dever ile ölçülen dever arasındaki farkları Tablo 6.2 üzerinde hesapladı.					
11. Bulduğu sonuçlarla ilgili doğru değerlendirmeler yaptı.					
12. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)]					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (…) Yatay kurplarda iç ray dizisinin dış ray dizisine oranla belirli bir miktarda yükseltilmesine dever denir.
2. (…) Türkiye'deki demiryolu hatlarında uygulanan maksimum dever 180 mm olarak kabul edilmiştir.
3. (…) Makaslarda dever verilmesini gerektirecek bir durum varsa dever verilebilir ancak bu dever en fazla 60 mm olabilir.
4. (…) Makasın sapan yolu ile doğru yolunun aynı yönlü kurplar üzerinde bulunduğu durumlarda, iki hattan hangisi daha önemliyse makasa o hattın deveri verilir.
5. (…) Üzerinde yolcu peronu olan kurplu yollarda tenzilli dever uygulanmalı, tenzilli dever uygulama imkânı yoksa dever 110 mm'den fazla olmalıdır.

B. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Projede belirlenen deverin uygulanamayacağı istisnai durumlarda, deverde yapılan düzenlemelere ……..…… denir.
7. Normal deverden en fazla 1/3 oranında indirim yapılarak uygulanan devere ……..…… dever denir.
8. Dever, olması gerekenden az verilirse ……..…… kuvveti dengelenemez ve araçlar kurp dışına doğru savrulur.
9. Hemzemin geçitlerde uygulanacak dever minimum deverin altına düşüyorsa ……..…… uygulanmalıdır.
10. Dever, olması gerekenden fazla verilirse demiryolu araçları kurplardan geçerken ……..…… ray dizisine yüklenir ve bu ray dizisinde ezilmeler görülür.

C. Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

11. Deveri 128 mm, dever rampa boyu 75 m olan bir kurbun dever rampasının 20. metresindeki dever kaç mm'dir?

A) 14 B) 20 C) 24 D) 30 E) 34

12. Aşağıdakilerden hangisi dever akordu yapılmasını gerektiren durumlardan biri değildir?

A) İstenilen hıza göre dever rampa eğiminin fazla olması
B) Bir kurbun iki PF'si arasındaki mesafenin gerekenden kısa olması
C) Sepet kurplarda PO'lar arasındaki mesafenin gerekenden kısa olması
D) "S" kurplarda PO'lar arasındaki mesafenin gerekenden uzun olması
E) Kontr kurplarda PO'lar arasındaki mesafenin gerekenden kısa olması

13. Yarıçapı 700 m olan bir yatay kurpta 90 km/h hız uygulaması yapılacaktır.

Buna göre teorik dever kaç mm olmalıdır?

A) 126 B) 130 C) 136 D) 140 E) 145

14. Aşağıdakilerden hangisi dever çeşitlerinden biri değildir?

A) İdeal B) İndirimli C) Maksimum D) Minimum E) Teorik

15. Yarıçapı 800 m olan bir yatay kurpta 95 km/h hız uygulaması yapılacaktır.

Buna göre minimum dever kaç mm olmalıdır?

A) 33 B) 45 C) 53 D) 60 E) 75



FLEŞ VE EKARTMAN

KONULAR

7.1. KURPLARDA FLEŞ HESABI
7.2. HAT AÇIKLIĞININ KONTROLÜ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

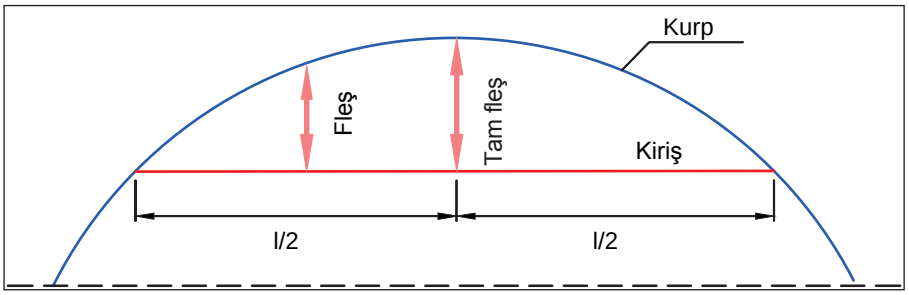
- Fleş hesabı
- Fleş ölçümü
- Ekartman ölçümü

ANAHTAR KAVRAMLAR

aplikasyon kazığı, ekartman, fleş, sürekartman

7. FLEŞ VE EKARTMAN

Bir daire yayını kesen kirişin herhangi bir noktasından daire yayına olan dik mesafeye **fleş** denir. Kirişin orta noktası ile daire yayının orta noktası arasındaki dik mesafe ise **tam fleş** adını alır (Şekil 7.1). Kurplar da bir daire yayı olduğundan fleşler bozulan kurpların tespit edilmesinde kullanılan bir ölçüttür. Fleş ölçümü, demiryolu hattının güvenliğini ve performansını artırmak için önemli bir bakım yöntemidir.



Şekil 7.1: Fleş

Hatta döşeli iki rayın, ray mantarı iç yanakları arasındaki yatay mesafeye **ekartman (hat açıklığı)** denir.

UIC standartlarına göre normal hat açıklığı 1 435 mm'dir. Türkiye'de de normal hat açıklığı kullanılır. Ekartman ölçüsüne göre 1 435 mm'den küçük hatlar **dar hat**, 1 435 mm'den büyük hatlar ise **geniş hat** olarak adlandırılır.

7.1. KURPLARDA FLEŞ HESABI



Görsel 7.1: Fleş ipi ve fleş çubuğu

Kurplarda fleş ölçümü, yol makineleri ve el ile yapılabilmektedir. Ray boyunca belirli aralıklarla ölçüm noktaları seçilir. Bu noktalar, rayın hizasının ve düzgünlüğünün değerlendirilebilmesi için referans noktalarıdır. Bu referans noktalarından yararlanılarak ray üzerindeki sapmalar ve düzensizlikler ölçülür. Makine ile yapılan ölçümlerde kiriş boyları makineden makineye farklılık gösterebilir. El ile yapılan ölçümlerde ise genellikle kiriş boyu 20 metre kabul edilir ve her 10 metrede bir fleş ölçümü yapılır. Bunun için 20 metre uzunluğunda fleş ipi kullanılır. Fleş ipi ince ve sağlam olmalıdır (misina vb.). Ayrıca hassas ölçüm yapılması ve negatif değerli fleşlerin de ölçülebilmesi amacıyla iki adet fleş çubuğu kullanılır (Görsel 7.1).

Ölçüm sırasında ip gergin tutulmalı, çevrede ipin yönünü değiştirecek bir engel bulunmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca ipin yönünü değiştirecek kadar rüzgârlı havalarda ölçüm yapılmamalıdır.

Fleş, ray mantarı üst seviyesinin 14 mm aşağısından, kurbun iç ray dizisi dış yanağının aşınmamış ve çapaksız yerinden ölçülmelidir. İstisnai durumlarda iç ray dizisinden ölçüm yapılamıyorsa dış ray dizisi iç yanağından da ölçüm yapılabilir. Ancak böyle durumlarda, kurpta fleş ölçümüne hangi diziden başlanmışsa kurbun sonuna kadar aynı dizide devam edilmelidir.

Sağlıklı bir fleş ölçümü için fleş ipinin uçlarına bağlanan fleş çubukları raya dik olarak tutulmalı, ölçüm sonunda çubuk boyları ölçüm miktarından düşülmelidir. Metre, raya dik olarak ve ipe değmeyecek şekilde tutulup üstten dik olarak okunmalıdır. Fleş alınırken sabit tesislerin raya olan mesafeleri ölçülüp not edilmelidir.

Ölçüm sonucunda toplanan veriler analiz edilerek raylardaki sapmalar ve düzensizlikler belirlenir. Bu analiz, raylarda onarılması veya yeniden hizalanması gereken bölgeleri tespit etmek için kullanılır.

Kurplarda tam fleş miktarı hesaplanırken şu formül kullanılır:

$$F = \frac{l^2}{8 \times R}$$

F = Fleş
l = Fleş ipinin boyu (kiriş boyu)
8 = Sabit sayı
R = Yarıçap

Tam fleş ölçümü yapılırken ölçülecek noktaya göre fleş ipinin iki tarafı da birbirine eşit olacaktır. Bu nedenle istenirse şu formül kullanılarak da tam fleş hesaplanabilir:

$$F = \frac{a^2}{2 \times R}$$

F = Fleş
a = Fleş ipi boyunun yarısı
2 = Sabit sayı
R = Yarıçap

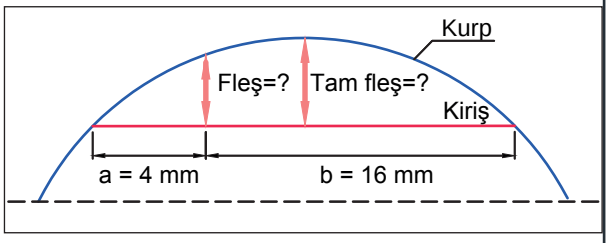
Kirişin herhangi bir noktasının fleş miktarı hesaplanırken bu kez ölçülecek noktaya göre fleş ipinin iki tarafı birbirine eşit olmayacaktır. Bu durumda, ölçülecek noktaya göre ipin bir tarafı "a", diğer tarafı "b" kabul edilir ve formül şu şekli alır:

$$F = \frac{a \times b}{2 \times R}$$

Örnek: Yarıçapı 400 m olan bir kurpta fleş hesabı yapılacaktır.

a) Fleş ipi 20 m olduğuna göre tam fleş miktarını hesaplayınız.

b) Hesaplanacak noktaya göre fleş ipinin bir tarafı a = 4 m, diğer tarafı b = 16 m olduğuna göre bu noktanın fleş miktarını hesaplayınız.



Çözüm:

a) $F = \frac{l^2}{8 \times R} = \frac{20^2}{8 \times 400} = 0{,}125$ m = 125 mm veya $F = \frac{a^2}{2 \times R} = \frac{10^2}{2 \times 400} = 0{,}125$ m = 125 mm

b) $F = \frac{a \times b}{2 \times R} = \frac{4 \times 16}{2 \times 400} = 0{,}08$ m = 80 mm

SIRA SİZDE

Yarıçapı 600 m olan bir kurpta fleş hesabı yapılacaktır. Fleş ipi 20 m olduğuna göre tam fleş miktarını hesaplayınız.

7.1.1. Kurp Yarıçapının Fleş Formülü Kullanılarak Hesaplanması

Yarıçapı belli olmayan bir kurbun yarıçapı, fleş formülünden yararlanılarak hesaplanabilir. Öncelikle PF noktaları arasında her 10 metredeki fleşler ölçülür ancak PF noktaları dâhil edilmez. Ölçülen fleşler toplanır ve bulunan toplam değer fleş sayısına bölünerek ortalama fleş bulunur. Yarıçap hesabında fleş formülünden yarıçap çekilerek şu formül elde edilir:

$$R = \frac{a^2}{2 \times F}$$

Örnek: Yarıçapı bilinmeyen bir kurpta ölçümler yapılarak ortalama fleş 167 mm bulunmuştur. Kullanılan fleş ipi 20 metredir. Bu kurbun yarıçapını hesaplayınız?

Çözüm:

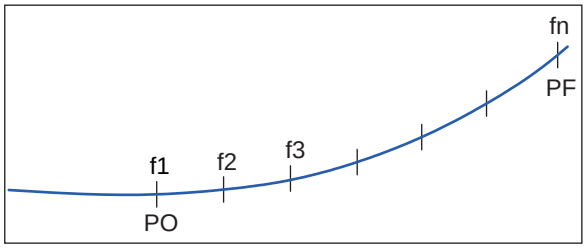
F = 167 mm = 0,167 m
a = 10 m
R = ?

$$R = \frac{a^2}{2 \times F} = \frac{10^2}{2 \times 0{,}167} = 300 \text{ m}$$

SIRA SİZDE

Yarıçapı bilinmeyen bir kurpta ölçümler yapılarak ortalama fleş 125 mm bulunmuştur. Kullanılan fleş ipi 20 metredir. Bu kurbun yarıçapını hesaplayınız?

7.1.2. Parabolde Fleş Hesabı ve Dağılımı



Şekil 7.2: Parabolde fleş taksimatı

Parabolde fleş dağılımı (taksimat), bir parabolik eğride belirli aralıklarla ölçüm noktalarının ve fleşlerin (sapmalar) belirlenmesi işlemidir. Bu yöntem, demiryolu hatlarının parabolik kısımlarında rayların düzgünlüğünün ve hizasının kontrol edilmesi için kullanılır. Parabolde fleş dağılımı yapılabilmesi için öncelikle kurbun tam fleşi bulunur. Sonra parabol, "PO" noktasından itibaren a mesafesi kadar (a = fleş ipi boyunun yarısı) eşit parçalara bölünür. "PO" noktası "f1" kabul edilir ve PF'ye doğru her noktaya sırasıyla (f2, f3, f4……fn) numara verilerek bu noktaların fleşleri tek tek hesaplanır (Şekil 7.2). PO ve PF noktalarının fleşleri de hesaplanarak taksimat tamamlanır.

Parabolün herhangi bir noktasındaki fleşi hesaplamak için şu formül kullanılır:

$$fx = \frac{F}{L} \times X$$

L = Parabol boyu
fx = Parabolün herhangi bir noktasındaki fleş miktarı
F = Tam fleş
X = Fleşi hesaplanacak noktanın PO'ya uzaklığı

"PO" (f1) noktasındaki fleş, ikinci noktadaki (f2) fleşin 1/6'sı kadardır. "PF" noktasındaki fleş ise tam fleş miktarından "PO"daki fleş miktarı çıkarılarak bulunur.

Örnek: Yarıçapı 600 metre, parabol boyu 80 metre olan kurbun parabolünde fleş taksimatı yapınız (Fleş ipi 20 m).

Çözüm:

Parabol boyu/a = 80/10 = 8 olduğundan parabol 8 eşit parçaya bölünür.

Tam fleş değeri bulunur:

$$F = \frac{a^2}{2 \times R} = \frac{10^2}{2 \times 600} = 0{,}08 \text{ m} = 80 \text{ mm}$$

PO ve PF arasında kalan noktaların fleşleri $fx = \frac{F}{L} \times X$ formülü kullanılarak sırasıyla hesaplanır:

$$f2 = \frac{80}{80} \times 10 = 10 \text{ mm}, \quad f3 = \frac{80}{80} \times 20 = 20 \text{ mm}, \quad f4 = \frac{80}{80} \times 30 = 30 \text{ mm},$$

$$f5 = \frac{80}{80} \times 40 = 40 \text{ mm}, \quad f6 = \frac{80}{80} \times 50 = 50 \text{ mm}, \quad f7 = \frac{80}{80} \times 60 = 60 \text{ mm}, \quad f8 = \frac{80}{80} \times 70 = 70 \text{ mm},$$

PO ve PF noktalarının fleşleri hesaplanır:

$$PO = f1 = \frac{f2}{6} = \frac{10}{6} = 1{,}6 = 2w \text{ mm} \qquad PF = f9 = F - f1 = 80 - 2 = 78 \text{ mm}$$

SIRA SİZDE

Yarıçapı 800 metre, parabol boyu 70 metre olan kurbun parabolünde fleş taksimatı yapınız (Fleş ipi 20 m).

7.1.3. Kurplardaki Fleş Hatalarının Düzeltilmesi

Kurplardaki fleş hataları düzeltilirken öncelikle kurp elemanlarının (PO, TO, TF, PF) yerleri belirlenir. Bunun için sabit tesislerin kilometre bilgilerinden yararlanılır.

Öncelikle tanjant noktası tespit edilir, sonra parabol boyunun yarısı kadar aliyman tarafına ölçü alınarak "PO" noktası, yarısı kadar da kurp tarafına gidilerek "PF" noktası belirlenir. Belirlenen PO ve PF noktaları arasında kurbun hesabi fleşi taksim edilerek kurbun giriş ve çıkış parabolü sırasıyla düzeltilir. Düzeltilen iki PF arasındaki mevcut yolda, yolun arızalı noktalarında ve en az 10 metrede bir fleş ölçümü yapılarak ölçülen değerler raya yazılır. Bu noktalarda olması gereken fleşler hesaplanır ve ölçülen fleşlerle karşılaştırılır. Fazla veya eksik fleşler belirlenerek ray gövdesine yazılır ve bu noktalardaki hatalar giderilerek kurp düzeltilir. Kurp fleşlerinin düzeltilmesinde (+ -) 2 mm tolerans kabul edilir. Bir kurpta yarıçapın ve fleş ipi boyunun sabit olması şartı ile ölçülen fleşlerin toplamı sabit bir sayıdır. Kurp içinde bir noktanın fleşi değiştiğinde komşu iki noktanın fleşi de aksi yönde ve yarı değerinde değişir. Örneğin bir noktada fleş değeri 10 mm artırılırsa noktanın sağında ve solundaki komşu iki noktanın fleş değerleri 5'er mm azalır. Bunun için her düzeltmeden sonra komşu iki noktada fleş kontrolü yapılır. Düzeltme, kurp merkezinden PF'lere doğru yapılır.

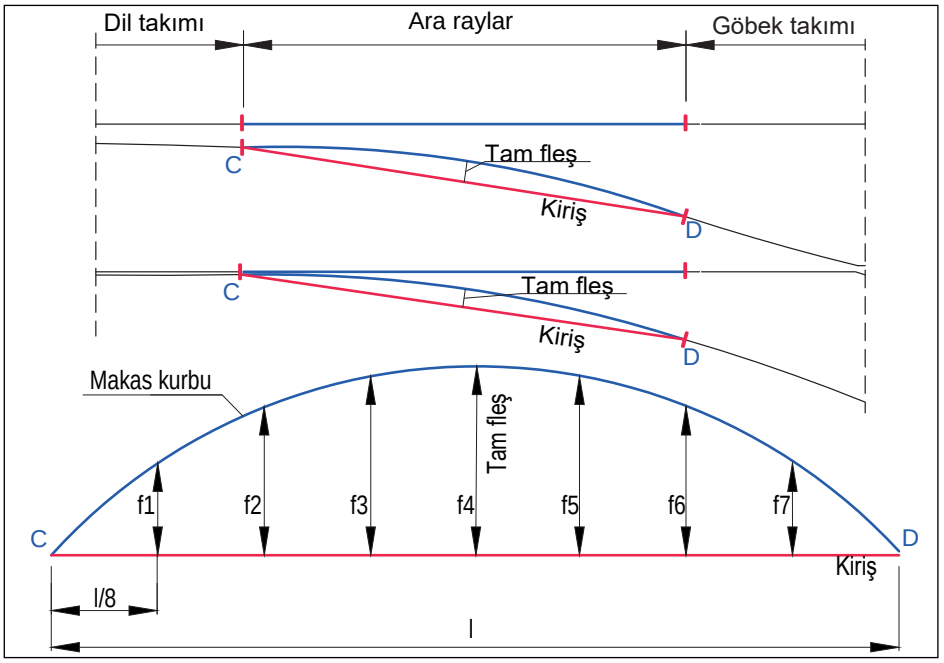
7.1.4. Makaslarda Fleş Ölçümü

Makas kurplarında fleş ölçümü yapılmadan önce dresaj ve ekartman kontrol edilmeli, varsa arızaları giderilmelidir. Makas kurplarında fleş ölçümü sapan yol ara rayına uzatılan kiriş üzerindeki farklı noktalardan aynı anda yapılır. Ara rayları parçalı olan makaslarda dil ökçe contası (C) ile göbek başlangıç (tavşana yağı) contası (D) arasından ölçüm yapılır. CD uzunluğu 8 eşit parçaya bölünür (Şekil 7.3).

$F = \frac{l^2}{8 \times R}$ formülü ile CD eğrisinin orta noktasının (f4) tam fleşi hesaplanır.

$F = \frac{a \times b}{2 \times R}$ formülü ile fleş ipi boyunca diğer noktaların fleşi hesaplanır. f1 - f7'ye, f2 - f6'ya, f3 - f5'e eşit olacaktır.

Mevcut sapan yolun fleşi ölçülerek hesaplamalar sonunda bulunan değerlerle karşılaştırılır ve değerler birbirini tutmuyorsa eğrinin fleşi düzeltilir.

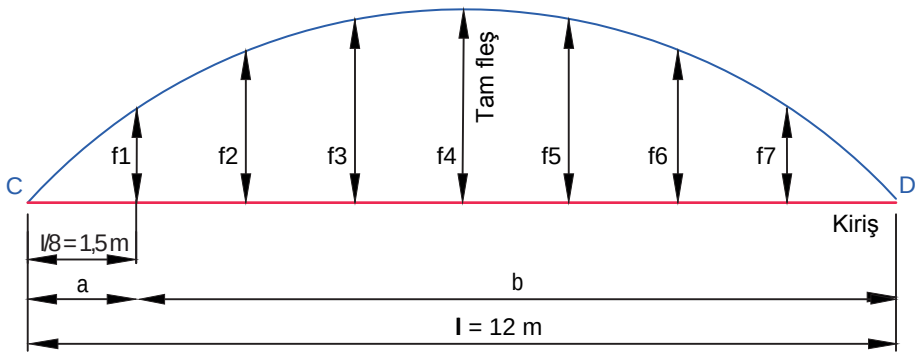


Şekil 7.3: Makasta fleş

Örnek: R = 300 m l = 12 metre olan bir makasta fleş taksimatını yapınız.

Çözüm:

$\text{Tam fleş} = f4 = \frac{l^2}{8 \times R} = \frac{12^2}{8 \times 300} = 0{,}06 \text{ m} = 60 \text{ mm}$



f1 için a = 1,5 m ve b = 10,5 m

$$f1 = \frac{a \times b}{2 \times R} = \frac{1{,}5 \times 10{,}5}{2 \times 300} = 0{,}026 \text{ m} = 26 \text{ mm}$$

f1 = f7 olduğundan f7 = 26 mm

f1 için a = 3 m ve b = 9 m

$$f2 = \frac{a \times b}{2 \times R} = \frac{3 \times 9}{2 \times 300} = 0{,}045 \text{ m} = 45 \text{ mm}$$

f2 = f6 olduğundan f6 = 45 mm

f3 için a = 4,5 m ve b = 7,5 m

$$f3 = \frac{a \times b}{2 \times R} = \frac{4{,}5 \times 7{,}5}{2 \times 300} = 0{,}056 \text{ m} = 56 \text{ mm}$$

f3 = f5 olduğundan f5 = 56 mm

SIRA SİZDE

R = 190 m l = 9 metre olan bir makasta fleş taksimatını yapınız ve çizim üzerinde gösteriniz.

7.1.5. Aplikasyon Kazıkları

Yola ait röper noktaları oluşturularak yolun yatay ve düşey konumunun belirlenebilmesi için yol kenarına dikilen beton kazıklara **aplikasyon kazığı (kot kazığı)** denir. Bu kazıklar aliymanda yolun sağına, kurplarda kurbun iç tarafına ve çift hatlı yollarda ise yolların dış tarafına dikilir. Ayrıca kurplardaki PO, TO, TF, PF gibi sabit noktalar kurbun dış tarafına konulan kazıklarla belirlenir. Bu kazıkların üzerine sabit noktaların isimleri ile kurbun yarıçapı ve parabol uzunluğu yazılır. Aplikasyon kazıkları genellikle komşu ray dizisinden en az 1 750 mm mesafeye ve ray mantarı üst seviyesinden 30 cm aşağıya yerleştirilir. Zorunlu nedenlerle kazıkların standart dışı kot ve mesafeye dikilmesi gerekiyorsa bu ölçüler hat profilinde belirtilir. Kazık dikilmesinin mümkün olmadığı durumlarda röper noktaları, tünel yan duvarlarına ve köprü kornişlerine çivi veya tirfonla işaretlenir.

Yolda yapılacak tamirat çalışmalarında aplikasyon kazıklarında belirtilen ölçüler esas alınır. Tamirata başlanmadan önce kazıkların sağlam ve yerinde olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bunun için hatta yapılan fleş ölçümüne benzer şekilde aplikasyon kazıklarının fleşi ölçülmelidir. Doğru yollarda fleş ipi gerilerek kazıkların yerinde olup olmadığı kontrol edilir.

Günümüzde yola ait röperleme işlemi katener direklerine monte edilen vidalar yardımıyla yapılmakta, aplikasyon kazıkları uygulaması yavaş yavaş terk edilmektedir.

7.1. UYGULAMA: KURPLARDA FLEŞ KONTROLÜ

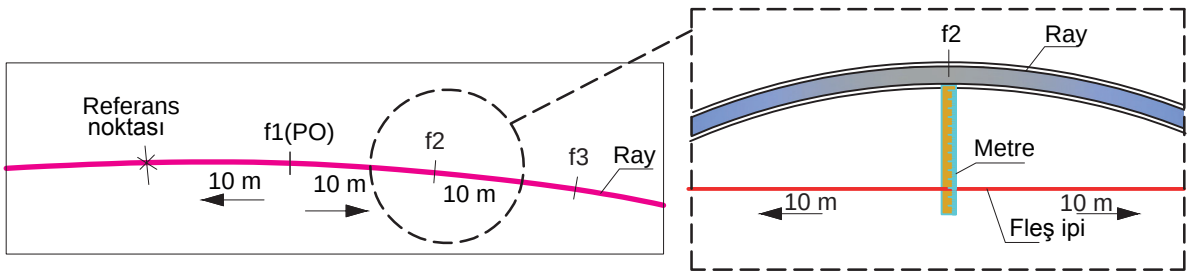
Amaç: Kurplarda fleş hesabını, ölçümünü ve kontrolünü yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve kurplarda fleş kontrolünü yaparak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, fleş ipi (20 m) ve çubukları, katlanır ahşap metre, hesap makinesi, tebeşir, uygulama formu

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Uygulama yapacağınız kurbun yarıçapını, parabol boyunu, TO ve TF km bilgilerini öğretmeninizden alınız (Uygulamayı giriş parabolü ve/veya çıkış parabolünde yapabilirsiniz.).
6. Fleş ölçümünü, kurbun iç ray dizisi dış yanağından, rayın aşınmamış ve çapaksız yerinden yapınız.
7. PO ve PF noktalarını tespit ederek raya işaretleyiniz.
8. Çevrede fleş ölçümünü olumsuz etkileyebilecek balast, ot vb. engelleri kaldırınız.
9. PO noktasından 10 m geriye giderek bulduğunuz referans noktasını ray üzerine tebeşirle işaretleyiniz (Şekil 7.4).
10. Referans noktasından başlayarak mesafe ölçümü yapınız ve 10 metrede bir rayı işaretleyiniz.
11. İşaretlenen noktaları 10. metreden (PO noktası) itibaren f1, f2, f3… şeklinde numaralandırınız.
12. Numaralandırdığınız noktaların fleş ölçümünü yapınız (Şekil 7.4). Bunun için:
    - Fleş ipinin bir ucunu noktanın 10 m gerisine, diğer ucunu 10 m ilerisine uzatınız.
    - Fleş çubuklarını ray mantarı üst yüzeyinin 14 mm aşağısına ve raya dik olacak şekilde tutunuz.
    - Fleş ipinin gergin olmasına dikkat ediniz.
    - Metreyi, raya dik olacak ve ipe temas etmeyecek şekilde ölçeceğiniz noktaya yerleştiriniz ve ray ile ip arasındaki mesafeyi ölçünüz.
13. Ölçtüğünüz değeri ray üzerine yazınız ve bu değerden fleş çubuklarının boyunu düşerek bulduğunuz değeri Tablo 7.1'deki ölçülen sütununa yazınız.
14. Kurbun tam fleşini hesaplayınız, parabolde fleş taksimatını yapınız ve bulduğunuz değerleri Tablo 7.1'deki ilgili sütuna yazınız.
15. Hesaplanan fleş ve ölçülen fleş arasındaki farkları Tablo 7.1 üzerinde hesaplayınız.
16. Bulduğunuz sonuçlara göre kurbun durumunu değerlendiriniz.
17. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.



Şekil 7.4: Fleş ölçümü

Tablo 7.1: Fleş Kontrol Tablosu

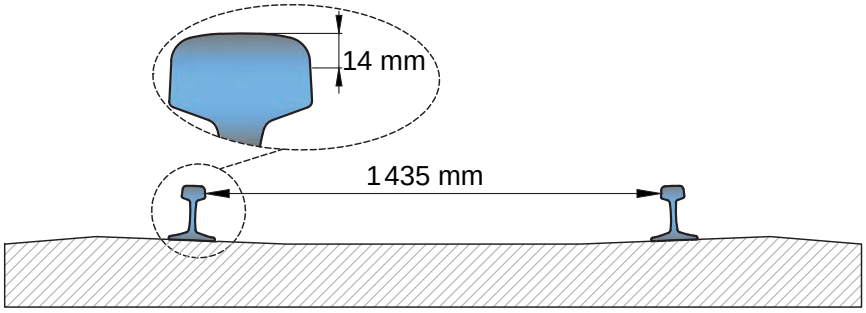
Nokta numarası	Hesaplanan fleş (mm)	Ölçülen fleş (mm)	(+) veya (-) fark (mm)		Nokta numarası	Hesaplanan fleş (mm)	Ölçülen fleş (mm)	(+) veya (-) fark (mm)
f1 (PO)					f16			
f2					f17			
f3					f18			
f4					f19			
f5					f20			
f6					f21			
f7					f22			
f8					f23			
f9					f24			
f10					f25			
f11					f26			
f12					f27			
f13					f28			
f14					f29			
f15					f30			

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"KURPLARDA FLEŞ KONTROLÜ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. PO ve PF noktalarını tespit ederek raya işaretledi.					
3. Çevrede fleş ölçümünü olumsuz etkileyebilecek engelleri kaldırdı.					
4. PO noktasından 10 m geriye giderek referans noktasını işaretledi.					
5. Referans noktasından başlayarak 10 metrede bir rayı işaretledi.					
6. İşaretlenen noktaları 10. metreden (PO noktası) itibaren f1, f2, f3… şeklinde numaralandırdı.					
7. Numaralandırdığı noktaların fleş ölçümünü kuralına uygun şekilde yaptı.					
8. Ölçtüğü değerden fleş çubuklarının boyunu düşerek bulduğu değeri Tablo 7.1'deki ölçülen sütununa yazdı.					
9. Fleş değerlerini hesaplayarak Tablo 7.1'deki hesaplanan sütununa yazdı.					
10. Hesaplanan fleş ve ölçülen fleş arasındaki farkları Tablo 7.1 üzerinde hesapladı.					
11. Bulduğu sonuçlara göre kurbun durumunu değerlendirdi.					
12. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)]					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

7.2. HAT AÇIKLIĞI KONTROLÜ

Hat açıklığı (ekartman), hatta döşenmiş iki rayın birbirine bakan yüzeyleri arasındaki yatay mesafedir (Şekil 7.5). Raylarda aşınma gerçekleşmiş ise ekartman ray mantarı üst seviyesinin 14 mm aşağısından ölçülmelidir. TCDD hatlarında 1 435 mm hat açıklığı kullanıldığından demiryolunda kullanılan makinelerin ölçüleri ve üstyapının boyutları bu değere göre belirlenir. K ve N tipi bağlantılı traverslerdeki ekartman ölçümünde, varsa selet gezinti payları ölçülen ekartmana ilave edilir. Selet gezintileri, en çok dar yarıçaplı kurpların dış ray tarafında görülür.



Şekil 7.5: Ekartman

Hat boyunca her noktada ekartman sabittir ancak yola etki eden kuvvetler nedeniyle zamanla ekartmanda hatalar oluşabilir. Kabul edilebilir ölçüdeki ekartman hatalarına **ekartman toleransları** denir. Tolerans değerleri EN 13848-5 standartlarına göre uyarı, müdahale ve acil müdahale eşik değerlerinden oluşmaktadır.

Uyarı eşiğine kadar yolun iyi durumda olduğu kabul edilmektedir. Uyarı eşiği aşılmış ise yol gözetim altında tutulur ve gerekli görüldüğünde önleyici bakım yapılır. Müdahale eşiği aşılmış ise düzeltici bakım ve tamirat çalışmaları yapılır. Eğer acil müdahale eşiği aşılmışsa kusur düzeltilinceye kadar yol trafiğe kapatılır veya seyir kısıtlaması uygulanır.

Eşik değerler hattın hızına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Örneğin hızın $120 < V \leq 160$ olduğu bir hatta acil müdahale eşiği minimum -10 ve maksimum +35'tir. Bu durumda, 1 435 mm'lik normal hat için acil müdahale eşiği; $1\,435 - 10 = 1\,425$ mm'den az ve $1\,435 + 35 = 1\,470$ mm'den fazla olmamalıdır.

Hat açıklığı kontrolü, ölçüm treni, yol geometrisi ölçüm makineleri, demiryolu geometrisi ölçüm arabası (krab) vb. yol arızası tespit makineleri ile yapılabilmektedir. El ile yapılacak kontrollerde, üzerine dever ölçme ünitesi de yerleştirilmiş olan dever ve ekartman ölçme aleti oldukça pratik bir seçenektir. Ekartmanın, yol eksenine dik doğrultuda ölçülmesi gerekir. Bunun için aletin bir tarafı dikliği sağlayacak şekilde geniştir. Alet raya yerleştirildikten sonra ekartman ölçüsü doğrudan sayısal olarak okunur. Dever ölçümlerinde ise aletin üzerinde bulunan su terazisi yatay doğrultuya getirildikten sonra iki ray arasındaki kot farkı sayısal olarak okunur. Görsel 7.2'de dever ve ekartman ölçme aleti görülmektedir.



Görsel 7.2: Dever ve ekartman ölçme aleti

7.2.1. Sürekartman

Demiryolu araçlarının kurplarda rahat dönebilmesi için ekartmanın bir miktar artırılmasına **sürekartman** denir. Kurp yarıçapı küçüldükçe sürekartman büyür. Sürekartman, parabol boyunca kademeli olarak verilir.

HM tipi bağlantı sistemlerinin kullanımıyla birlikte yarıçapı 175 m'den büyük kurplarda sürekartman uygulanmasına gerek kalmamıştır. Çünkü HM tipi bağlantı esnek bir bağlantıdır ve gerektiğinde +13 mm'lik bir ekartmana imkân sağlar. Yarıçapı 175 m'den küçük kurplarda ise Tablo 7.2'de verilen sürekartman değerleri kullanılır.

Tablo 7.2: HM Tipi Bağlantılı Yollarda Sürekartman

Kurp Yarıçapı (m)	Sürekartman	Yol Açıklığı
R ≥ 175	Uygulanmaz	Uygulanmaz
175 > R ≥ 150	5 mm	1 435 + 5 = 1 440 mm
150 > R ≥ 125	10 mm	1 435 +10 = 1 445 mm
125 > R ≥ 100	15 mm	1 435 +15 = 1 450 mm

Kullanılan traversin çeşidine göre sürekartmanın veriliş yöntemleri birbirinden farklıdır:

- Demir traverslerde, selet ve ergolar vasıtasıyla sürekartman verilir.
- Ahşap traverslerde, sabote yapılıp traversin üzerindeki karşılıklı delik mesafeleri artırılarak sürekartman verilir.
- K tipi bağlantıya sahip beton traverslerde numaralı travers kullanılarak sürekartman verilir (Tablo 7.3). HM tipi bağlantıya sahip beton traverslerde ise özel imal edilmiş farklı ölçülerdeki açı kılavuzları kullanılarak 10 mm'ye kadar sürekartman verilebilmektedir.

Tablo 7.3: K Tipi Bağlantılı Beton Traverslerde Sürekartman

Travers Numarası	Yol Açıklığı	Sürekartman	İşaret ve Renk
0 numaralı travers	1 435 mm	Uygulanmaz	Uygulanmaz
1 numaralı travers	1 440 mm	5 mm	(V) Kırmızı
2 numaralı travers	1 445 mm	10 mm	(X) Siyah
3 numaralı travers	1 450 mm	15 mm	(XV) Sarı

Parabolde numaralı travers dağılımı şu şekilde yapılır:

Parabolde numaralı travers dağılımı yapılırken parabolün herhangi bir noktasındaki yarıçap hesabı için kullanılan formülden yararlanılır:

$$Xn = \frac{R \times L}{Rn}$$

L = Parabol boyu
R = Kurbun yarıçapı
Rn = Sürekartmanın değiştiği yarıçap eşik değeri
Xn = Sürekartman uygulanan noktanın "PO"ya uzaklığı

Örnek: Parabol boyu 70 ve yarıçapı 190 m olan bir kurpta, K tipi bağlantı kullanılan beton traversler için numaralı travers dağılımını yapınız (Travers mihverlerinin arası 0,63 m alınacaktır. Eşik değerler; R0 = 267, R1 = 229, R2 = 200).

"0" numaralı travers için

$$X0 = \frac{R \times L}{R0} = \frac{190 \times 70}{267} = 49{,}81 \text{ m} \qquad \text{Travers adedi} = \frac{49{,}81}{0{,}63} = 79 \text{ adet "0" numara travers}$$

"1" numaralı travers için

$$X1 = \frac{R \times L}{R1} = \frac{190 \times 70}{229} = 58{,}08 \text{ m}$$

PO'dan itibaren 49,81 metreye kadar "0" numaralı travers döşendiği için 58,08 − 49,81 = 8,27 m "1" numara travers döşenecektir.

$$\text{Travers adedi} = \frac{8{,}27}{0{,}63} = 13 \text{ adet "1" numara travers}$$

"2" numaralı travers için

$$X2 = \frac{R \times L}{R2} = \frac{190 \times 70}{200} = 66{,}5 \text{ m}$$

PO'dan itibaren 49,81 metreye kadar "0" numaralı travers, 49,81m ile 58,08 metre arasına "1" numaralı travers döşendiği için 66,5 − 58,08 = 8,42 m "2" numara travers döşenecektir.

$$\text{Travers adedi} = \frac{8{,}42}{0{,}63} = 13 \text{ adet "2" numara travers}$$

"3" numaralı travers için

66,5. metreden sonra kurbun kalanında "3" numaralı travers döşenecektir.

$$70 - 66{,}5 = 3{,}5 \text{ m}$$

$$\text{Travers adedi} = \frac{3{,}50}{0{,}63} = 6 \text{ adet "3" numara travers}$$

Toplam travers adedi = 79 +13 +13 + 6 = 111 travers

70 m parabol için travers adedi = 70/0,63 =111 adet

SIRA SİZDE

Parabol boyu 80 ve yarıçapı 200 m olan bir kurpta, K tipi bağlantı kullanılan beton traversler için numaralı travers dağılımını yapınız (Travers mihverlerinin arası 0,63 m alınacaktır. Eşik değerler; R0 = 267, R1 = 229, R2 = 200).

7.2. UYGULAMA: HAT AÇIKLIĞI (EKARTMAN) KONTROLÜ

Amaç: Hat açıklığı kontrolünü yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve hat açıklığı kontrolünü yaparak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, dever ve ekartman ölçme aleti, tebeşir, uygulama formu

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Ölçümleri ekartman ve dever ölçme aletiyle, alet yoksa çelik metre ile yapınız. Ekartmanı, ray mantarı üst seviyesinin 14 mm aşağısından, rayın aşınmamış yerinden ölçünüz.
6. Ölçümleri yol eksenine dik doğrultuda yapınız.
7. Ekartman değerini üstten dik bakarak okuyunuz.
8. Yolun en az beş farklı noktasında ekartman ölçümü yapınız.
9. Ölçtüğünüz değerleri Tablo 7.4'teki ölçülen sütununa yazınız.
10. Normal ekartman değerini Tablo 7.4'e yazınız.
11. Normal ekartman değeri ile ölçtüğünüz değerleri karşılaştırarak yorumlayınız.
12. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Tablo 7.4: Ekartman Kontrol Tablosu

Ölçülen nokta	Normal ekartman değeri (mm)	Ölçülen ekartman değeri (mm)	(+) veya (-) fark (mm)
1			
2			
3			
4			
5			

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"HAT AÇIKLIĞI KONTROLÜ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Ekartman ölçümünü yol eksenine dik doğrultuda yaptı.					
3. Ekartman değerini üstten dik bakarak okudu.					
4. Ekartman değerini doğru okudu.					
5. Beş farklı noktada ekartman ölçümü yaptı.					
6. Ölçtüğü değerleri tabloya yazdı.					
7. Normal ekartman değeri ile ölçtüğü ekartman değerlerini karşılaştırdı.					
8. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)]					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (…) UIC standartlarına göre normal hat açıklığı 1 435 mm'dir.

2. (…) El ile yapılan fleş ölçümlerinde genellikle kiriş boyu 50 m kabul edilir.

3. (…) Kurplarda fleş, ray mantarı üst seviyesinin 20 mm yukarısından ölçülür.

4. (…) Fleş ölçümü sırasında fleş çubukları raya dik olarak tutulmalıdır.

5. (…) Sürekartman, parabol boyunca kademeli olarak verilir.

B. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Bir daire yayını kesen kirişin herhangi bir noktasından daire yayına olan dik mesafeye ..... denir.

7. Hatta döşeli iki rayın, ray mantarı iç yanakları arasındaki yatay mesafeye ..... denir.

8. Demiryolu araçlarının kurplarda rahat dönebilmesi için ekartmanın bir miktar artırılmasına ..... denir.

9. Yola ait röper noktalarının işaretlenebilmesi için yol kenarına dikilen beton kazıklara ..... kazığı denir.

10. K tipi bağlantıya sahip beton traverslerde, ... travers kullanılarak sürekartman verilebilmektedir.

C. Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

11. Yarıçapı 1 000 m olan bir kupta fleş hesabı yapılacaktır.

Fleş ipi 20 m olduğuna göre tam fleş kaç mm'dir?

A) 20 B) 30 C) 40 D) 50 E) 60

12. **Yarıçapı 400, parabol boyu 80 metre olan bir kurbun parabolünün 60. metresinde, 20 metre boyundaki fleş ipi ile alınan fleş kaç mm'dir?**

A) 50 B) 60 C) 70 D) 80 E) 90

13. **Makaslarda yapılan fleş ölçümü sırasında, dil ökçe contası ile göbek başlangıç contası arasındaki mesafe kaç eşit parçaya bölünmelidir?**

A) 5 B) 8 C) 10 D) 12 E) 15

14. Yarıçapı 700 m olan bir kupta fleş hesabı yapılacaktır.

Hesaplanacak noktaya göre fleş ipinin bir tarafı a = 7 m, diğer tarafı b = 13 m olduğuna göre bu noktanın fleşi kaç mm'dir? (Kullanılan fleş ipi 20 metredir.)

A) 65 B) 70 C) 75 D) 80 E) 85

15. Yarıçapı bilinmeyen bir kurpta 40 m'lik fleş ipi ile ölçümler yapılarak ortalama fleş 200 mm bulunmuştur.

Buna göre ölçüm yapılan kurbun yarıçapı kaç m'dir?

A) 500 B) 800 C) 1 000 D) 1 500 E) 2 000



DEMİRYOLUNDA HIZ

KONULAR

8.1. YOLA ETKİ EDEN KUVVETLER
8.2. HIZ HESAPLAMALARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Demiryoluna etki eden kuvvetler
- Hız hesaplamaları
- Seyir kısıtlamalarında seyirden kayıp süre hesabı

ANAHTAR KAVRAMLAR

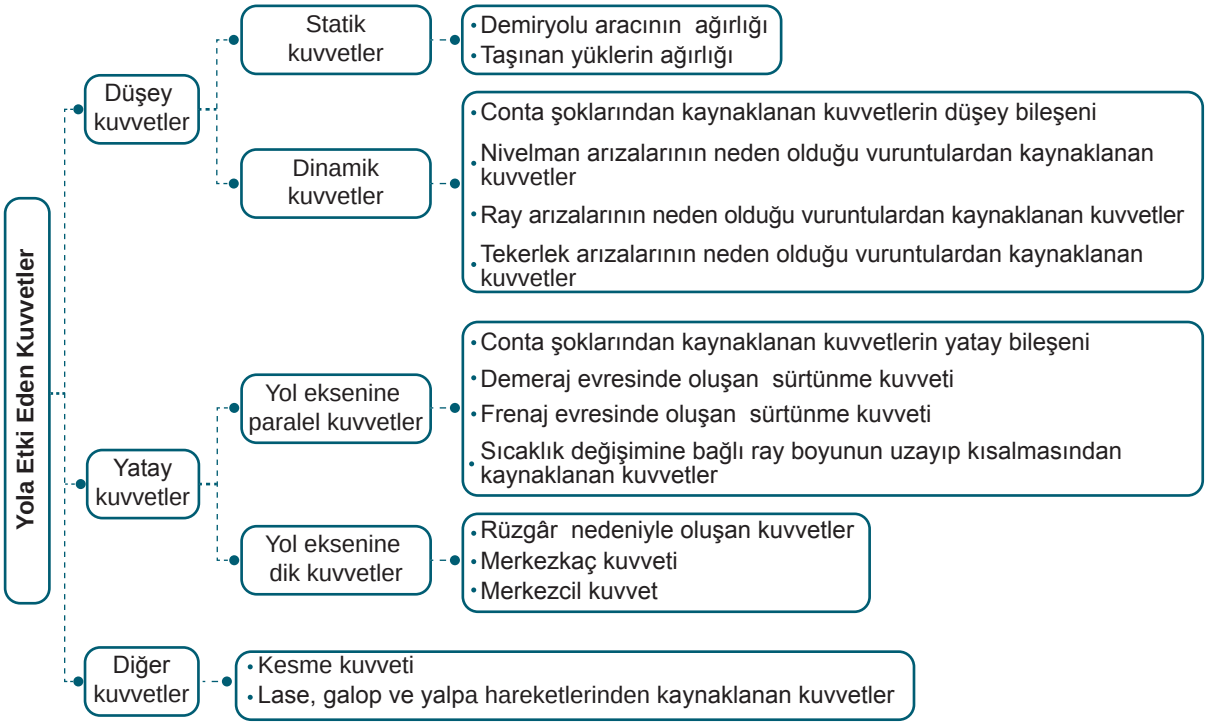
dingil basıncı, hız, kuvvet, seyir kısıtlaması

8. DEMİRYOLUNDA HIZ

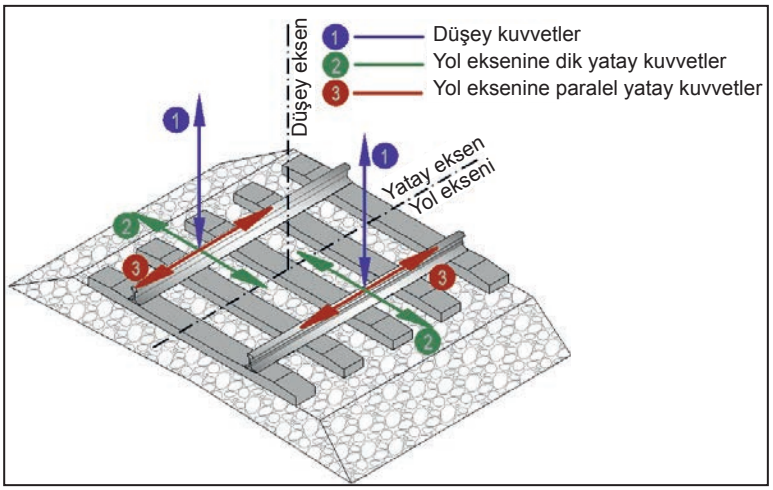
Bir hareketlinin birim zamandaki yer değiştirme miktarına **hız** denir. Mesafe / süre birimiyle ifade edilir. 160 km/h hız dendiğinde 1 saatte 160 km mesafe katedileceği anlamına gelir. Demiryolunda yapılabilecek hız genel olarak yolun durumuna bağlıdır. Kurplar, eğimler, yol malzemelerinin durumu, altyapının durumu, araçların yapısı ve hava şartları hızı etkilemektedir. Araçların hızı, ağırlığı, tekerlek kusurları, ray arızaları gibi etkenlere bağlı olarak demiryoluna çeşitli kuvvetler etki etmektedir. Aşağıda demiryoluna etki eden kuvvetlerin sınıflandırılması yapılmıştır.

8.1. DEMİRYOLUNA ETKİ EDEN KUVVETLER

Yola etki eden kuvvetler; düşey kuvvetler, yatay kuvvetler ve diğer kuvvetler olmak üzere üç gruba ayrılır (Şema 8.1, Şekil 8.1):



Şema 8.1: Yola etki eden kuvvetler



Şekil 8.1: Yola etki eden kuvvetler

a) Düşey Kuvvetler: Yol yüzeyine dik doğrultuda etki eden kuvvetlerdir. Statik ve dinamik kuvvetler olmak üzere iki gruba ayrılır.

1. **Statik Kuvvetler:** Dingil ağırlıklarından kaynaklanan kuvvetlerdir. Dingil ağırlığı, demiryolu aracının ve taşınan yükün ağırlığının toplamıdır.

2. **Dinamik Kuvvet:** Dinamik kuvvetler temel olarak conta şoklarından; nivelman, ray ve tekerlek arızalarından kaynaklanır.

- Demiryolu aracının tekerleğinin contadan geçerken ilk raya uyguladığı ağırlıktan dolayı ilk rayın alçalması ile tekerleğin yüksekte kalan ikinci raya vurmasına **şok** denir. Conta şoklarından kaynaklanan kuvvetlerin düşey bileşeni, dinamik kuvvetlerden biridir. Bu kuvvetin şiddeti; yolun durumuna, dingil ağırlığına ve hıza göre değişiklik gösterir.
- Dinamik kuvvetleri oluşturan diğer bir neden ise nivelman arızalarıdır. Yol kotunun düşey eksende olması gereken kottan aşağıda veya yukarıda olmasına **nivelman arızası** denir. Bu arızadan dolayı araç arızalı bölgeden geçerken vuruntular meydana gelir.
- Ray yuvarlanma yüzeyinde meydana gelen aşınmalar araç geçişi sırasında vuruntulara neden olur.
- Demiryolu araçlarının tekerleklerindeki apleti, çapak vb. arızlar vuruntulara neden olur ve hızla orantılı olarak yola etki eden kuvvetin şiddeti artar.

b) Yatay Kuvvetler: Yatay kuvvetler, yol eksenine paralel ve yol eksenine dik etki eden kuvvetler olarak iki gruba ayrılır.

1. Yol Eksenine Paralel Kuvvetler

- Conta şoklarından kaynaklanan kuvvetlerin yatay bileşeni yol eksenine paraleldir.
- Demiryolu araçlarının demeraj (ilk hareket ve hızlanma) evresinde, tekerleklerin hareket yönüne zıt yönde oluşan sürtünme kuvveti yol eksenine paraleldir.
- Demiryolu araçlarının frenaj (yavaşlama ve durma) evresinde, rayla tekerlek arasında, hareket yönünde oluşan sürtünme kuvveti yol eksenine paraleldir.
- Sıcaklık değişimine bağlı olarak, ray boyunun uzayıp kısalmasından kaynaklanan kuvvetler yol eksenine paraleldir.

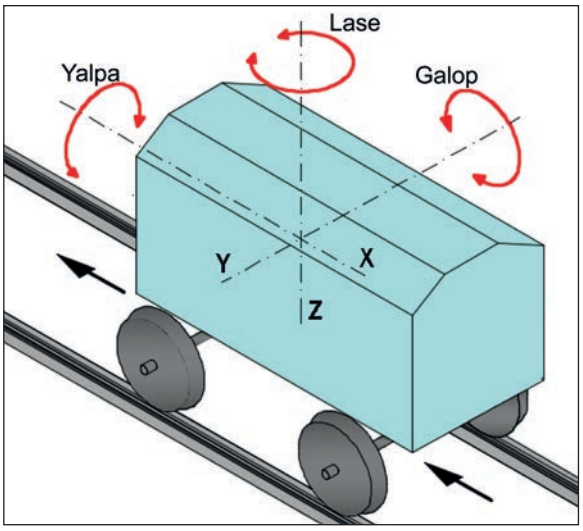
2. Yol Eksenine Dik Kuvvetler

- Yanal rüzgârlar nedeniyle kayan araçların tekerlek bodenleri aracılığıyla raya aktarılan kuvvetler, yol eksenine dik doğrultuda etki eder.
- **Merkezkaç Kuvveti:** Dairesel bir yörüngede hareket eden cismi, merkezden dışarı doğru atmaya çalışan kuvvete **merkezkaç kuvveti** denir. Bu kuvvet, kurplardan geçen demiryolu araçlarını kurp dışına savurmaya çalışır. Bunu önlemek için kurplara dever verilir. Kurplara gerekenden az dever verilmesi ya da kurplarda belirlenen hızdan fazla hız yapılması durumunda yola etki eden merkezkaç kuvveti artar.
- **Merkezcil Kuvvet:** Merkezkaç kuvvetine ters yönde oluşan ve demiryolu araçlarının kurp içine doğru kaymasına neden olan kuvvettir. Kurplarda gerekenden fazla dever olması, aracın belirlenen hızın altında hız yapması ya da durması gibi nedenlerle oluşur.

c) Diğer Kuvvetler

1. Kesme Kuvveti: Demiryolu araçlarındaki tekerlekler dingillere rijit bağlanmış olduğu için aracın tekerlekleri kurplardan geçerken kurba tam uyum sağlayamaz ve rayı belirli bir açı ile keser. Bundan dolayı yol eksenine paralel ve yol eksenine dik kuvvetler ortaya çıkar.

2. Demiryolu araçlarının hareketi sırasında oluşan lase, yalpa ve galop gibi zararlı hareketler, susta takımı ve tekerlekler aracılığıyla yola geçerek yolu etkileyen kuvvetleri oluşturur. Şekil 8.2'de aracın hareket yönü X ekseni, düşey eksen ise Z ekseni kabul edilmiştir. Yoldaki nivelman arızaları ve yanal şoklar nedeniyle X ekseni etrafında oluşan dönme hareketine **yalpa** denir.



Şekil 8.2: Zararlı hareketler

Rayla tekerlek bodeni arasındaki aralık ve ray-tekerlek teması nedeniyle meydana gelen Z ekseni etrafındaki dönme hareketine **lase** adı verilir. Araçların contalardan geçişi sırasında meydana gelen **galop** hareketi ise Y ekseni etrafındaki dönme hareketidir.

8.1.1. Dingil Basıncı

Demiryolu aracının dingillerinin her birinden yola aktarılan yük miktarına **dingil basıncı (dingil yükü)** denir.

Yollar, taşıyabilecekleri dingil yüklerine göre sınıflandırılır. Eğer dingilden gelen yük miktarı, yolun taşıyabileceği maksimum dingil yükünden fazla ise aracın ilgili yolda hareketine izin verilmez. Vagonlar, hareket edecekleri yolun sınıfına uygun yüklenmeli ve lokomotifler de yol sınıfına uygun seçilmelidir.

Dingil yükleri; yol zemininin jeolojik yapısı, ray ve traversin özellikleri, traversler arası açıklık gibi ölçütler dikkate alınarak belirlenir. UIC 700'e göre maksimum dingil yükleri beş sınıfa ayrılır:

A sınıfı yollar: Dingil basıncı en fazla 16 ton olan yollardır.

B sınıfı yollar: Dingil basıncı en fazla 18 ton olan yollardır.

C sınıfı yollar: Dingil basıncı en fazla 20 ton olan yollardır.

D sınıfı yollar: Dingil basıncı en fazla 22,5 ton olan yollardır.

E sınıfı yollar: Dingil basıncı en fazla 25 ton olan yollardır.

BİLGİ NOTU

TCDD bünyesindeki ulaşıma açık hat kesimlerinde genel olarak C ve D sınıfı yollar bulunur. Konvansiyonel hatlarda dingil basıncı en fazla 20 ton olan C sınıfı ve dingil basıncı en fazla 22,5 ton olan D sınıfı yollar mevcuttur. Yüksek hızlı tren hatlarının ise tamamı D sınıfı yollardan oluşur.

a) Dingil Basıncı ve Hız Hesaplamaları

Trenin hızı arttıkça hız katsayısı (Φ) büyür ve buna bağlı olarak yola gelen dinamik gerilimler artar. Dinamik etkiler, yola intikal eden yüklerin artmasına neden olur. Dingil basıncında veya araçların hızında yapılacak değişiklikler birbiri ile ters orantılı olmalıdır. Üstyapıda değişiklik yapılmaksızın hız artırılacaksa dingil basıncı düşürülmeli veya dingil basıncı artırılacaksa hız düşürülmelidir. Bu şekilde yapılacak değişikliklerde dingil basıncı ya da araç hızlarını hesaplayabilmek için hız katsayıları tablosundan yararlanılmaktadır (Tablo 8.1).

Tablo 8.1: Hız Katsayıları

V (km/h) Hız	Φ Hız Katsayısı	V (km/h) Hız	Φ Hız Katsayısı	V (km/h) Hız	Φ Hız Katsayısı	V (km/h) Hız	Φ Hız Katsayısı
0-60	1,000	115	1,393	170	1,786	225	2,178
65	1,036	120	1,429	175	1,821	230	2,214
70	1,071	125	1,464	180	1,857	235	2,250
75	1,107	130	1,500	185	1,893	240	2,286
80	1,143	135	1,536	190	1,928	245	2,321
85	1,179	140	1,571	195	1,964	250	2,357
90	1,214	145	1,607	200	2,000	260	2,429
95	1,250	150	1,643	205	2,036	270	2,500
100	1,286	155	1,679	210	2,071	280	2,571
105	1,321	160	1,714	215	2,107	290	2,643
110	1,357	165	1,750	220	2,143	300	2,714

Hız katsayısı (Φ) kullanılarak azami dingil basıncı ve hız hesaplamaları şu şekilde yapılır:

Bir yol kesiminde dingil basıncı $\mathbf{P_1}$, yapılabilecek azami hız $\mathbf{V_1}$ ise ve bu yolda $\mathbf{P_2}$ dingil basıcında bir tren çalıştırmak gerekirse

$P_1 \times \Phi_1 = P_2 \times \Phi_2$ eşitliğinden $\Phi_2 = \frac{P_1}{P_2} \times \Phi_1$ bulunur.

Eğer $\Phi_2 < 1$ yani $\frac{P_1}{P_2} \times \Phi_1 < 1$ ise bu yolda "P_2" dingil basıncında bir tren çalıştırılamaz.

Eğer $\Phi_2 > 1$ yani $\frac{P_1}{P_2} \times \Phi_1 > 1$ ise bu yolda "P_2" dingil basıncında bir tren çalıştırılabilir.

1. Örnek: Dingil basıncı P_1 = 16 ton ve yapılabilecek azami hız 85 km/h'tir. Bu yolda P_2 = 20 ton dingil basıncı olan bir tren çalıştırılabilir mi? Hesaplayınız.

Çözüm:

Hız katsayısı tablosundan V_1= 85 km/h için hız katsayısı = $\Phi_1 = \Phi_{85}$ = 1,179 bulunur.

$$\Phi_2 = \frac{16}{20} \times 1{,}179 = 0{,}94 < 1$$

0,94 < 1 olduğundan bu yolda 20 ton dingil basınçlı tren çalıştırılamaz.

2. Örnek: P_1 = 22 ton ve V_1 = 95 km/h ise P_2 = 20 ton dingil basıncı olan bir tren en fazla ne kadar hız yapabilir?

Çözüm:

Hız katsayısı tablosundan V_1= 95 km/h için hız katsayısı = $\Phi_1 = \Phi_{95}$ = 1,250 bulunur.

$$\Phi_2 = \frac{22}{20} \times 1{,}250 = 1{,}375 < 1$$

1,375 < 1 olduğundan bu tren 95 km/h hızın üzerinde bir hıza çıkabilir. Hesaplanan Φ_2 = 1,375 sayısına en yakın hız katsayısı tablodan bulunur ve katsayıya karşılık gelen hız okunur.

Bu tren en fazla V_2 = 110 km/h hız yapabilir.

3. Örnek: P_1 = 22 ton ve V_1 = 100 km/h'tir. Bu yolda çalışacak trenin 140 km/h hız yapabilmesi için P_2 dingil basıncı ne olmalıdır?

Çözüm: $P_1 \times \Phi_1 = P_2 \times \Phi_2$ eşitliğinden $P_2 = \frac{\Phi_1}{\Phi_2} \times P_1$ yazılır ve değerler yerine yerleştirilir.

Tablodan; $\Phi_1 = V_{100}$ = 1,286, $\Phi_2 = V_{140}$ = 1,571 okunur.

$$P_2 = \frac{1{,}286}{1{,}571} \times 22$$

P_2 = 18 ton dingil basıncı bulunur.

SIRA SİZDE

P_1= 22 ton ve V_1 = 100 km/h ise P_2 = 18 ton dingil basıncı olan bir tren en fazla ne kadar hız yapabilir? Hesaplayınız.

8.1. UYGULAMA: YOLA ETKİ EDEN KUVVETLER

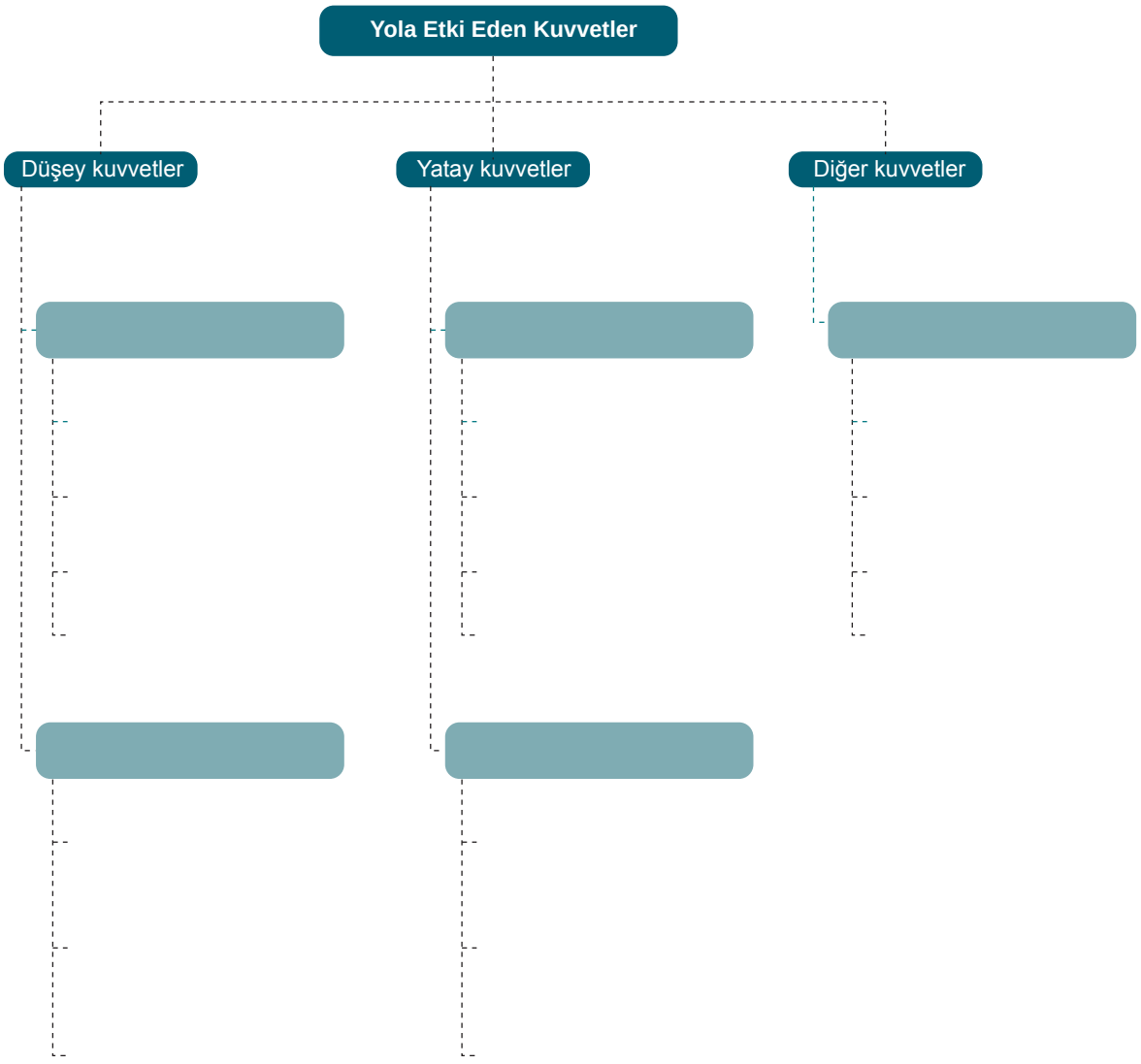
Amaç: Üstyapıya etki eden kuvvetleri tespit etmek.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve yola etki eden kuvvetleri tespit edip sınıflandırarak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

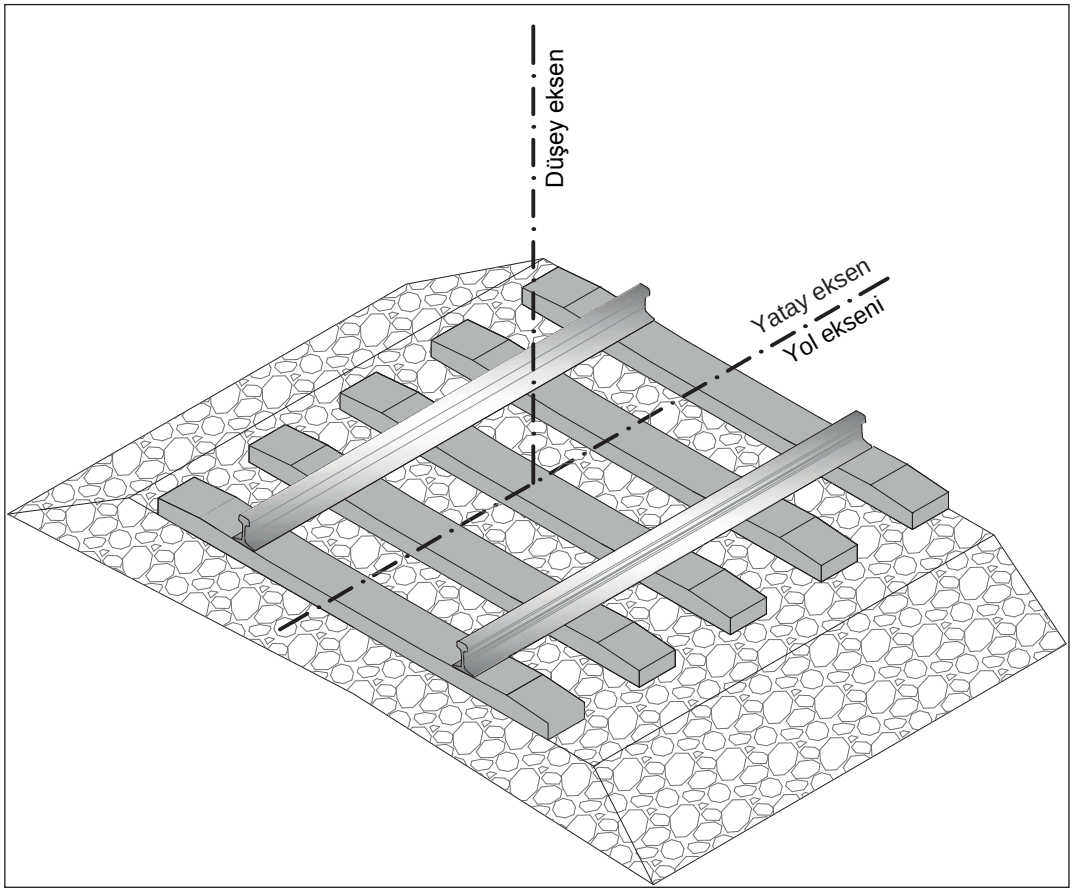
Kullanılacak araç gereç: Cetvel, kalem, silgi, uygulama formu

Uygulama Adımları

1. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
2. Tespit ettiğiniz düşey kuvvetleri verilen kavram haritası üzerinde sınıflandırınız (Şekil 8.3).
3. Tespit ettiğiniz yatay kuvvetleri verilen kavram haritası üzerinde sınıflandırınız (Şekil 8.3).
4. Tespit ettiğiniz diğer kuvvetleri verilen kavram haritası üzerinde sınıflandırınız (Şekil 8.3).
5. Tespit ettiğiniz düşey kuvvetleri formda yer alan yol kesiti üzerine çiziniz (Şekil 8.4).
6. Tespit ettiğiniz yatay kuvvetleri formda yer alan yol kesiti üzerine çiziniz (Şekil 8.4).



Şekil 8.3: Kavram haritası



Şekil 8.4: Yol kesiti

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"YOLA ETKİ EDEN KUVVETLER" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. Düşey kuvvetleri yol kesiti üzerine çizdi.					
2. Yatay kuvvetleri yol kesiti üzerine çizdi.					
3. Düşey kuvvetleri kavram haritası üzerinde sınıflandırdı.					
4. Yatay kuvvetleri kavram haritası üzerinde sınıflandırdı.					
5. Diğer kuvvetleri kavram haritası üzerinde sınıflandırdı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

8.2. DEMİRYOLUNDA HIZ HESAPLARI

Hızı kısıtlayan etkenler dikkate alınarak hızlar dört gruba ayrılır:

- ► Minimum (en az) hız
- ► Normal hız
- ► Azami (en fazla) hız
- ► Kritik hız (devrilme hızı)

8.2.1. Minimum Hız

Demiryolu araçlarının yapacağı hızın alt sınırına **minimum hız** denir. Kurplarda merkezcil kuvvetlerin etkisinden korunmak için hızın belirlenen miktarın altına düşmemesi gerekir.

Minimum hızın altında hız yapılması; konforun bozulmasına, yolun ve araçların zarar görmesine neden olur. Kurplu yollarda araçların zorunlu hâllerde durma ihtimali düşünülerek minimum dever miktarı belirlenir. Minimum dever miktarı hesabı için standartlarda verilen azami merkezcil ivme veya dever fazlalığı değerleri kullanılarak çeşitli formüller oluşturulmuştur.

Merkezcil ivme değeri kullanılarak minimum hız hesabı şu formülle yapılır:

$$V_{min} = \sqrt{12{,}96 \times R \left(\frac{d}{153} - y\right)} \text{ km/h}$$

1. Örnek: R = 800 m ve d = 120 mm olan bir kurpta yapılması gereken minimum hızı hesaplayınız (Merkezcil ivme değerini 0,46 alınız.).

$$V_{min} = \sqrt{12{,}96 \times R \left(\frac{d}{153} - y\right)} \text{ km/h}$$

$$V_{min} = \sqrt{12{,}96 \times 800 \left(\frac{120}{153} - 0{,}46\right)} = 58 \text{ km/h}$$

2. Örnek: Hızı 130 km/h ve R = 1000 m olan bir kurpta yapılması gereken minimum hızı hesaplayınız (Merkezcil ivme değerini 0,59 alınız.).

$$d_{nor} = \frac{11{,}8 \times V^2}{R} - 80 = \frac{11{,}8 \times 130^2}{1000} - 80 = 120 \text{ mm}$$

$$V_{min} = \sqrt{12{,}96 \times R \left(\frac{d}{153} - y\right)} \text{ km/h}$$

$$V_{min} = \sqrt{12{,}96 \times 1000 \left(\frac{120}{153} - 0{,}59\right)} = 50 \text{ km/h}$$

8.2.2. Normal Hız

Demiryolu araçlarının minimum ve azami hız sınırları arasında yapabilecekleri hıza **normal hız** denir.

- ► **Normal hız hesabı**

$$V_{nor} = \sqrt{\frac{R\,(d + 80)}{11{,}8}} \text{ km/h}$$

Örnek: Yarıçapı 400 m ve deveri 130 mm olan bir kurpta yapılabilecek normal hızı hesaplayınız.

Çözüm:

$$V_{nor} = \sqrt{\frac{R\,(d + 80)}{11,8}} = \sqrt{\frac{400(130 + 80)}{11,8}} = 84 \text{ km/h}$$

8.2.3. Azami Hız

Demiryolu araçlarının özellikleri, yolun yapısı ve taşınan yüklerin durumuna göre dikkate alınan bölgede yapılabilecek en fazla hızdır.

Kurplarda yanal ivme değeri 0,65 kabul edilerek, azami hız hesabı yapılırken şu formül kullanılır:

► **Deverli kurplarda azami hız hesabı**

$$V_{max} = \sqrt{\frac{R\,(d + 100)}{11,8}} \text{ km/h}$$

V = Hız
R = Yarıçap
d = Dever

Örnek: Deveri 130 mm ve yarıçapı 300 m olan bir kurpta yapılabilecek azami hızı hesaplayınız (Yanal ivme 0,65 m/s^2).

Çözüm:

$$V_{max} = \sqrt{\frac{R\,(d + 100)}{11,8}} = \sqrt{\frac{300 \text{ x } (130 + 80)}{11,8}} = 76 \text{ km/h}$$

► **Deversiz kurplarda azami hız hesabı**

$$V_{max} = \sqrt{\frac{R\,(d + 100)}{11,8}} \text{ km/h}$$

Örnek: Yarıçapı 300 m olan bir makas kurbunda yapılabilecek azami hızı hesaplayınız (Yanal ivme 0,65 m/s^2).

Çözüm:

$$V_{max} = \sqrt{\frac{R\,(d + 100)}{11,8}} = \sqrt{\frac{300 \text{ x } (0 + 80)}{11,8}} = 50 \text{ km/h}$$

8.2.4. Kritik Hız

Kurplarda merkezkaç kuvvetinin etkisiyle savrulmaya neden olan hıza **kritik hız** veya **devrilme hızı** denir. Aliymanda yapılan hız kurplarda yapılamaz. Kurplardaki hız; dever ile doğru orantılı, yarıçap ile ters orantılıdır. Hız arttıkça dever artar, yarıçap büyüdükçe dever küçülür. Dever, hatta yapılacak yüksek hıza göre verilmelidir.

► **Deverli kurplarda kritik hız hesabı**

$$V_{kr} = 3,6\sqrt{Q \text{ x } R\left(\frac{d}{e} + \frac{e}{2h}\right)} \text{ km/h}$$

Q = Yer çekimi ivmesi (9,81 m/s^2)
e = Yol açıklığı (1,5 m)
h = Aracın ağırlık merkezinin raydan yüksekliği (m)
d = Dever (m)

Örnek: Aracın ağırlık merkezinin raydan yüksekliği 1,6 m, kurbun yarıçapı 300 m ve dever 130 mm olduğuna göre bu deverli kurptaki kritik hızı hesaplayınız.

Çözüm:

R = 300 m
h = 1,6 m
e = 1,5 m
Q = 9,81 m/s²
d = 130 mm = 0,13 m

$$V_{kr} = 3{,}6\sqrt{Q \times R\left(\frac{d}{e} + \frac{e}{2h}\right)}$$

$$= 3{,}6\sqrt{9{,}81 \times 300\left(\frac{0{,}13}{1{,}5} + \frac{1{,}5}{2 \times 1{,}16}\right)}$$

$$= 146 \text{ km/h}$$

► **Deversiz kurplarda kritik hız hesabı**

$$V_{kr} = 3{,}6\sqrt{Q \times R\left(\frac{e}{2h}\right)} \text{ km/h}$$

Örnek: Aracın ağırlık merkezinin raydan yüksekliği 1,6 m, kurbun yarıçapı 300 m olduğuna göre bu deversiz kurptaki kritik hızı hesaplayınız.

Çözüm:

R = 300 m
h = 1,6 m
e = 1,5 m
Q = 9,81 m/s²

$$V_{kr} = 3{,}6\sqrt{Q \times R\left(\frac{e}{2h}\right)} \text{ km/h}$$

$$= 3{,}6\sqrt{9{,}81 \times 300\left(\frac{1{,}5}{2 \times 1{,}16}\right)}$$

$$= 133 \text{ km/h}$$

SIRA SİZDE

1. R = 900 m ve d = 130 mm olan bir kurpta yapılması gereken minimum hızı hesaplayınız (Merkezcil ivme değerini 0,72 alınız.).

2. Yarıçapı 300 m olan bir makas kurbunda yapılabilecek azami hızı hesaplayınız.

3. Aracın ağırlık merkezinin raydan yüksekliği 1,6 m, kurbun yarıçapı 700 m ve dever 130 mm olduğuna göre bu deverli kurptaki kritik hızı hesaplayınız.

8.2.5. Seyir Kısıtlamaları (Tekayyüdatlar)

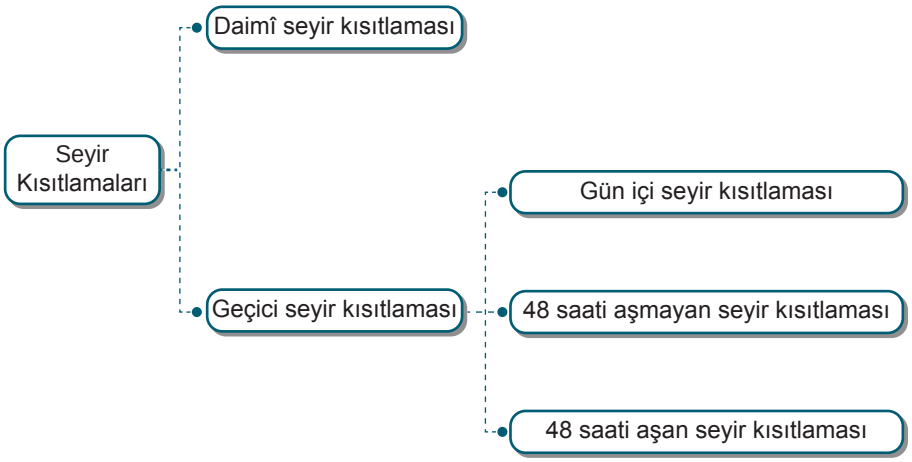
Demiryolu altyapı ve üstyapısında meydana gelen arıza vb. durumlarda, hattın belli kesimlerinde kalkış ve varış tarifesinde belirlenen hızın geçici bir süre kısıtlanmasıdır. Bu kısıtlamalar, arızalı yol kesiminde trenlerin düşük hızla seyir ettirilmesi veya önce durdurulması, durdurulduktan sonra düşük hızla seyir ettirilmesi şeklinde uygulanır. Ayrıca trenin yoldan verilen emirlere, işaretlere uyup normal ve düşük hızlarda geçiş yapması sağlanarak da seyir kısıtlaması uygulanır.

Seyir kısıtlamasını gerektiren durumlar şu şekilde sıralanabilir:

- Bakım işlerinin çeşitli nedenlerle tamamlanmaması
- Yol bileşenlerinin ölçüm ve muayene sürelerinin aşılması
- Hat geometrisi için belirlenen sınır değerlerin aşılması
- Doğal afetler sonrası ölçüm ve kontroller
- Gabari dâhilinde veya bitişik hatta yapılan çalışmalar
- İstisnai taşımalar (özel tedbirler gerektiren taşımalar)
- Ray sıcaklığının işletme sırasında kritik ray sıcaklığının üstüne çıkması
- Diğer sebepler (ray kırıkları, hemzemin geçitler, arızalar vb.)

a) Seyir Kısıtlamasının Çeşitleri

Seyir kısıtlamaları, daimî ve geçici seyir kısıtlamaları olmak üzere iki gruba ayrılır (Şema 8.2).



Şema 8.2: Seyir kısıtlamaları

1. **Daimî Seyir Kısıtlamaları:** Genellikle yolun altyapısından kaynaklanan; heyelan, tasman, kabarma vb. arızalarda konulan, bir yıldan uzun süreli seyir kısıtlamalarıdır. Yenilenmesi gereken yollarda da daimî seyir kısıtlaması uygulanır. Kısıtlama, yol bakım onarım müdürü tarafından konulur ve kaldırılır. Üç yıl veya daha uzun süreli seyir kısıtlamalarında kalkış-varış tarifesine (livre) Genel Müdürlük tarafından karar verilir.

2. **Geçici Seyir Kısıtlamaları:** Yol üstyapı arızaları nedeniyle konulan bir yıldan kısa süreli seyir kısıtlamalarıdır. Bu kısıtlamalar; çalışmalar sırasında konulan gün içi seyir kısıtlamaları, süresi 48 saati aşmayan seyir kısıtlamaları ve süresi 48 saati aşan seyir kısıtlamaları olmak üzere üç gruba ayrılır.

   - **Gün İçi Seyir Kısıtlamaları:** Çalışmalar sırasında konulan gün içi seyir kısıtlamaları, bir veya birkaç treni kapsayan ve önceden ilgili birimlere haber verilmesi mümkün olmayan seyir kısıtlamalarıdır. Çalışmaları yürüten personel tarafından telefonla, telsizle ve mevzuat gereğince yola işaretlemeler yapılarak tren personeline bildirilir. İşaretlemeler, çalışmalar tamamlandığında kısıtlamayı koyan personel tarafından kaldırılır. Tren beklemeleri olmuşsa çalışmalar bittiğinde sorumlu personel tarafından trenin bekletilme nedeni ilgili birimlere bildirilir.

- **Süresi 48 Saati Aşmayan Seyir Kısıtlamaları:** Acil durumlarda yol bakım onarım şefi, yol bakım onarım müdürü veya diğer üst amirler tarafından konulan seyir kısıtlamalarıdır. Kısıtlama bilgisi gelir gelmez ilgili istasyonlar ve Tren Trafik Merkezleri tarafından kısıtlamalar uygulanmaya başlanır. Kısıtlamalar, çalışmalar tamamlandığında ilgili birimlere bildirilerek kısıtlamayı koyan birimler tarafından kaldırılır.

- **Süresi 48 Saati Aşan Seyir Kısıtlamaları:** Yol bakım onarım şefinin talebi ile yol bakım onarım müdürü tarafından konulur veya yol bakım onarım müdürü tarafından doğrudan konulur. Bölge Müdürlüğü tarafından teyit edilmesi gerekir. Çalışmalar tamamlandığında Bölge Müdürlüğünün teyidi ile kısıtlamayı koyan birimler tarafından kaldırılır.

b) Seyir Kısıtlaması Nedeniyle Oluşan Kayıp Sürenin Hesabı

Trenler, seyir kısıtlaması konan bölgeden geçerken kalkış-varış tarifesinde belirlenen hızı yapamaz. Dolayısıyla iki istasyon arasındaki mesafeyi tarifede belirtilen sürede katedemez. Seyir kısıtlaması nedeniyle kaybedilen süre şu formüllerle hesaplanır:

- **Konvansiyonel hatlar için kayıp süre formülü**

$$K = \frac{60 \times L \times (V_1 - V_2)}{V_1 \times V_2}$$

Bu formülde

K = Tekayyüdat nedeniyle oluşan kayıp süre (dk.)
60 = Sabit sayı (bir saatteki 60 dakika)
L = Tekayyüdat konulan yol kesiminin uzunluğu (km)
V_1 = Tekayyüdat konulan yol kesimindeki livre hızı (km/h)
V_2 = Tekayyüdat hızı (km/h)

Duruş yapılmış ise duruş süresi dakika cinsinden kayıp süreye eklenir.

Örnek: Livre hızı 100 km/h olan bir konvansiyonel hat bölgesinde, 2 km uzunluğundaki kesime arıza nedeniyle hız 40 km/h olacak şekilde tekayyüdat konulmuştur. Tekayyüdat nedeniyle oluşan kayıp süreyi hesaplayınız (2 dakika duruş yapılmıştır.).

Çözüm:

L = 2 km
V_1 = 100 km/h
V_2 = 40 km/h

$$K = \frac{60 \times L \times (V_1 - V_2)}{V_1 \times V_2} = \frac{60 \times 2 \times (100 - 40)}{100 \times 40}$$

$$= \frac{7200}{4000} = 180 \text{ dk} = 1{,}80 \text{ dk}$$

(Sonuç dakika cinsinden bulunur. Virgülden sonrası matematik kurallarına göre tam sayıya yuvarlanır.)

K = 2 dk.

Toplam kayıp süre = 2 dk. + 2 dk. duruş süresi = 4 dk. bulunur.

- **Hızlı tren ve yüksek hızlı tren hatları için kayıp süre formülü**

$$K = \frac{(V_1 - V_2)^2}{3{,}6 \times a \times V_1} + \frac{3{,}6 \times L \times (V_1 - V_2)^2}{V_1 \times V_2}$$

Bu formülde

K = Tekayyüdat nedeniyle oluşan kayıp süre (s)
L = Tekayyüdat konulan yol kesiminin uzunluğu (m)
V_1 = Tekayyüdat konulan yol kesimindeki livre hızı (km/h)
V_2 = Tekayyüdat hızı (km/h)
a = İvme (m/s^2) (İvme değerleri tren seti tipine göre değişir ve Cer Müdürlüğünden temin edilir.)

Örnek: Livre hızı 160 km/h olan bir hızlı tren hattı bölgesinde, 2 km uzunluğundaki kesime arıza nedeniyle hız 50 km/h olacak şekilde tekayyüdat konulmuştur. Tekayyüdat nedeniyle oluşan kayıp süreyi hesaplayınız (İvmeyi 0,65 m/sn^2 alınız.).

Çözüm:

L = 2 km =2000 m
V_1 = 160 km/h
V_2 = 50 km/h
a = 0,65 m/sn^2

$$K = \frac{(V_1 - V_2)^2}{3{,}6 \times a \times V_1} + \frac{3{,}6 \times L \times (V_1 - V_2)^2}{V_1 \times V_2}$$

$$K = \frac{(160 - 50)^2}{3{,}6 \times 0{,}65 \times 160} + \frac{3{,}6 \times 2000 \times (160 - 50)^2}{160 \times 50}$$

$$K = \frac{12100}{374{,}4} + \frac{792000}{8000}$$

K = 131 sn.

SIRA SİZDE

1. Livre hızı 120 km/h olan bir konvansiyonel hat bölgesinde, 5 km uzunluğundaki kesime arıza nedeniyle hız 30 km/h olacak şekilde tekayyüdat konulmuştur. Tekayyüdat nedeniyle oluşan kayıp süreyi hesaplayınız (2 dakika duruş yapılmıştır.).

2. Livre hızı 180 km/h olan bir hızlı tren hattı bölgesinde, 3 km uzunluğundaki kesime arıza nedeniyle hız 40 km/h olacak şekilde tekayyüdat konulmuştur. Tekayyüdat nedeniyle oluşan kayıp süreyi hesaplayınız (İvmeyi 0,65 m/s^2 alınız.).

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (…) Demiryolu aracının dingillerinin her birinden yola aktarılan yük miktarına dingil basıncı denir.
2. (…) Seyir kısıtlamaları, daimî seyir kısıtlamaları ve kalıcı seyir kısıtlamaları olmak üzere iki gruba ayrılır.
3. (…) Yol kotunun düşey eksende olması gereken kottan aşağıda veya yukarıda olmasına nivelman arızası denir.
4. (…) İstisnai taşımalar seyir kısıtlaması gerektiren durumlardan biridir.
5. (…) Merkezkaç kuvveti, yola etki eden dinamik kuvvetlerden biridir.

B. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Bir hareketlinin birim zamandaki yer değiştirme miktarına ……..…… denir.
7. UIC 700'e göre D sınıfı yollar, dingil basıncı en fazla ……..…… ton olan yollardır.
8. Dairesel bir yörüngede hareket eden cismi, merkezden dışarı doğru atmaya çalışan kuvvete ……..…… denir.
9. Kurplarda merkezkaç kuvvetinin etkisiyle savrulmaya neden olan hıza ……..…… hız denir.
10. Genellikle yolun altyapısından kaynaklanan arızalarda konulan, bir yıldan uzun süreli seyir kısıtlamalarına ……..…… seyir kısıtlamaları denir.

C. Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

11. **Aşağıdakilerden hangisi yola etki eden kuvvetlerden biri değildir?**

A) Dinamik
B) Düşey
C) Elastik
D) Merkezkaç
E) Statik

12. **Aşağıdakilerden hangisi hız çeşitlerinden biri değildir?**

A) Anormal
B) Azami
C) Kritik
D) Maksimum
E) Normal

13. **Aşağıdakilerin hangisinde yol sınıfına göre dingil yükü ton cinsinden doğru olarak verilmiştir?**

A) A = 14 B) B = 16 C) C = 19 D) D = 24 E) E = 25

14. **Aşağıdakilerden hangisi devrilme hızını ifade eder?**

A) Azami B) Kritik C) Minimal D) Minimum E) Normal

15. **Deveri 120 mm ve yarıçapı 500 m olan bir kurpta kaç km/h hız yapılabilir (Yanal ivme 0,65 m/s2)?**

A) 65 B) 76 C) 84 D) 97 E) 100



EL İLE YOL TAMİRATI

KONULAR

9.1. YOLUN BAKIM VE TAMİRATI
9.2. YOLDAKİ NİVELMAN ARIZALARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Yolun bakım ve tamiratını yapma
- Yoldaki nivelman arızalarının tespitini yapma

ANAHTAR KAVRAMLAR

buraj, dresaj, flambaj, nivelman, reglaj, ripaj, rölevaj

9. EL İLE YOL TAMİRATI

Demiryolunun bakım ve tamiratı, kullanılan araç gereç ve işçilik açısından el ile ve makine ile yol bakım ve tamiratı olmak üzere ikiye ayrılır.

El ile yol bakım ve tamiratı; küçük ölçekli, acil müdahale gerektiren ve düzenli olmayan arızaların giderilmesi için küçük el aletleri, yardımcı iş makineleri vb. kullanılarak yapılan çalışmaları kapsar. Bu yöntem, büyük bakım ve onarım çalışmalarında zaman ve maliyet açısından ekonomik olmadığı için tecih edilmez.

9.1. DEMİRYOLUNUN BAKIM VE TAMİRATI

Demiryolunun bakım ve tamiratı; arama, revizyon, poz yöntemi gibi belirli süreçler izlenerek yapılır.

Arama Yöntemi: Demiryolu üzerinde, gözlem yapılarak gerçekleştirilen kontrollerde belirlenmiş olan arızaların giderilmesidir. Bu yöntemde, bir hat kesimindeki sadece arızaya neden olan elemanlarda bakım ve onarım gerçekleştirilmektedir.

Revizyon Yöntemi: Demiryolunun belirli bir hat kesiminde oluşan sürekli ve düzenli arızaların giderilmesidir. Bu yöntemde, bütün yol üstyapı malzemesi kontrol edilerek elden geçirilir.

Poz Yöntemi: Teknik olarak ömrünü doldurmuş yol kesimlerinde, yolun üstyapı malzemelerinin tamamen yenilenmesidir. Trafiğin niteliğinin değişmesi nedeniyle gereksinimleri karşılayamayan yol kesimlerinde, yol standartlarının yükseltilmesi (dingil basıncının ve hızın artırılması vb.) için poz çalışması yapılır. Bu yöntemde, yolun altyapısının iyileştirilmesi ve üstyapı malzemelerinin tamamının yenilenmesi gerçekleştirilir (Görsel 9.1).



Görsel 9.1: Demiryolunda poz çalışması

El ile yol bakım ve tamiratı şu şekilde yapılır:

Bakımı yapılacak çalışma sahasında bir ekip ve ekipten sorumlu personel görevlendirilir. Ekip tarafından çalışma yapılacak hat kesimindeki arızalar tespit edilir. Arızaların giderilmesinde işlem sırası çok önemlidir. Aynı işi tekrar yapmamak için sıralamaya göre bakım ve tamirat yapılmalıdır (Görsel 9.2). Genel olarak yol bakım ve tamir işleri şu sıralamaya göre yapılır:

- Yolun kontrolü ve yapılacak işlerin tespiti
- Ot temizliği
- Yarma, hendek ve derivasyon temizliği
- Ray arızalarının giderilmesi
- Balastın elenmesi ve eksik balastın tamamlanması
- Travers ekeri (çaprazlığı) ve aralıklarının kontrol ve bakımı
- Ekartmanın kontrol ve bakımı
- Küçük malzemelerin bakımı
- Yolun kotuna getirilmesi (rölevaj)
- Yolun mihverine getirilmesi (dresaj)
- Traversin altındaki balastın sıkıştırılması (buraj)
- Banket, şev ve hendeklerin tanzimi (reglaj)



Görsel 9.2: Bakım öncesinde yolun kontrol edilmesi ve arızaların tespiti

9.1.1. Ot Temizliği

Demiryolu hatlarındaki ot temizliğinin amacı, balastın ve diğer yol malzemelerinin iş görme niteliklerini korumak ve çalışma ömürlerini uzatmaktır. Yol kesiminde bulunan otlar; yolun görülmesini engelleyerek yoldaki düşüklük ve dresaj arızalarının tespitini zorlaştırır. Ayrıca kurumuş otlar yangın riski oluşturur. Bu gibi nedenlerden dolayı demiryolundaki otların temizlenmesi gerekir.

Demiryolu hatlarında ot temizliği üç şekilde yapılmaktadır:

- El ile ot temizliği
- Kimyasal ot temizliği
- Buhar ile ot temizliği

El ile ot temizliği yapılırken otlar kesilmemeli, kökünden sökülmelidir. Ot temizliği platform genişliğince yapılmalıdır. Sökülen otlar mümkün olduğunca yoldan uzaklaştırılmalı, kesinlikle hendek ve şevlere atılmamalıdır.

Kimyasal ot temizliği, otları kurutacak kimyasal bir madde kullanılarak yapılır. Kimyasal madde otlara püskürtülür ardından kuruyan otlar el veya vakumlu makinelerle toplanır.

Kimyasal madde kullanılarak yapılacak ot temizliğinde şunlara dikkat edilmelidir:

- Çevre kirliliği oluşturmayan ilaçlar kullanılmalıdır.
- İlaçlama otlar tohumlanmadan uygun mevsimde yapılmalıdır.
- İlaçlama rüzgârsız ve yağışsız havalarda yapılmalıdır.
- İlaçlama sırasında yol kenarındaki ağaçlara ve ekili alanlara zarar verilmemelidir.
- İlaçlama yapılmadan önce, oluşabilecek risklere karşı halka duyuru yapılmalıdır.

Buhar ile ot temizliğinde, otların üzerine ve köklerine sıcak su buharı püskürtülür. Buhar püskürtüldükten sonra kuruyan otlar el veya vakumlu makinelerle temizlenir.

9.1.2. Balast Elemesi

Balastın içine toprak, çamur ve organik artıklar girdiğinde balast kirlenir ve istenilen geçirgenliği sağlayamaz. Bu nedenle de yolun esnekliği kaybolur. Soğuk havalarda platform donar, traversler kırılır, yol bozulur ve metal malzemeler paslanır. Bu sorunların yaşanmaması için balastın elenmesi gerekir. Balast eleme işleminin amacı, travers kalıplarının arasındaki balastın sızdırma ve geçirgenlik kabiliyetini yükseltmektir.

Balast eleme işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken konular şunlardır:

- Platformdan gelen toz ve çamurun balasta karışmaması için platform üzerine -balastın altına gelecek şekilde- bir tabaka çakıllı kum, mıcır veya iri kum döşenmelidir.
- Özellikle çamurlu kesimlerin suyu akıtılmalı, suyu akıtılan yerler kuruduktan sonra balast elenmeli ve platform üzerine mıcır ve iri kum serilerek temiz balast döşenmelidir.
- Yolda balast eleme çalışması yapılırken traversin altındaki kalıplar bozulmamalıdır. Ancak genel revizyonda traverslerin altı da elenmelidir.
- Balast eleme işleminin verimli yapılabilmesi için hava rüzgârsız olmalıdır. Ayrıca havanın çok kurak olmaması gerekir.
- Travers aralığı elenirken traversin altına 5 cm'den fazla inilmemelidir.
- Öncelikle birinci aralık tamamen boşaltılmalıdır. Platformun eğimine dikkat edilmeli, eğim bozulmamalı ve platform seviyesinden aşağı inilmemelidir (Görsel 9.3).
- İkinci aralıktaki balast, kazma ile çapalandıktan sonra yaba ile alınmalıdır. Yabadaki balast iyice silkelenip temizlendikten sonra birinci aralığa temiz balast doldurulmalıdır. İkinci aralıktaki toprak ve yabancı maddeler dışarı atılmalıdır (Görsel 9.4).



Görsel 9.3: Kirlenen balastın temizlenerek travers aralarının boşaltılması



Görsel 9.4: Travers aralarının elenen balast ile doldurulması

- Atıklar yarma şevine ve hendeğe atılmamalıdır.
- Diğer aralıklar da bu sıra ile elenmeli ve temizlenmelidir.
- Travers başlarındaki balast, balast eteğine kadar tamamen alınmalıdır. Travers başları tam olarak açılmazsa buralar bir havuz gibi travers aralarından gelen suyu toplamakta ve yapılan eleme hiçbir işe yaramamaktadır. Dolayısıyla travers başlarındaki balast etekleri de elenmelidir.
- Yolda, travers üst seviyesinden fazla balast olmamalıdır.
- UKR'li yollarda eleme işi UKR yol bakım standartlarına göre yapılmalıdır. UKR'li yollarda eleme yapılırken yan yana iki aradan fazla travers arası boşaltılmamalıdır. Contalı yollarda yan yana en fazla dört travers arası boşaltılabilir.
- Contalı yollarda ray sıcaklığının en uygun olduğu -20 ila +15 derece arasında çalışma yapılmalıdır.
- UKR'li yollarda, R > 1 200 m (büyük) yarıçaplı kurplarda ve aliymanlarda sıcaklığın en uygun olduğu -20 ila +10 derece arasında; R ≤ 1 200 m yarıçaplı kurplarda ise sıcaklığın en uygun olduğu -20 ila +5 derece arasında çalışma yapılmalıdır.
- Acil durumlarda çalışma yapılırsa yola 30 ila 70 km/h arasında seyir kısıtlaması konulmalıdır. Seyir kısıtlaması 50 000 ton yük geçtikten sonra kaldırılır.

9.1.3. Küçük Malzemelerin Bakımı

Küçük yol malzemelerinin (bağlantı malzemeleri) kontrol ve bakım işlemleri sırasında dikkat edilmesi gereken konular şunlardır:

- Cebireler sökülmeli, yanakları silinmeli, iç yüzeydeki paslar temizlenmeli, raylara temas eden yanaklar yağlanmalıdır. Cebirelerin eğri, kambur, çatlak olmamasına dikkat edilmelidir. Kırık ve çatlak cebireler varsa değiştirilmelidir. Cebire bağlantılarında cebire bulonları 880 Nm torkla sıkılmalıdır.
- Cebire, krapo ve travers bulonlarının dişleri yağlanmalı, somunları çalışır durumda olmalıdır.
- Rondelalar temiz olmalı ve rondela katları arasındaki mesafe 1-1,5 mm aralığında olmalıdır.
- Tirfonlar gevşemiş olmamalı ve 250 Nm torkla sıkılmalıdır.
- K ve KS tipi bağlantılarda, bulon somunu 180-200 Nm arasında bir torkla sıkılmalıdır.
- HM tipi bağlantıda gergi kıskacı ile plastik açı kılavuzu arasında en fazla 0,5 mm'lik mesafe kalması sağlanmalıdır.
- Ray altı seletleri eksik olmamalı, ezilmiş olan seletler değiştirilmelidir.
- HM ve K tipi yoldaki küçük malzemelerin üzerinde balast olmamalı, özellikle HM tipi bağlantı malzemeleri esnek olduğundan üzeri balastla kaplı olursa malzemenin esnekliği kaybolabilir.
- Eksik malzemeler tamamlanmalı, laçka olup çalışmayan malzemeler çalışır hâle getirilmelidir. Aksi takdirde diğer malzemeler de yıpranır ve yol bozulur. Küçük malzemeler sökülürken zorlanmamalı, yağlandıktan sonra sökülmelidir. Küçük malzemelerin bakımı ilkbahar ve sonbahar aylarında yapılmalıdır. Bu gibi malzemeler pahalı ve zor temin edildiğinden iyi bakılıp korunmalıdır.

9.1.4. Yolun Mihverine Getirilmesi (Dresaj)

Yatay eksende oluşabilecek arızalar; fleş hataları, dresaj arızası ve flambaj gibi arızalardır. Yolun yatay eksende olması gereken doğrultudan uzaklaşarak sağa sola kaçmasına **dresaj arızası** denir. Sıcak havanın etkisiyle rayların genleşmesi (uzaması) sonucu "S" şeklinde oluşan ve yoldan araç geçişini engelleyecek kadar keskin sapmalara ise **flambaj** (yol kaçması) denir. Ayrıca dresaj, yolun mihverine (eksen) getirilmesi işlemine verilen addır.

Dresaj arızaları kot kazıklarına uyularak düzeltilir. Kot kazıkları eksik veya hatalı ise aliyman yollarda bir ray dizisi referans ray olarak seçilir. Dresaj çektirecek görevli rayı ayaklarının arasına alır ve ileriye doğru bakarak yol eksenindeki sapmaları tespit etmeye çalışır. Tespit edilen dresaj hataları giderilir ve yol ekseni olması gereken yere getirilir. Bu işlem yapılırken, rayların parlayarak göz yanılgısına sebep olmaması için güneş arkaya alınmalıdır. Bir diziden çekilen dresaj işlemi bittikten sonra karşı diziden de kontrolü yapılmalıdır.

Yolun mihverine getirilmesi (dresaj) işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken konular şunlardır:

- Contalı yollarda ray sıcaklığının en uygun olduğu -20 ila +15 derece arasında çalışma yapılmalıdır. UKR'li yollarda, R > 1 200 m (büyük) yarıçaplı kurplarda ve aliymanlarda sıcaklığın en uygun olduğu -20 ila +10 derece arasında; R ≤ 1 200 m (eşit ve küçük) yarıçaplı kurplarda ise sıcaklığın en uygun olduğu -20 ila +5 derece arasında çalışma yapılmalıdır. Acil durumlarda çalışma yapılırsa yola 30 ila 70 km/h arasında seyir kısıtlaması konulmalıdır. Seyir kısıtlaması 50 000 ton yük geçtikten sonra kaldırılır.
- Beton ve ahşap traverslerde dresaj yapılırken dresajın yapılacağı istikametteki traversin başlarındaki balast açılmalıdır.
- Demir traversli yolda dresaj yapılırken dresajın yapılacağı istikametteki traversin baş tarafı ile aksi tarafta yer alan tırnağın geleceği kesimdeki balast iyice açılmalıdır. Tırnağın içi açılmazsa yol kabarır.
- Yol mihverine alındıktan sonra, önce çekilen tarafın travers tırnakları, daha sonra boşaltılmış olan tırnaklar sıkıştırılmalı ve tamir edilmelidir.
- Yolda dresaj kademeli olarak alınmalı, bir defada 50 mm'den fazla ripaj yapılmamalıdır. Toplam dresaj miktarı 200 mm'yi aşmamalıdır.

- Ripaj sırasında rayların eğrilmemesi için asla tek noktadan dayanılmamalı, en az 3 kriko ile ripaj alınmalıdır. Manivelalar ile krikolara yardım edilmelidir. Kriko ve manivelalar çok yatık tatbik edilirse yol şişer. Kriko ve manivelalar mümkün olduğunca dik tutulmalıdır.
- Dresaj yapıldıktan sonra açılan balast doldurulmalı, traversin baş tarafındaki balast tokmaklanmalıdır.
- Yoldaki düşüklükler ilk bakışta dresaj hatası şeklinde görülebilir. Bu duruma aldanılmamalıdır. Makineli tamiratlarda 50 mm'den fazla dresaj işlemi burajdan önce yapılmalıdır.
- Kurplardaki ufak kaçıklıklar gözle kolayca görülebilir. Fakat muntazam kaçıklıklar gözü aldatabilir. Düzgün görünen her kurbu düzgün olarak kabul etmemek gerekir. Kurplar, daima fleşler ölçülerek kontrol edilmelidir.
- Dresaj alırken ripajı yapılan yer direnç gösteriyor, kaymıyor ise öncelikle yan tarafları bir miktar kaydırıldıktan sonra istenilen noktanın kaydırma işlemi yapılmalıdır. Fazla alınan dresajlarda contalardaki imbisatların sıkışması kontrol edilmelidir.

Genel olarak kurpların parabolleri her iki baştan ayrı ayrı düzeltilir. Bundan sonra iki PF arasındaki kurp fleşleri ölçülüp ortalama fleş bulunur. Kurp, bu ortalama fleşe göre düzeltilir. Dresaj yapılacak yerde aplikasyon kazığı varsa her kazığın karşısına isabet eden dresaj miktarı kadar yol çekilmek suretiyle yol eksenine getirilir ve iki kazığın arası gözle düzeltilir.

BİLGİ NOTU

Ripaj, dresaj sırasında yolun sağ ve sola kaydırılması anlamına gelir. Türkçe karşılığı "kaydırma"dır.

Dresaj ise yoldaki eksen kaçıklıkları ve bu kaçıklıkları düzeltme işlemidir.

Ripaj, yolun projede kaydırılması anlamında kullanıldığı gibi demiryolunun raylar değiştirilmeden eğilip bükülerek değiştirilmesi anlamına da gelmektedir.

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen kavramların tanımlarını uygun olan harfleri kullanarak kavramların başındaki boşluklara yazınız ve eşleştirmeyi tamamlayınız. Demiryolu bakım ve tamiratında bu tanımlara ait iş ve işlemlerin hangi öncelik sırasına göre yapılması gerektiğini sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

Kavramlar	Tanımlar
( ) I. Buraj	**a)** Yolun kotuna getirilmesi
( ) II. Dresaj	**b)** Demiryolundaki eksen kaçıklıkları ve kaçıklıkları düzeltme işlemi
( ) III. Flambaj	**c)** Traversin altındaki balastın sıkıştırılması
( ) IV. Reglaj	**ç)** Yol platformunun, hendeklerin ve kazı şevinin ince tesviyesinin yapılması ve yol platformuna gerekli bombenin verilmesi
( ) V. Ripaj	**d)** Demiryolunun sıcaktan "S" şeklinde kıvrılması
( ) V. Rölevaj	**e)** Yol ekseninin enine kesit içinde sağa veya sola kaydırılması
	f) Platformdan gelen toz ve çamurun balasta karışması

9.1. UYGULAMA: YOLUN BAKIM VE TAMİRATI

Amaç: Yolun bakım ve tamiratını (balast elemesi) yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve yolun bakım ve tamiratını yaparak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Kazma, kürek, balast yabası, çelik metre

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksenız yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Uygulamayı grup çalışması şeklinde gerçekleştiriniz.
5. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
6. Uygulama yapacağınız hat kesiminde balast elemesi yapılması gereken travers aralıklarını tespit ediniz.
7. Balats elemesi yaparken travers altındaki kalıpları bozmayınız.
8. Travers aralığında eleme yaparken travers altlarına 5 cm'den fazla inmeyiniz.
9. Birinci travers aralığındaki balastı kazma ile çapalayınız. Birinci travers aralığını tamamen boşaltınız ve balastı çalıştığınız noktaya yakın, temiz bir yere bırakınız. Bu aralıkta bulunan toprak ve yabancı maddeleri dışarı atınız.
10. İkinci travers aralığındaki balastı kazma ile çapaladıktan sonra yaba ile alınız.
11. Yabadaki balastı silkeleyip temizleyiniz ve birinci aralığa doldurunuz.
12. İkinci aralıktaki toprak ve yabancı maddeleri dışarı atınız (Hendek ve yarma şevine atmayınız.).
13. Sırasıyla diğer travers aralıklarını da eleyerek temizleyiniz.
14. Birinci aralıktan çıkardığınız balastı eleyerek dördüncü travers aralığına doldurunuz.
15. Travers başlarındaki balastı da eleyerek temizleyiniz.
16. Eleme işlemi sonrasında balast profilini uygun hâle getiriniz. Balast miktarı eksikse tamamlayınız.
17. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"YOLUN BAKIM VE TAMİRATI" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Birinci travers arlığını kuralına uygun şekilde boşalttı.					
3. İkinci travers aralığındaki balastı eleyerek birinci travers aralığına doldurdu.					
4. Travers başlarındaki balastı eleyerek temizledi.					
5. Eleme işlemi sonrasında balast profilini uygun hâle getirdi.					
6. Grupla iş birliği içerisinde çalıştı.					
7. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

9.2. YOLDAKİ NİVELMAN ARIZALARI

Demiryolu üstyapısı, taşıtlardan yola etki eden kuvvetlerin ilk karşılandığı bölümdür. Bu nedenle en fazla arıza üstyapı malzemelerinde görülür. Kullanılma biçimlerine ve coğrafi şartlara bağlı olarak üstyapı malzemelerinin eskimesi, yıpranması, aşınması, çatlaması, çürümesi ve kırılması, bağlantı malzemelerinin gevşemesi, laçkalaşması (düzgün işlemez olması) ile fiziki özelliklerini yitirmesi gibi nedenlerle birçok arıza meydana gelmektedir.

Üstyapı malzemelerinde görülen bu tip arızaların dışında hat geometrisinde de çeşitli arızalar oluşabilmektedir. Yol eksenleri, demiryolunun yatay ve düşey düzlemler üzerindeki yerini ve yönünü belirler. Yolun normalde bulunması gerektiği yatay ve düşey eksenlerinden kaçması (ayrılması) şeklinde karşılaşılan arızalar, **demiryolu eksen arızası** olarak adlandırılır. Eksen arızaları, yatay eksende oluşan arızalar ve düşey eksende oluşan arızalar olmak üzere iki gruba ayrılır. Yatay eksende oluşan arızalar; dresaj arızası, flambaj vb. arızalardır. Düşey eksende oluşan arızalar; nivelman arızaları, burulma, dever arızaları vb. arızalardır.

Demiryolunun düşey düzlem üzerindeki yerini belirleyen kot farkına **yol kotu** denir. Demiryolunda yol kotu, yol buyunca belirli mesafelerle aplikasyon kazıkları veya röper noktaları ile tespit ve işaret edilir. Yolun düşey eksen kotundan ayrılması şeklinde oluşan ve yolda düşüklük ya da şişlik şeklinde görülen arızalara **nivelman arızası** denir.

Hat geometrisinin kalitesi, araçların hızına ve yolculuk konforuna etki eden önemli bir faktördür. Avrupa normlarına göre hat kalitesinin değerlendirilmesi yapılırken bazı tolerans düzeyleri (eşik değerler) belirlenmiştir (Tablo 9.1). Yol ekseninde meydana gelen arızalarda bu toleransların aşılması durumunda, düzenli ve planlı yol bakım çalışmaları yapılmalıdır.

Tablo 9.1: Hıza Göre Yol Tamiratı İçin Gereken Düşüklük Toleransları

Ölçme Boyu	Hız (km/h)			
	40 < V ≤ 60	60 < V ≤ 80	80 < V ≤ 100	V >100
1 metre	4 mm	3 mm	2 mm	1,5 mm
3 metre	12 mm	9 mm	6 mm	4,5 mm

Tablo 9.1'deki tolerans değerleri, demiryolu ekseninde olması gereken sınır değerleridir. Yolda düzenli ölçümler yapılarak bu değerlerin aşılıp aşılmadığı kontrol edilmeli, aşılması durumunda yol tamiratı yapılarak nivelman arızaları ortadan kaldırılmalıdır (Görsel 9.5).



Görsel 9.5: Demiryolunun düşey eksen arızalarının nivo ile ölçülmesi

Demiryolu hatlarının belirli dönemlerde bakım ve tamiratları yapılarak alt ve üstyapıları sürekli iyileştirilir.

Tamiri geciktirilen veya tespit edilemeyen nivelman arızaları şu sakıncaları oluşturur:

- Yol ekseninde yatay yönde bozulma (dresaj bozukluğu)
- Raylarda aşınma ve eğilme
- Ahşap traversli yollarda ekartman bozukluğu
- Küçük bağlantı malzemelerinde aşınma ve kırılma
- Lokomotif ve vagonlarda yıpranma
- Traverslerde aşınma
- Trenlerin derayı (raydan çıkması)

9.2.1. Yoldaki Düşüklüğü Oluşturan Nedenler

İşletme altındaki hatlarda; araç yükleri, çevresel etkiler, altyapıdaki sorunlar vb. olumsuzluklardan dolayı hat zamanla balasta gömülür ve yolda düşüklükler meydana gelir. Toleransı aşan düşüklükler (nivelman hataları) üstyapı elemanlarına zarar verir ve konforu olumsuz etkiler.

Yoldaki düşüklüğü oluşturan nedenler şu şekilde sıralanabilir:

- Platformun çürük olması
- Travers altı balastının az veya çamurlu olması, balastın özelliklerinin uygun olmaması
- Çerçevedeki travers adedinin az olması veya kırık, çürük olması
- Dingil basıncının fazla olması
- Küçük bağlantı malzemesinin iyi sıkılmaması, aşınmış olması veya eksik olması
- Rayların eğrilmesi veya ray mantarının ezilmesi
- Apleti, ondülasyon (ray mantarının üst yüzeyindeki dalgalı aşınmalar) olması

9.2.2. Yoldaki Düşüklük Çeşitleri

Aralıklı düşük: Bir yolda kısa mesafelerle yer yer oluşan seviye farklarına **aralıklı düşük** denir.

Salgı düşük: Yolda oluşan ve diğer düşüklüklere oranla daha uzun mesafelerde devam eden seviye farklarına **salgı düşük** denir. Salgı hâlindeki düşüklere, yüksek dolgular ile platformun çürük olduğu sulu yarmalarda ve platformun dar ve balastın yetersiz olduğu hat kesimlerinde rastlanır. Bu düşüklükleri gözle tespit etmek mümkündür.

Gizli düşüklük: Normal durumda ray dizilerinde düşüklük görülemediği hâlde travers altlarının boş olması sebebiyle tren geçerken yolun bu kısımlarda oturup tren geçtikten sonra normal duruma gelmesi hâline **gizli düşüklük** denir. Gizli düşüklük olan yerlerde ray ve travers, tren geçerken körükleme yaparak balastı beyazlaştırır. Körükleme arızası çok hızlı artabilir bu nedenle en kısa sürede tedbir alınmalıdır.

9.2.3. Yolun Kotuna Getirilmesi (Rölevaj)

Nivelman arızalarının veya yol düşüklüklerinin giderilerek yolun kotuna getirilmesi işlemine **rölevaj** adı verilir.

Yol düşüklüğünün tamiratı yapılırken şu işlem sırasına göre hareket edilmelidir:

- Çalışma alanının çevresinde ot temizliği yapılır.
- Düşüklüğe sebep olan çamurlu balast elenir.

- Yarmada biriken suların akıtılması sağlanır.
- Küçük malzemelerin bakımı yapılarak eksik olanlar tamamlanır. Gevşeyen malzemeler sıkılır (Görsel 9.6).
- Travers ekerleri düzeltilir.
- Düşüklük olan kesimlerde aplikasyon kazığı varsa yol kazığa göre kaldırılır. Aliymanda önce röpere yakın olan ray, kurplarda ise iç ray baz olarak seçilir. Baz ray röpere göre ayarlandıktan sonra diğer ray dever ve ekartman ölçüm aletiyle ölçülerek kotuna getirilir.



Görsel 9.6: Küçük malzemelerin sıkılması



Görsel 9.7: Yolun kriko ile kaldırılması

- Kurpta yapılacak yol düşüklüğü tamiratında ilk olarak dever kontrol edilir. Dever normal ise önce iç ray düzeltilir. Daha sonra dış ray, normal dever verilerek ayarlanır. Dever fazla ise dış raydaki düşüklükler alındıktan sonra iç ray dever kadar yükseltilmek suretiyle elle yol tamiratı yapılır.
- Aplikasyon kazığı yok ise önce kaldırılacak dizideki yüksek noktalar tespit edilir. Bu yöntem genellikle kısa mesafeli nivelman arızalarında kullanılır. Personel ray üzerine eğilerek yüksek noktaları tespit eder. Tespit edilen noktalar arasındaki ray kaldırılarak kotuna getirilir. Aliymanlarda önce yüksek ray dizisi düzeltilir. Daha sonra diğer dizi, tesviye ruhu ile düzeltilen diziye ayarlanır.
- Yol kaldırma işlemi krikolar yardımıyla yapılır (Görsel 9.7). Krikolara yakın traverslerin altları doldurulup burajlanır. Ray seviyeleri daima tesviye ruhu ile kontrol edilmelidir. Yolun kaldırılan yerlerinde birkaç defa buraja devam edilir. Bu şekilde traverslerin yatakları oluşturulur.
- Trenlerin sefer durumları dikkate alınarak yol kademeli olarak kaldırılır.
- Bir defada azami kaldırma miktarı 50 mm'yi aşmamalıdır. Kaldırma miktarı 50 mm'yi geçiyorsa yol iki veya üç defada kaldırılır.
- İki kaldırma arasında trenlerin geçerek yolun oturmasına zaman tanınmalıdır. Yol oturduğu zaman yeniden bir kademe daha kaldırılmalıdır.
- Yolda yeterli balast yoksa önceden balast hazırlanmalıdır.
- Yol kaldırılma işlemi, yolun eğiminin bozulmaması için rampa yukarı gidilerek yapılmalıdır. Yol ile sık sık oynanmamalı, mümkün olduğunca yol oturmaya bırakılmalıdır.

BİLGİ NOTU

Yolun kaldırılması, dresajın düzeltilmesi ve balastın traversin altına sıkıştırılması işleri genel olarak **"terfi-tanzim-buraj"** olarak adlandırılır. Terfi, yolun kaldırılması; tanzim, dresajı düzeltme; buraj, sıkıştırma demektir.

9.2.4. Travers Altlarının Sıkıştırılması (Buraj)

Kaldırılan yoldaki traverslerin altı balastla doldurulup sıkıştırılarak yol sabit hâle getirilir. Travers altlarının balastla doldurulup sıkıştırılmasına **buraj** denir. Rölevaj işleminden sonra yolun burajı yapılır. Buraj işlemi, ray dizisi eksen olmak üzere, traversin 80 ila 100 cm'lik kısmında yapılır.

Buraj yapılırken şu konulara dikkat edilmelidir:

- Traversin yanları, rayın iki tarafından 40–50 cm boyunda açılır. Derinlik, traversin alt seviyesinden en fazla 5 cm'dir.
- Traversin altındaki balastlar, kazmanın sivri ucuyla gevşetilir. Gevşetilen kısım tekrar balastla doldurularak kazmanın tokmaklı tarafı ile sıkıca çakılır (Görsel 9.8).



Görsel 9.8: Travers altlarının sıkıştırılması (buraj)

- Bir sonraki aşamada, rayın içine ve dışına rastlayan kesimler dengeli şekilde çakılır.
- Traversin ortasında bulunan ve buraj yapılmayan 45–50 cm'lik kesim çapalanarak balastla doldurulur.
- Yol kaldırılırken bütün traversler kontrol edilmeli, boş travers bırakılmamalıdır.
- Traversler aynı sıkılıkta çakılmalıdır.
- Traversler çapraz yani ekerli olmamalıdır.
- Beton traversli yollarda mecbur kalınmadıkça el ile buraj yapılmaz. Ancak zorunlu hâllerde yapılan burajda, buraj kazması travers köşelerine temas etmemeli ve buraj derinliği traversin altından itibaren en az 100 mm olmalıdır.

- Buraj yapılırken traversler zedelenmemelidir. Özellikle beton traverslerin alt kesimindeki tırnakların kırılmaması için buraj kazmasının tokmaklı tarafı kullanılmamalı, sadece sivri ucuyla çapa yapılmalıdır.
- Çok iri taşlar traversin altına kama gibi çakılmamalıdır. Çünkü bu iri taşlar traverslerin kırılmasına sebep olur.
- Buraj, bir traverste karşılıklı ikişer kişi olmak üzere dört kişi ile yapılabilir. Ancak iş kazasına sebebiyet vermesi ve çalışma alanının çok dar olması gibi sebeplerle ideal burajın, her rayda bir kişi olmak üzere bir traverste iki kişi ile yapılması uygundur.
- Bir traversin burajı her iki yönden yapılmalıdır. Traversin bir tarafına buraj yapılmaz veya hafif yapılırsa o taraftaki ray dizisi düşer, yol bozulur hatta traverslerde kırılmalar meydana gelir.
- Bir düşüklük kotuna getirilip buraj yapılınca bu noktanın etrafındaki traverslerde de buraj yapılır.
- Çapraz düşüklüklerde, düşüklük olan dizideki traverslerin altı sıkıştırıldıktan sonra diğer dizinin altı kısmen oynayacağından burada da kontrol ve sıkıştırma yapılmalıdır. Onun için her iki dizideki ray altları ve yanları çok dengeli çakılmalıdır.
- Balast nemli olursa buraj daha iyi tutar.
- Buraj nedeniyle eksilen balast tamamlanmalıdır.
- Buraj yaparken kazmalar en fazla omuz hizasına kadar kaldırılmalıdır.

9.2.5. Yoldaki Burulma Arızaları ve Burulma Toleransları

Bir vagon veya boji grubuna ait dört tekerin aynı düzlem üzerinde bulunmaması nedeniyle üç tekerin raya basıp, bir tekerin boşta kalarak raya basmaması arızasına **burulma** denir. Boştaki teker, ray mantarının üstüne veya rayın dışına basarak deraya sebep olabilir.

Yolda burulmaya sebep olan hatalar şunlardır:

- Tek taraflı düşüklükler
- Çapraz düşüklükler
- Tolerans dışı dever rampa eğimleri

Dever rampa eğimleri, kontrol altında ve bilerek verilen bir burulma çeşididir (Tablo 9.2). Ancak hıza göre verilmesi gereken değerden fazla eğim verilirse bu eğim, burulma nedeniyle deraya neden olur.

Tablo 9.2: Hıza Göre Burulma Tolerans Değerleri

Ölçme Boyu	Hız (km/h)				
	40 < V ≤ 60	60 < V ≤ 80	80 < V ≤ 100	100 < V ≤ 120	V >120
3 metre	15 mm	10,5 mm	9 mm	6 mm	4,5 mm
3 m'de eğim	0,005 mm	0,0035 mm	0,003 mm	0,002 mm	0,0015 mm

Tablo 9.2'deki tolerans değerleri, demiryolunun dever rampa eğimlerinde olması gereken sınır değerleridir. Bu değerlerin aşılması durumunda yol tamiratı yapılarak burulma arızaları ortadan kaldırılır. Hiçbir zaman üç metrede 0,005'ten fazla eğimi olan burulmaya izin verilmez.

Burulma durumunun kontrolü için ekartman ve dever ölçüm aleti kullanılır. Ekartman ve dever ölçüm aleti 3 veya 6 m kaydırılarak her ölçüm noktası arasındaki dever farkı bulunur. Bulunan bu fark ölçüm boyuna (3 veya 6 m gibi) bölünerek burulma değeri elde edilir. Yapılan ölçümlerde elde edilen değerler tolerans dışında ise bu noktalardaki dever dengelenir ve tolerans değerine getirilir.

9.2. UYGULAMA: YOLDAKİ NİVELMAN ARIZALARI

Amaç: Yoldaki nivelman arızalarının tespitini yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve yoldaki nivelman arızalarının tespitini yaparak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Dever ve ekartman ölçme aleti, kazma, kürek, buraj kazması, balast yabası, manivela, kriko

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı grup çalışması şeklinde gerçekleştiriniz.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Uygulamaya başlamadan küçük malzemeleri sıkınız ve travers ekerlerini düzeltiniz.
6. Uygulamanızı aliymanda yapınız ve öncelikle yüksek ray dizisini tespit ediniz.
7. Kaldırılacak dizideki yüksek noktaları, ray üzerine eğilerek gözlemleyip tespit ediniz.
8. Tespit edilen ardışık iki yüksek nokta arasındaki rayı kaldırarak yüksek nokta kotuna getiriniz.
9. Daha sonra diğer diziyi, dever ve ekartman ölçme aleti ile düzeltilen diziye ayarlayınız.
10. Kaldırılan yol kesiminin burajını yapınız. Kaldırma işlemi için krikolardan yararlanabilirsiniz.
11. Rayın iki yanında 40-50 cm boyunda traversin yanlarını açınız.
12. Traversin altındaki balastları kazmanın sivri ucuyla gevşetiniz.
13. Gevşetilen kısmı tekrar balastla doldurarak kazmanın tokmaklı tarafı ile sıkıca çakınız.
14. Daha sonra dengeli bir şekilde rayın içine ve dışına rastlayan kısımları çakınız.
15. Traversin ortasındaki buraj yapılmayan 45-50 cm'lik kesimi çapalayarak balastla doldurunuz.
16. Balast profilini uygun hâle getiriniz.
17. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapılan çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"YOLDAKİ NİVELMAN ARIZALARI" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Kaldırılacak dizideki yüksek noktaları doğru tespit etti.					
3. Tespit edilen ardışık iki yüksek nokta arasındaki rayı kaldırarak yüksek nokta kotuna getirdi.					
4. İkinci diziyi de ilk dizinin kotuna ayarladı.					
5. Buraj işlemini doğru yaptı.					
6. Grupla iş birliği içerisinde çalıştı.					
7. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (…) Poz yönteminde, üstyapı malzemelerinin tamamının yenilenmesi gerçekleştirilir.
2. (…) Revizyon yönteminde, bütün yolun üstyapı malzemesi kontrol edilerek elden geçirilir.
3. (…) Yol arızalarının giderilmesinde işlem sırası çok önemlidir.
4. (…) Dever rampa eğimleri, kontrol dışında ve bilmeden verilen bir burulma çeşididir.
5. (…) Bir yolda kısa mesafelerle yer yer oluşan seviye farklarına aralıklı düşük denir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Arama yönteminde, bir hat kesimindeki sadece arızaya neden olan elemanlarda bakım ve …… gerçekleştirilmektedir.
7. Yoldaki düşey hataların tespiti …… isimli aletle yapılır.
8. Balastın elenmesinin amacı, travers kalıplarının arasındaki balastın sızdırma ve ..…… kabiliyetini yükseltmektir.
9. Yolun yatay eksen yönünden sağa veya sola kaçmasına …… arızası denir.
10. Yolun düşey eksen kotundan ayrılması şeklinde oluşan ve yolda düşüklük ya da şişlik şeklinde görülen arızalara …… arızası denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

11. **Travers altındaki balastın sıkıştırılması işlemine ne ad verilir?**

    A) Buraj B) Drenaj C) Dresaj D) Flambaj E) Reglaj

12. **İdeal bir buraj çalışması için bir traverste kaç kişi bulunmalıdır?**

    A) 5 B) 4 C) 3 D) 2 E) 1

13. **Seyir kısıtlaması kaç ton yük geçtikten sonra kaldırılır?**

    A) 60 B) 50 C) 40 D) 30 E) 20

14. **Sıcak havalarda rayların genleşmesi (uzaması) sonucu yollarda tren geçemeyecek şekilde meydana gelen keskin dirseklere (yol kaçmalarına) ne denir?**

    A) Buraj B) Dresaj C) Flambaj D) Reglaj E) Rölevaj

15. **Balast eleme çalışmaları sırasında meydana gelebilecek acil durumlarda yola kaç km/h arasında seyir kısıtlaması konulmalıdır?**

    A) 10-20 B) 10-50 C) 40-50 D) 20-30 E) 30-70



MAKİNE İLE YOL TAMİRATI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Yol tamiratı için makinelerin ön hazırlıklarını yapma
- Yolda makineli tamirat çalışmaları için hazırlık yapma
- Buraj makineleri için fleş ve dever hesaplamaları ile taksimatını yapma
- "S" ve sepet kurplardaki geçişlerde fleş taksimatı yapma
- Makineli tamirat için nivelman yapma
- Makineli tamirat öncesinde, sırasında ve sonrasında gereken işlemleri yapma

KONULAR

10.1. MAKİNELERİ HAZIRLAMA
10.2. YOLDA MAKİNELİ TAMİRAT ÇALIŞMALARI
10.3. BURAJ MAKİNELERİ İÇİN FLEŞ VE DEVER HESAPLAMALARI İLE TAKSİMATI
10.4. "S" VE SEPET KURPLARDAKİ GEÇİŞLERDE FLEŞ TAKSİMATI
10.5. MAKİNELİ TAMİRAT İÇİN NİVELMAN
10.6. MAKİNELİ TAMİRAT ÖNCESİNDE, SIRASINDA VE SONRASINDA YAPILACAK İŞLEMLER

ANAHTAR KAVRAMLAR

dever, fleş, makine, nivelman, taksimat, tamirat

10. MAKİNE İLE YOL TAMİRATI

Demiryolunda makine ile yol tamiratı, hız, verimlilik, kalite, güvenlik ve maliyet açısından büyük önem taşır. Makine kullanımı, el ile yapılan tamiratlara göre çok daha hızlı ve tutarlı sonuçlar elde edilmesini sağlar, böylece demiryolu hatlarının aksamadan işlemesi sağlanır. Ayrıca, daha az iş gücü ile yapılan bu tamiratlar maliyetleri düşürürken çalışanların güvenliğini de artırır. Özel makineler, tamiratların standartlara uygun ve yüksek kalitede yapılmasını sağlayarak hattın uzun süre sağlıklı kalmasına olanak tanır. Makine ile yol tamiratı, demiryolunun dayanıklılığını artırır ve bakım süreçlerini daha verimli hâle getirir.

10.1. MAKİNELERİ HAZIRLAMA

Demiryolu makineleri demiryolu üstyapısının kontrol, bakım ve tamiratında önemli bir yer tutmaktadır. Yol muayene makineleri ve ölçüm aletleri ile demiryolunun ölçümleri yapılarak ölçümler standartlara göre değerlendirilir. Yapılan değerlendirmeler sonrasında bakım ve onarım çalışmalarına ilişkin iş programları oluşturulur. Daha sonra yol bakım ve tamir makineleri kullanılarak planlanan bakım ve tamirat işleri gerçekleştirilir. Demiryolu kontrol, bakım ve tamiratında kullanılan bazı makineler aşağıda sıralanmıştır:

- Yol arızaları tespit makineleri
- İş otoları
- Yol yenileme makineleri
- Balast eleme makinesi
- Buraj makineleri
- Regülatör makinesi
- Stabilizatör makinesi
- Panel ve makas serme makinesi
- Ray kaynak makinesi
- Ray taşlama makinesi

10.1.1. Yol Arızaları Tespit Makineleri

Yol arıza tespit makineleri demiryolu hatlarının kontrolü için kullanılan makinelerdir. Bu makineler sayesinde, yolun işletimine engel olmadan hat parametrelerinin ölçümleri gerçekleştirilebilir ve arızalar tespit edilebilir. Türkiye'de; Piri Reis Ölçüm Treni, Yol ve Katener Muayene Makinesi (Roger 800), Yol Muayene Makinesi (MPV-7) vb. makinelerle yolda bulunan hataların tespiti yapılabilmektedir. Yol muayene makineleri, ölçtüğü değerleri sayısal ve grafik olarak bildirir. Grafik üzerinde belirli ölçeklere göre tespit edilen arızalar sayısal değer tablosunda doğrudan okunur. Makine çalışırken kilometre ve hektometreler, grafiklere ve tablolara işlenir. Böylece hatanın hangi noktada olduğu tespit edilir. Ölçme işlemi sonunda hatalar raporlanarak hattın bakım ve tamirinden sorumlu birimlere verilir. Bu makineler türüne göre çeşitli ölçüm sistemleri ile donatılmıştır. Makinelerin üzerinde bulunan sistemler ile aşağıda verilen parametrelerin ölçümleri yapılabilir:

- Hat geometrisi ölçümü
- Ray profili ölçümü
- Ray ondülasyon ölçümü
- Araç ivmelenme ölçümü
- Yol yüzeyi ölçüm sistemi
- Yol yüzeyi denetim sistemi
- Cebire kontrol sistemi
- Havai hat ölçümü ve denetimi
- Video denetimi
- GPS konumlama

Türkiye'de kullanılan yol arızası tespit makineleri ve ölçüm aletlerinden bazıları şunlardır:

► TCDD Yüksek Hızlı Ölçüm Treni (Piri Reis)

TCDD'nin, HT ve YHT hatlarında kullanılmakta olan yüksek hızlı ölçüm treninin adı Piri Reis'tir. 250 km/h hız ile ölçüm yapabilmektedir. YHT seti üzerine ölçüm cihazları monte edilerek oluşturulmuştur ve 6 vagonu bulunmaktadır. Çift yönlü çalışabilmektedir. Piri Reis treniyle hat geometrisi, ray aşınması, ray ondülasyonu, ivme, katener ölçümleri yapılabilmekte; yüzeysel kusurlar, bağlantı elemanları, traversler ve balast seviyesi kontrol edilebilmektedir.

► Roger 400 Tahribatsız Muayene Makinesi

Ray kusurlarının ölçüm ve kontrolleri için kullanılan ve maksimum 80 km/h hızla seyredebilen bir makinedir (Görsel 10.1). Ayrıca tren dizisine eklenerek de çekilebilir. Makinede iki sürüş kabini ve geniş bir orta alan bulunmaktadır. İhtiyaçlar doğrultusunda makine farklı ölçüm sistemleriyle donatılabilir. Tahribatsız muayene makinesinde; Head-Cheak ve Ultraonik Ölçüm Sistemi olmak üzere iki sistem bulunmaktadır. **Head-Cheak Ölçüm Sistemi** yüzeysel çatlakların tespitini yapar. Rayın çalışan yüzeyine lazer ışını göndererek ray yüzeyinde oluşan head-chek kusurlarının fotoğraflarını çeken bir sistemdir. **Ultrasonik Ölçüm Sistemi** ise raya gönderilen ses dalgalarıyla rayın içinde oluşmuş kusurların tespitini yapar.

► Roger 800 Yol ve Katener Muayene Makinesi

Yol ve katener ölçümleri için kullanılan, azami ölçüm hızı 120 km/h olan bir ölçme makinesidir. Her iki yönde seyredebilmekte ve ölçüm yapabilmektedir (Görsel 10.2). Bu makineyle yol geometrisi, ray profili, ivme, tünel gabarisi, katener hattı ölçümleri vb. kontroller yapılabilmektedir. Ayrıca bu makinede V-Cube adı verilen yol yüzeyi ölçme sistemi de bulunmaktadır.



Görsel 10.1: Roger 400 tahribatsız muayene makinesi



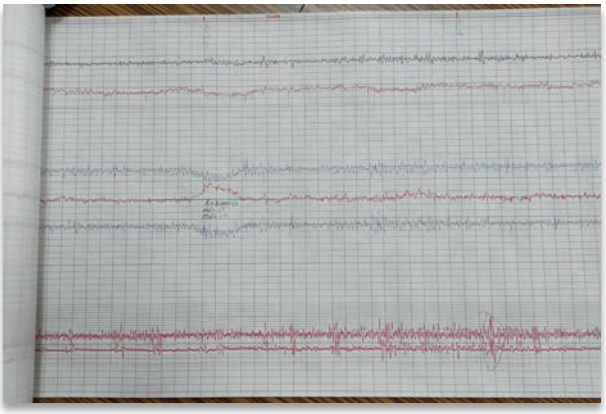
Görsel 10.2: Roger 800 yol ve katener ölçüm makinesi

► Yol Geometrisi Ölçme Makinesi (MPV-7)

MPV-7 tipi yol geometrisi ölçme makinesi, yolun durumuna göre hattın ölçümünü mekanik olarak 30 km/h hızda yapabilen bir makinedir (Görsel 10.3). Bu makine ile ekartman, sağ ve sol fleş, sağ ve sol nivelman, dever ve burulma ölçümleri yapılarak yolun durumu tespit edilebilir. Makine, yapılan geometrik ölçüm sonuçlarını grafiklere kaydeder. MPV-7 makinesine ait ölçüm sonuçlarını gösteren grafik görsel 10.4'te görülmektedir.



Görsel 10.3: Yol geometrisi ölçme makinesi (MPV-7)



Görsel 10.4: MPV-7 ölçüm sonuç grafiği

► Demiryolu Geometrisi Ölçüm Arabası (Krab)



Görsel 10.5: Krab

Yol geometrisi ölçümünü insan gücüyle yapabilmek amacıyla tasarlanan bir ölçüm aletidir (Görsel 10.5). Konvansiyonel ve hızlı tren hatlarında kullanılabilir. Ölçüm hızı 4 km/h'tir ancak makineye bağlanarak kullanılırsa en fazla 15 km/h hızla ölçüm yapabilir. Buraj makinelerinin ölçüm ve kontrol ünitesi olarak da kullanılabilen demiryolu geometrisi ölçüm aracı ile ekartman, fleş, nivelman, dever, burulma ve kurp yarıçapı ölçümleri yapılabilir.

10.1.2. İş Otoları

İş otoları demiryolu üzerinde hareket eden, 150-200 tona kadar yük çekebilen, kasasında malzeme ve kabininde insan taşıyabilen dizel motorlu demiryolu araçlarıdır (Görsel 10.6).

Hem demiryolunda hem kara yolunda hareket edebilen modelleri de vardır. Kasasına monte edilen vinç vasıtasıyla her çeşit malzemeyi kasasına veya vagona yükleyip boşaltabilmektedir. Bu araçlarla yol yenileme çalışmaları esnasında her türlü vagon, malzeme ve makine nakli gerçekleştirilebilmekte, yükleme boşaltma işleri yapılabilmekte, ayrıca araca eklenen vagonlarla personeller çalışma yerlerine götürülebilmektedir. İş otolarında bulunan vinç bölümüne, yapılacak işin türüne göre farklı ekipman takılarak iş otosu daha fonksiyonel hâle getirilebilmektedir. Bu araçlar; çekici iş otosu, poz otosu vb. olarak da adlandırılmaktadır.



Görsel 10.6: İş otosu

10.1.3. Yol Yenileme Makinesi

Yol yenileme makinesi, demiryollarındaki ray ve travers değiştirme işlerinde kullanılan makinelerdir. Saatte yaklaşık 250-300 metre yol yenilemesi yapabilmektedir. Bu makinelerin, yeni yol yapımı sırasında ray ve travers serme işlemi için kullanılan tipleri de vardır (Görsel 10.7).



Görsel 10.7: Yol yenileme makinesi

10.1.4. Balast Eleme Makinesi

Mevcut yolun altındaki kirlenmiş balastı alıp, makinenin üzerinde bulunan titreşimli eleklerle eleyerek standarda uygun balastı demiryolu hattına, standart dışı balast ve cürufu hat dışına atmak için geliştirilmiş makinelerdir (Görsel 10.8).

Balast eleme makinelerinin kapasitesi makinelerin türüne göre değişmektedir. Bu makineyle istenilen derinlikte balast elenip temizlenebilmektedir. Makinelerle elenen zemin sıkıştırılabilmekte, yerleştirilen balastın üst yüzeyi istenilen kotta düzeltilebilmektedir. Eleme yapıldığında mevcut balast miktarı azalacağı için eleme sonrasında yola balast takviye edilmesi gerekir. Bunun için yeterli miktarda balast önceden temin edilerek çalışma yapılan kesimde hazır bulundurulmalıdır. Balast eleme makinelerinin verimli çalışabilmesi için balast elemesinden önce bağlantı elemanları kontrol edilmeli, sıkılmalı, işlevini yerine getirmeyen traversler değiştirilmelidir. Makineli çalışma sırasında, elekte oluşabilecek arızalara karşı, yola verilen ve dışarıya atılan malzemeler sık sık kontrol edilmelidir.



Görsel 10.8: Balast eleme makinesi

10.1.5. Buraj Makineleri

Buraj makineleri, yoldaki mevcut balastı travers altlarına sıkıştırmak ve eksen arızalarını gidermek için kullanılan makinelerdir. Buraj çalışmasına başlanmadan önce hatta yeteri kadar balast olup olmadığı kontrol edilmeli, yeteri kadar balast yoksa hatta balast takviyesi yapılmalıdır. İhtiyaçlar doğrultusunda çeşitli tip ve kapasitede buraj makinesi imal edilmektedir. Türkiye'de kullanılan bazı buraj makinesi tipleri şu şekilde sıralanabilir:

08-16 G Orta Tip Buraj Makinesi

Makinenin buraj ünitesinde; yarısı sağda, yarısı solda olmak üzere toplam 16 adet buraj kazması bulunmaktadır. Makinenin kapasitesi 375 m/h'tir. Bu makine ile çalışmaya başlamadan önce fleş ve dever taksimatlarının personeller tarafından hesaplanıp traverslerin üzerlerine yazılması gerekmektedir.

08-16 Buraj Makinesi

Makinenin buraj ünitesinde; yarısı sağda, yarısı solda olmak üzere toplam 16 adet buraj kazması bulunmaktadır. Bu makinede otomatik fleş ayarlayıcısı (RVA) ve otomatik dever ayarlayıcısı (ÜVA) bulunduğu için pratik ve hızlı çalışan bir makinedir. Kapasitesi 550 m/h'tir (Görsel 10.9).



Görsel 10.9: 08-16 buraj makinesi

08-32 Buraj Makinesi

Makinenin buraj ünitesinde; yarısı sağda, yarısı solda olmak üzere toplam 32 adet buraj kazması bulunmaktadır. Kapasitesi 800 m/h'tir. Makinede GVA adı verilen geometrik ayar otomatiği bulunmaktadır. Çalışma yapılacak kesime ait veriler önceden cihazın hafızasına yüklenir ve cihaz kapatılsa dahi bu veriler uzun süre saklanabilir. Bu makine ile aynı anda iki traversin burajı yapılabilmektedir. Makinede 2 adet operatör kabini bulunmaktadır.

08-275 SP Makas Buraj Makinesi

Makinenin buraj ünitesinde; yarısı sağda, yarısı solda olmak üzere toplam 8 adet hareketli buraj kazması bulunmaktadır. Kazmaların her biri ayrı ayrı kumanda edilebilmektedir. Hem normal hatta hem de makaslarda buraj yapabilen bir makinedir. Kapasitesi, normal yolda 275 m/h ve makaslarda 30 dakikada bir makastır. Makinede 3 adet operatör kabini bulunmaktadır.

08-475 S Makas Buraj Makinesi

Makinenin buraj ünitesinde; yarısı sağda, yarısı solda olmak üzere toplam 16 adet buraj kazması bulunmaktadır. Kapasitesi 500 m/h'tir. Hızlı tren hatları ve konvansiyonel hatlar için son derece verimli ve yüksek kapasiteli bir makinedir.

09-32 Buraj Makinesi

Makinenin buraj ünitesinde; yarısı sağda, yarısı solda olmak üzere toplam 32 adet buraj kazması bulunmaktadır. 1000 m/h ve 1300 m/h kapasiteye sahip farklı çeşitleri bulunmaktadır. Bu makine ile aynı anda iki traversin burajı yapılabilmektedir. Hem konvansiyonel hatlarda hem de hızlı tren hatlarında kullanıma uygundur (Görsel 10.10).



Görsel 10.10: 09-32 buraj makinesi

09-3X Buraj Makinesi

Makinenin buraj ünitesinde; yarısı sağda, yarısı solda olmak üzere toplam 48 adet buraj kazması bulunmaktadır. Kapasitesi 2 000 m/h'tir. Hızlı tren hatları ve konvansiyonel hatlar için son derece verimli ve yüksek kapasiteli makinelerdir. Bu makine ile aynı anda üç traversin burajı yapılabilmektedir. (Görsel 10.11). Bu makinelerde buraj kazmalarının bağlı olduğu agrega ünitesi hareketli olduğu için makine durmadan buraj yapılabilmektedir.



Görsel 10.11: 9-3X buraj makinesi

BİLGİ NOTU

09 serisi makineler Win-ALC isimli bir sisteme sahiptir ve tamamen otomatik olarak çalışır. Hatta ait veriler makinenin bilgisayarına girilir ve makinenin bilgisayarı girilen değerleri ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırarak analiz yapar. Bu analiz sonucunda yolun ihtiyacı olan tamirat çalışmalarını makine belirler.

Unimat MF Kombine Buraj Makinesi

Makinenin buraj ünitesinde; yarısı sağda, yarısı solda olmak üzere toplam 16 adet buraj kazması bulunmaktadır. Kapasitesi 550 m/h'tir. Bu makinede buraj ünitesinin yanı sıra regülatör ünitesi de mevcuttur. Gerektiğinde makas buraj makinesi olarak da kullanılabilmektedir (Görsel 10.12).





Görsel 10.12: Unimat MF kombine buraj makinesi

10.1.6. Balast Regülatörü

Hattaki balastı, balast profiline uygun olarak düzenleyen makinelerdir (Görsel 10.14). Bu makineler, hattın bir tarafında fazla olan balastı diğer tarafa aktarabilir. Bunkerli tipteki makineler ise hattın bir kesiminde bulunan fazla balastı bunkerine alır ve daha sonra hattın başka bir kesimine serebilir. Balast regülatörleri buraj makinesinden önce ve sonra çalıştırılır. Ayrıca hatta yeni dökülen balastın tanzimini yapabilir. Çok fonksiyonlu olan makineler belirlenen ihtiyaca göre çalıştırılabilir. Kapasitesi 1,5-2 km/h arasında değişmektedir. Makinede sağ ve sol tarafta olmak üzere 2 kanat bıçağı, yol ortasını düzenleyen ve ray üzerindeki balastı tanzim eden orta bıçağı ve bunların kısa yan kanatları vardır. Makine üzerinde bulunan kauçuk süpürgeler aracılığıyla travers üzerindeki fazla balast süpürülerek travers araları doldurulur ve bağlantı malzemelerinin üzeri açılır.





Görsel 10.13: Balast regülatörü

10.1.7. Balast Tokmaklama Makinesi ve Dinamik Hat Stabilizatörü

Dinamik hat stabilizatörlerinin ilk versiyonu balast tokmaklama makineleridir. Çalışma prensipleri farklılık gösterse dahi ikisinin amacı da balastı sıkıştırarak stabiliteyi artırmak, yolun bozulmasını engellemek ve uzun ömürlü olmasını sağlamaktır (Görsel 10.14). Dinamik hat stabilizatörleri, yolun stabilitesini sağlayan makinelerdir. Bu makinenin amacı, yoldan geçmekte olan trafiğin simülasyonunu yapmak ve böylece balast içerisindeki boşlukları azaltarak balast yatağının stabilitesini sağlamaktır. Makinenin ortasına yerleştirilmiş olan titreşimli üniteler, tekerlekler yardımıyla rayları kavrayarak hatta düşey yük ve yatay titreşimler uygular. Stabilizatör makinesinin hatta çalıştırılmasının ardında hat 22 000 ton yük geçmiş kadar stabilite kazanır. Bu durum, yolun kaçmasının ve bozulmasının önüne geçer. Doğrudan doğruya raya yüksek frekanslı titreşim uygulayarak rayla beraber tüm yolun titreşime maruz kalmasını sağlar. Bu titreşim esnasında balast aralarındaki boşluklar en alt seviyeye iner ve yolun stabilizesi sağlanmış olur.



Görsel 10.14: Dinamik hat stabilizatörü

10.1.8. Panel ve Makas Serme Makinesi

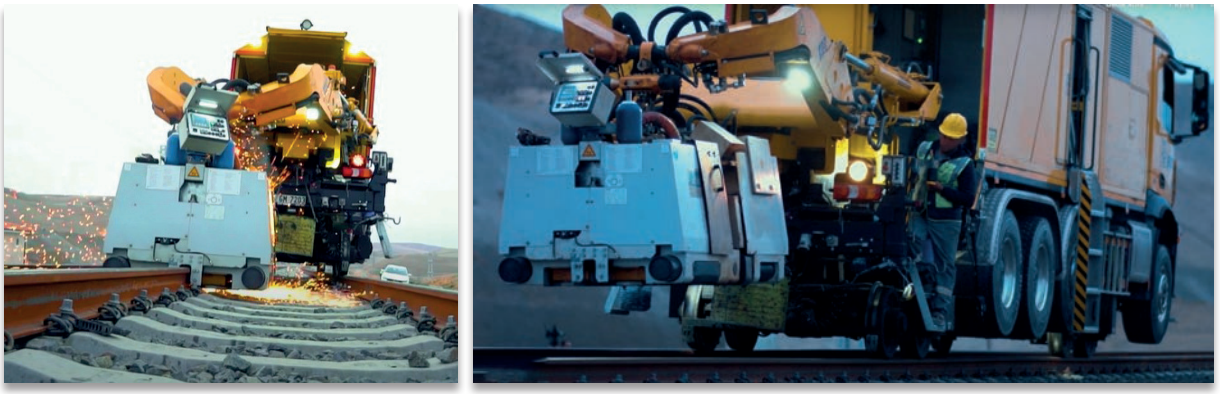
Yerine monte edilmek üzere bir ray boyunda hazırlanan; ray, travers ve bağlantı elemanlarından oluşan yol çerçevesine **panel** denir. Panel ve makas serme makinesi, panel (çerçeve) yolların ve monteli şekilde yerine yerleştirilecek olan makasların yola serilmesinde kullanılmaktadır (Görsel 10.15).



Görsel 10.15: Panel ve makas serme makinesi

10.1.9. Ray Kaynak Makinesi

Hatta döşenmiş veya hat kenarında serilmiş durumda bulunan rayların elektrikli direnç kaynağı metodu ile kaynatılarak uzun kaynaklı hâle getirilmesi amacıyla geliştirilmiş makinelerdir (Görsel 10.16).



Görsel 10.16: Ray kaynak makinesi

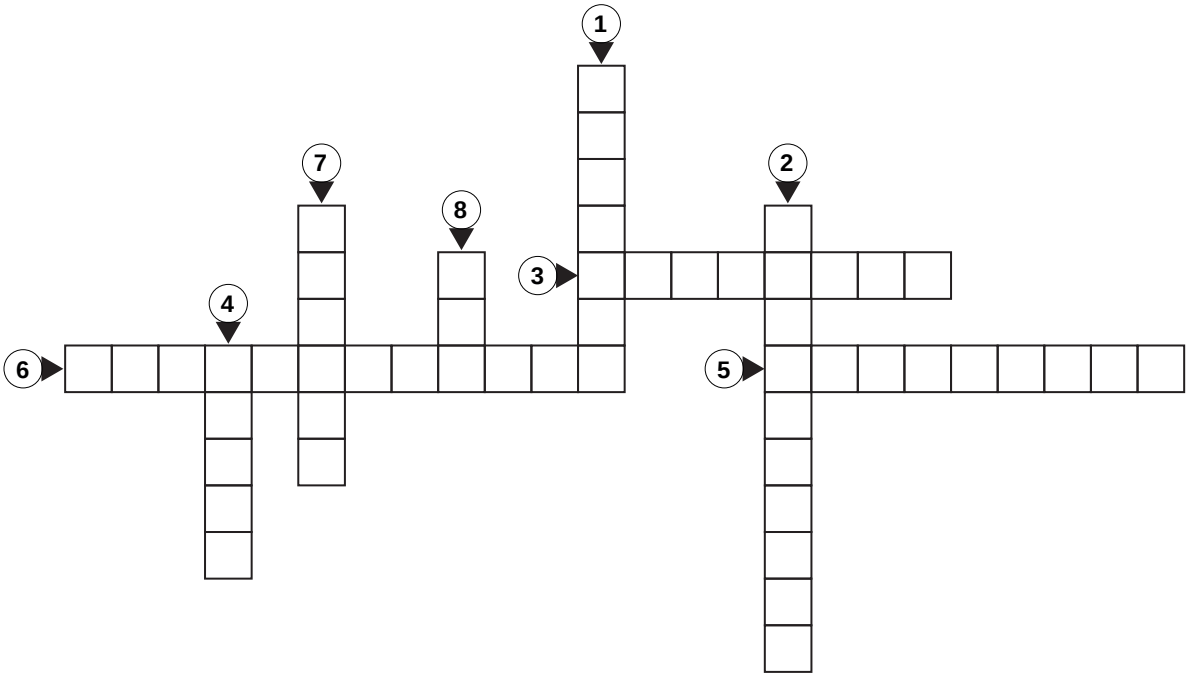
10.1.10. Ray Taşlama Makinesi

Profili bozulan ve yuvarlanma yüzeyinde arızalar meydana gelen rayların, hat üzerinde ıslah edilebilmesi için geliştirilmiş makinelerdir.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki bulmacayı çözünüz.

1. Havai hat ölçümü ve denetimi, yol ve ……..... muayene makinesi ile yapılabilir.
2. Raya gönderilen ses dalgalarıyla rayın içinde oluşmuş kusurların tespiti, ……..... ölçüm sistemi ile yapılır.
3. Krab ile ekartman, fleş,……....., dever, burulma ve kurp yarıçapı ölçümleri yapılabilir.
4. Yoldaki mevcut balastı travers altlarına sıkıştırmak için kullanılan makineye ……..... makinesi denir.
5. Hattaki balastı, balast profiline uygun olarak düzenleyen makinelere ……..... makinesi denir.
6. Balastı sıkıştırarak stabiliteyi artırmak amacıyla kullanılan makinelere ……..... makinesi denir.
7. MF kombine buraj makinesinde toplam ……..... adet buraj kazması bulunur.
8. 08-32 buraj makinesinde ……..... adı verilen geometrik ayar otomatiği bulunmaktadır.



10.2. YOLDA MAKİNELİ TAMİRAT ÇALIŞMALARI

Demiryolunda makineli tamirat çalışmaları belirli bir düzen içinde yapılır. Bu çalışmalar, pozda ve ekip hâlinde çalışırken küçük farklılıklar gösterir.

Yol tamirat makinelerinin çalıştırma sırası şu şekildedir:

Poz çalışmasında

1. Kaynak makinesi
2. Yol yenileme makinesi
3. Balast eleme makinesi
4. Regülatör (Burajdan sonra da çalıştırılır.)
5. Buraj makinesi
6. Stabilizatör (tokmaklama makinesi)

Ekip hâlinde çalışılırken

1. Kaynak (makine, termit, dolgu)
2. Tirfonöz
3. Eleme
4. Buraj
5. Regülatör (Buraj önünde de çalışacak.)
6. Tokmaklama

10.2.1. Makineli Tamiratın Faydaları

Makineli tamirat sayesinde, demiryolu hatlarının güvenliği ve verimliliği artırılır; operasyonel maliyetler azalır; bakım süreçleri hızlanır ve tren güvenliği daha iyi sağlanır. Makineli tamiratın öne çıkan faydaları şu şekilde sıralanabilir:

- ► Makinelerle daha yüksek hassasiyetli tamirat yapılabilir.
- ► Makineler, işleri çok daha hızlı bir şekilde gerçekleştirebileceği için zamandan tasarruf sağlanır.
- ► Yapılan tamiratlar daha dayanıklı ve uzun ömürlüdür.
- ► Daha az iş gücüne ihtiyaç duyulduğu için maliyetler azalır.

10.2.2. Makineli Tamirat Öncesinde Makinelerde Yapılacak İşler

Yol çalışmasına başlamadan önce tüm makinelerin günlük bakımlarının yapılmış olması gerekir. Günlük bakım, iş öncesi ve sonrası olarak değerlendirilir.

Günlük bakımda düzenli olarak yapılması gereken kontroller şu şekildedir:

- ► Akaryakıt kontrolü yapılır. Yakıtın depoda dinlenmesi ve yakıt içinde bulunabilecek su, tortu ve diğer yabancı maddelerin dibe çökmesi için akaryakıt ikmali bir gün önceki iş dönüşünde yapılmalıdır. Sabah işe çıkmadan önce deponun altında bulunan tahliye vanası açılarak deponun dibine çöken su ve yabancı maddeler tahliye edilmelidir.
- ► Motor, şanzıman, diferansiyel ve hidrolik yağ seviyesi kontrolleri yapılır.
- ► Motor, su soğutmalı ise su seviyesi kontrol edilir.
- ► V kayışlarının kontrolü yapılır.
- ► Mekanik bağlantıların kontrolü yapılır. Kırılan, çatlayan ve gevşeyen yerlerin tespiti yapılarak gerekli önlemler alınır.
- ► Gerekli yerlerin yağlanması ile gresörlüklere yağ basma işlemi yapılır.
- ► Hava tüplerinin tahliye vanaları açılarak tüp içinde biriken suyun tahliyesi sağlanır, tüplerde hava kaçağı olup olmadığı kontrol edilir.
- ► Makinelerde genel arıza ve aksaklıklar kontrol edilir.

Bu kontroller dışında ayrıca makinelerin kataloglarında belirtilen çalışma saatlerine uyulması ve mevsim değişimlerinde yapılması gereken tüm kontrol ve yağ değişimleri de gereken zamanlarda yapılmalıdır. Söz konusu kontrol ve işlemler makine operatörü tarafından gerçekleştirilir.

10.2.3. Makineli Tamirat Öncesinde Yolda Yapılacak İşler

Yol çalışmasına başlamadan önce çalışılacak demiryolu hattında genel olarak aşağıdaki işlemlerin yapılması gerekir:

- Yol tamiratına esas çalışma sıcaklığı aralığı belirlenmelidir. Raydaki sıcaklık, optimum sıcaklığın -21 ºC altındayken ve +15 ºC üstündeyken makineli tamirat yapılmamalıdır. Ayrıca TCDD hatları için alt sınır 0 ºC'tır. Contalı yollarda ve UKR'li (L<180 m) yollarda, üst sınıra +5 ºC eklenir.
- Kırık ve çürük traversler değiştirilmelidir.
- Ekerli ve dönük traversler düzeltilmelidir.
- Eksik bağlantı malzemeleri tamamlanmalıdır.
- Bağlantı malzemeleri kontrol edilmeli ve tork değerine uygun olarak sıkılmalıdır.
- Gevşek durumdaki tirfonlar için ahşap traversler sabote edilmelidir.
- Beton traverslerdeki bozuk olan dalgalı takoz veya plastik dübel değiştirilmelidir.
- Contalarda baş kısımları ezik raylara dolgu kaynağı yapılmalıdır. Seyyar ray kaynak makinesinin çalışması durumunda ezik ve delik kısımlar kesilerek kaynak yapılmalıdır.
- Eğilmiş cebireler varsa değiştirilmeli veya düzeltilerek kullanılmalıdır.
- Yolda tamiratı engelleyecek durumdaki ATS cihazı, dingil sayıcı vb. sökülmelidir.
- Balast eksikliği varsa tamamlanmalıdır.
- Yolda fazla balast olması durumunda traverslerin üzeri açılmalı, rayların kenarındaki balastlar makinelerin kaldırma rulolarına engel olmayacak şekilde düzenlenmelidir.
- Hemzemin geçit kaplamaları varsa sökülmeli, topraklı ve nitelikleri uygun olmayan balast elenmelidir.
- Yatay ve düşey kurpların başlangıç ve bitiş noktaları hat profilinden tespit edilerek yola işaretlenmelidir.
- Eleme yapılacaksa eleme başlangıç noktasındaki iki traversin arasına 4,3 metre genişliğinde, 1 metre uzunluğunda ve travers tabanından itibaren en az 30 cm derinliğinde çukur açılmalıdır.

10.2.4. Buraj Makinesi ile Makineli Yol Tamiratı Yapım Esasları

Buraj makinesi ile yol tamiratı yapım esasları şu şekilde sıralanır:

- EMSAT (elektronik ölçü vagonu ve uydu haberleşme vagonu) ve GPS teknolojisiyle tamirat yapılması.
- Sabit nokta sistemine (yoldaki aplikasyon kazıklarına) göre tamirat yapılması.
- Yüksek noktalara uyularak tamirat yapılması.
- Hiçbir noktaya uyulmaksızın ortalama bir değer verilerek tamirat yapılması.

Poz arkasında yolun çok bozuk olması durumunda, çok fazla kaldırılması gereken yolların 1. kademe burajında veya nivelman arızası olmayan yolların kaldırılarak burajlanması sırasında, hiçbir noktaya uyulmaksızın ortalama bir değer verilerek tamirat yapılabilir. Ancak bu yöntem normal tamiratlarlarda kullanılabilecek bir yöntem değildir.

Aplikasyon kazıklarına göre tamirat yapılacaksa ripraj miktarı ve yönleri, yaklaşık 10 metrede bir travers veya raylar üzerine işaretleriyle birlikte yazılmalıdır.

EMSAT ve GPS teknolojisi hızlı tren hatlarının tamiratında kullanılmaktadır. Konvansiyonel hatlarda ise en uygun yöntem, yüksek noktalara uyularak yapılan tamirattır.

Buraj makineleri genelde 3 nokta sistemi esasına dayanarak çalışmaktadır, çok bozuk olan yollarda 4 nokta sistemi ile çalışması daha uygundur.

10.2.5. Çalışma Esnasında Buraj Makinelerine ve Yola Yazdırılacak Kurp Bilgileri

Buraj makinesinin tipine göre yapılacak işlemler farklılık göstermektedir. 08-32 büyük buraj makinesinin ön kabininde bilgisayarlı bir ekran ve klavye bulunmaktadır. Makine çalışmaya başlamadan önce, sorumlu yol personeli yola ait değerleri makinenin operatörüne bildirmeli ve bu değerler operatör tarafından makineye yazılmalıdır.

Makineye yazılacak değerler şunlardır:

- Çalışılacak kesimin başlangıç kilometresi
- Çalışılacak güzergâhta bulunan aliymanların başlangıç ve bitiş kilometreleri
- Kilometre artışına göre kurpların sağ veya sol merkezli olduğu
- Kurpların başlangıç kilometresi
- Parabolün başlangıç ve bitiş kilometreleri (parabol boyu uzunlukları)
- Kurbun yarıçapı
- Kurbun maksimum dever miktarı

Bu değerler yazıldıktan sonra ekranda ön izleme yapılıp verilen bilgilerin doğruluğu kontrol edilmelidir. Ayrıca yola çıkıldığında kurbun PO ve PF noktalarının yanındaki traversler, üzerine isimleri yazılarak işaretlenmelidir. Çalışma esnasında ön kabinde görevli operatör tarafından ekranda görülen değerlerin yolda işaretlenen noktalar ile çakışıp çakışmadığı kontrol edilir. Herhangi bir hata var ise yoldaki işaret esas alınıp makinenin bilgisayarındaki değerlerde düzeltme yapılır.

08-16 büyük buraj makinesinde, çalışma mahallinde gelinen her kurbun aşağıda belirtilen bilgileri makineye ve kurp üzerindeki yerlerine (travers üzerlerine) yazılmalıdır.

- Kurbun yarıçapı
- Kurbun maksimum deveri
- Kurba girişte giriş parabol boyu (L1), çıkışta ise çıkış parabol boyu (L2)
- Kurbun PO-PF noktaları (Yola işaretlenecek.)

08-16 G orta buraj makinesinde çalışma mahallinde gelinen her kurbun parabollerinde 08-16 büyük burajdaki bilgiler verilmelidir. Ayrıca bu makinelerin RVA ve ÜVA'ları olmadığından, dever ve fleş taksimatı yapılıp taksimat bilgileri yola yazılmalıdır. Fleş taksimatı kurbun dış rayına, nivelman iç rayına, dever taksimatı travers üzerine yazılır.

10.2.6. Çalışma Esnasında Makineye Verilecek Kurp Bilgileri Hata Toleransları

4 nokta sistemine göre yapılan çalışmalarda makineye verilecek kurp bilgileri hata toleransları şu şekildedir:

- PO, TO, PF noktalarının kilometre değerleri: ± 0,5 m
- Parabol uzunlukları: ± 2 m
- Kurp yarıçapları: ± 5 m

3 nokta sistemine göre yapılan çalışmalarda makineye verilecek kurp bilgileri hata toleransları şu şekildedir:

- PO, TO, PF noktalarının kilometre değerleri: ± 0,5 m
- Parabol uzunlukları: ± 1 m
- Kurp yarıçapları: ± 5 m

Bu toleranslar dâhilindeki hatalar, makine bilgisayarları tarafından düzeltilebilmekte, bunun dışındaki hatalar ise yola yansımakta ve istenmeyen noktalarda yolun bozulmasına sebep olmaktadır.

10.1. UYGULAMA: YOLDA MAKİNELİ TAMİRAT ÇALIŞMALARI

Amaç: Yolda makineli tamirat çalışmaları için hazırlık yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek yolda makineli tamirat çalışmaları için hazırlık yapınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Bulon anahtarı, tirfon anahtarı veya bulonöz, tirfonöz, kazma, kürek, manivela, çelik metre, tebeşir

Uygulama Adımları

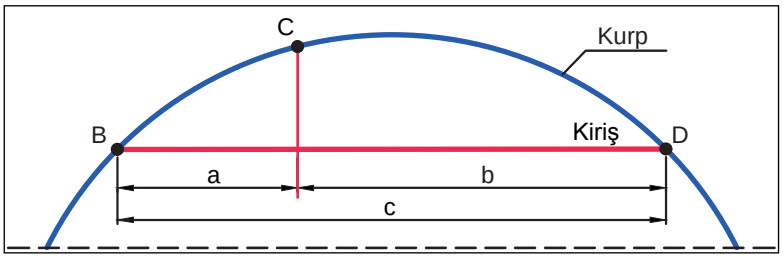
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Kusurlu ray ve traversleri tespit ediniz.
6. Ekerli ve dönük traversleri düzeltiniz.
7. Rayı traverse bağlayan bağlantı malzemelerini kontrol ediniz. Kusurlu bağlantı malzemelerini değiştiriniz.
8. Bağlantı malzemelerini tork değerine uygun olarak sıkınız.
9. Contaların kontrolünü yapınız ve bağlantı malzemelerini sıkınız.
10. Balast eksikliği olan yerleri tespit ediniz.
11. Yolda tamiratı engelleyecek durumdaki ATS cihazı, dingil sayıcı vb.lerini tespit ediniz.
12. Hat kenarındaki drenaj kanallarını temizleyiniz.
13. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"YOLDA MAKİNELİ TAMİRAT ÇALIŞMALARI" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Kusurlu ray ve traversleri tespit etti.					
3. Ekerli ve dönük traversleri düzeltti.					
4. Kusurlu bağlantı malzemelerini değiştirdi.					
5. Bağlantı malzemelerini tork değerine uygun olarak sıktı.					
6. Contaları kontrol etti.					
7. Conta bağlantılarını tork değerine uygun olarak sıktı.					
8. Balast eksikliği olan noktaları tespit etti.					
9. Yol üzerinde tamiratı engelleyecek malzemeleri tespit etti.					
10. Hat kenarındaki drenaj kanallarını temizledi.					
11. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

10.3. BURAJ MAKİNELERİ İÇİN FLEŞ VE DEVER HESAPLAMALARI İLE TAKSİMATI

Buraj makinelerinin özellikleri; kurplarda verilecek fleş değerini, dever hesaplamalarını ve taksimatını belirlerken önemlidir. Bu makinelerde; GVA (otomatik fleş monitörü), RVA (otomatik fleş monitörü) ve ÜVA (otomatik dever monitörü) sistemi bulunması hâlinde, fleş ve dever hesaplamaları ile taksimatı yapmak kolaydır. Ancak bu özelliklere sahip olmayan ya da arızalı olan makinelerde işlemler manuel yapılır. Makineli tamirat öncesi fleş ve dever hesaplamaları için şu değerleri bilmek gerekir (Şekil 10.1, Tablo 10.1):



A = Arka gerdirme arabası (4 nokta sisteminde kullanılır.)

B = Ölçüm arabası

C = Dresaj arabası

D = Ön gerdirme arabası

a, b, c = Kiriş uzunlukları

Şekil 10.1: Buraj makinelerinde 3 nokta dresaj sistemi

Tablo 10.1: TCDD'de Kullanılan Çeşitli Buraj Makinelerindeki Kiriş Uzunlukları

Buraj Makinesinin Cinsi	"a" mesafesi	"b" mesafesi	"c" mesafesi
08-32 (Büyük buraj)	5,185 m	10,600 m	15,785 m
08-16 (Büyük buraj)	5,185 m	10,600 m	15,785 m
08-16 G (Orta buraj)	4,000 m	9,000 m	13,000 m
08-275 SP (Makas buraj)	3,700 m	8,950 m	12,650 m

10.3.1. Buraj Makineleri İçin Kurplarda Fleş Hesabı ve Taksimatı

08-16 G orta boy buraj makinesinde ve 08-275 SP makas buraj makinesinde RVA-ÜVA sistemi bulunmamaktadır. Bu nedenle kurbun dever ve fleş taksimatı, sorumlu yol personeli tarafından manuel olarak ray veya travers üzerine yazılır. Aynı şekilde 08-16 buraj makinesinde RVA-ÜVA ve 08-32 büyük buraj makinesinde mevcut olan GVA-ÜVA sistemleri arızalandığında da bu işlem yapılır.

Buraj makinelerinde fleş hesabı aşağıdaki formül kullanılarak yapılabilir:

$$F = \frac{a \times b}{2 \times R}$$

a ve b: Buraj makinesinin cinsine göre kiriş uzunlukları.

Ayrıca bu formülde sadeleştirme yapılarak formül;

$F = \frac{(a \times b)/2}{R}$ şeklinde kullanılmış ve buraj makinesinin cinsine göre aşağıdaki formüller oluşturulmuştur.

- 08-16 ve 08-32 büyük buraj makineleri için $F = \frac{27\,480 \text{ mm}}{R}$
- 08-16 G orta buraj makinesi için $F = \frac{18\,000 \text{ mm}}{R}$
- 08-275 SP makas buraj makinesi için $F = \frac{16\,557 \text{ mm}}{R}$

Örnek:

Yarıçapı 300 m olan bir kurpta, 08-16 ve 08-32 büyük buraj, 08-16 G orta buraj, 08-275 SP makas buraj makineleri için tam fleş hesabı yapınız.

Çözüm:

- 08-16 ve 08-32 büyük buraj makineleri için;

$$F = \frac{a \times b}{2 \times R} = \frac{5{,}185 \times 0{,}600}{2 \times 300} = \frac{54{,}960}{600} = 91{,}6 \text{ mm} \approx 92 \text{ mm} \quad \text{veya}$$

$$F = \frac{27\,480 \text{ mm}}{R} = \frac{27\,480}{300} = 91{,}6 \text{ mm} \approx 92 \text{ mm}$$

- 08-16 G orta buraj makinesi için;

$$F = \frac{a \times b}{2 \times R} = \frac{4 \times 9}{2 \times 300} = \frac{36}{600} = 60 \text{ mm} \quad \text{veya} \quad F = \frac{18\,000 \text{ mm}}{R} = \frac{18\,000}{300} = 60 \text{ mm}$$

- 08-275 SP makas buraj makinesi için;

$$F = \frac{a \times b}{2 \times R} = \frac{3{,}7 \times 8{,}95}{2 \times 300} = \frac{33{,}115}{600} = 55{,}1 \text{ mm} \approx 55 \text{ mm} \quad \text{veya}$$

$$F = \frac{16\,557 \text{ mm}}{R} = \frac{16\,557}{300} = 55{,}1 \text{ mm} \approx 55 \text{ mm}$$

SIRA SİZDE

Yarıçapı 500 m olan bir kurpta, 08-16 büyük buraj makinesi için uygulanması gereken tam fleş miktarını hesaplayınız.

Bulunan fleşin kurb parabolüne taksimatı yapılırken "3 nokta sistemi ile çalışmaya ait katsayı ve çizelge tablosu" düzenlenir. Giriş ve çıkış parabol boyları eşit olan kurp ile parabol boyları farklı olan kurp için ayrı ayrı tablo düzenlenir. Bu tablolar her makine için farklıdır. Düzenlenen bu tablodaki fleş değerleri, yağlı tebeşirle kurbun dış ray mantarı üzerine makineden okunacak şekilde taksim edilir.

BİLGİ NOTU

Fleş tabloları, buraj makinesi operatör kabininde hazır olarak bulunmaktadır. Demiryolu çalışmalarında işleyen makine tipine göre (08-16, 08-32 gibi) makinelerin ip boylarına uygun şekilde hazırlanmış fleş tabloları operatör tarafından taksimat yapılırken kontrol edilmektedir.

10.3.2. ÜVA'sız Buraj Makineleri (08-16 G, 08-275 SP) İçin Dever Taksimatı

ÜVA'sız (otomatik dever monitörü olmayan), 08-16 G ve 08-275 SP makas buraj makinelerinde manuel olarak dever taksimatı yapmak gerekir. Dever taksimat yazıları yağlı veya beyaz tebeşirle traversler üzerine makineden okunacak şekilde yazılmalıdır. Dever taksimatı yapılırken parabol boyuna bakılır, parabol boyu ne kadar ise o uzunlukta taksimat yapılır. Ayrıca giriş parabolünde PF'den kurp içine doğru, çıkış parabolünde ise PO'dan aliymana doğru makinenin "b mesafesi" kadar, dever rampa eğiminin devamını sağlayan teorik dever uzatması yapılır. Dever taksimatı yapmak için parabol boyundaki travers adedini bulmak gerekir. Paraboldeki travers adedi, parabol boyunun standart travers aralığı olan 0,63 m'ye bölünmesiyle bulunur.

Örnek:

Normal dever miktarı 100 mm, çıkış parabolünün boyu 95 m olan bir kurpta dever taksimatını yapınız.

Parabol boyu travers ara mesafesine bölündüğünde

95/0,63 = 150,7 ≈ 151 adet (paraboldeki travers miktarı) bulunur.

Dever, travers sayısına bölündüğünde

F = 100/151 = 0,66 mm (Yaklaşık olarak 3 traverse 2 mm dever düşmektedir.)

Buna göre PF'den itibaren düşerek dever taksimatını yapınız.

PF = 151 traverste = 100 mm dever
PF = 148 traverste = 98 mm dever
PF = 145 traverste = 96 mm dever
PF = 142 traverste = 94 mm dever
" " " "
" " " "

PO = 0 traverste = 0 mm dever verilerek taksimat yapılmış olur.

08-16 G (orta buraj) makineleri için kurplarda teorik dever uzatması şu şekilde yapılır:

- Bu makinelerin ön arabasından da dever taksimatı yapılır.
- Giriş parabolünde PO'dan itibaren makinenin b mesafesi kadar yani 9 metre, ön arabadan dever taksimatı verilmez.
- C arabası PO'ya geldiğinde D arabasında görülen dever taksimatı ne ise derhâl verilir ve D arabasından taksimata göre dever verilmeye devam edilir.
- PF'ye gelindiğinde yine 9 metre aynı taksimatla D arabasında dever verilmeye devam edilir (Başka bir ifadeyle dever 130 ise taksimat daha fazlaya çıkacaktır.).
- C arabası PF'ye geldiğinde D arabasında fazla verilen dever hemen normal kurp deverine düşürülür.
- Çıkış parabolünde D arabasında b mesafesi kadar dever taksimatı yapılmaz yani kurp deveri ile devam edilir.
- C arabası çıkış PF'sine geldiğinde D arabası yoldaki taksim edilen dever ne ise o devere düşer ve taksimata göre devam eder.
- D arabası PO'ya geldiğinde ÜVA şalterini aşağıya (eksi devere) çevirerek PO'dan sonra verilen b mesafesi kadar eksi dever taksimatını verir.
- C arabası çıkış PO'suna geldiğinde D arabasındaki eksi dever değeri derhâl sıfırlanır.
- Makine kurba çıktığından dever şalteri yukarıya yani normale çevrilir.

10.2. UYGULAMA: BURAJ MAKİNELERİ İÇİN FLEŞ VE DEVER HESAPLAMALARI İLE TAKSİMATI

Amaç: Buraj makineleri için fleş ve dever hesaplamaları ile taksimatını yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek buraj makineleri için fleş ve dever hesaplamaları ile taksimatını yapınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, hesap makinesi, tebeşir, uygulama formu

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Uygulamayı grup çalışması şeklinde gerçekleştiriniz.
6. Çalışma yapacağınız kurbun; normal dever miktarı, yarıçapı, parabol boyu ve TO-TF km bilgilerini öğretmeninizden alınız (Uygulamayı giriş parabolü ve/veya çıkış parabolünde yapabilirsiniz.).
7. Bu kurpta, 08-16 orta buraj makinesi için uygulanması gereken tam fleş miktarını hesaplayınız.
8. Öğretmeninizden aldığınız bilgileri ve hesapladığınız fleş değerini Tablo 10.2'de yer alan kurp bilgileri kısmına yazınız.
9. Tablo 10.2'yi kullanarak 5 metrede bir olacak şekilde fleş taksimatlarını yapınız.
10. Tablo 10.2'yi kullanarak 5 metrede bir olacak şekilde dever taksimatlarını yapınız.
11. Kurp parabollerinde PO ve PF noktalarını tespit ederek tebeşirle raya işaretleyiniz.
12. PO'dan başlayarak 5 metrede bir yolu ölçerek işaretleyiniz.
13. Tablodaki fleş değerlerini, kurbun dış ray mantarı üzerine makineden okunacak şekilde yazınız.
14. Düzenlenen tablodaki dever değerlerini, traversler üzerine makineden okunacak şekilde yazınız.
15. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Tablo 10.2: Fleş ve Dever Taksimat Tablosu

Kurp bilgileri		**08-16 orta buraj makinesi için tam fleş hesabı**	
TO:	TF:		
D:	PO:		
L:	PF:		
R:	Kiriş uzunlukları:		
FLEŞ TAKSİMATI		**DEVER TAKSİMATI**	
Nokta numarası	Hesaplanan fleş	Nokta numarası	Hesaplanan dever
PO=		PO=	

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

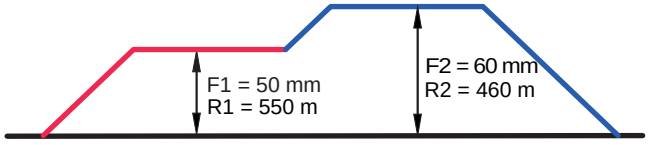
"BURAJ MAKİNELERİ İÇİN FLEŞ VE DEVER HESAPLAMALARI İLE TAKSİMAT " UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Kurpta, 08-16 orta buraj makinesi için uygulanması gereken tam fleş miktarını hesapladı.					
3. Fleş taksimatını doğru yaptı.					
4. Yolu 5 metrede bir olacak şekilde işaretledi.					
5. Dever taksimatını doğru yaptı.					
6. Fleş değerlerini dış ray mantarı üzerine yazdı.					
7. Dever değerlerini traversler üzerine yazdı.					
8. Grupla iş birliği içerisinde çalıştı.					
9. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

10.4. "S" VE SEPET KURPLARDAKİ GEÇİŞLERDE FLEŞ TAKSİMATI

Buraj makinelerinin RVA sistemi bulunan ve bulunmayan modelleri için fleş taksimatı yapılır. Az fleşli kurptan çok fleşli kurba geçişte ya da çok fleşli kurptan az fleşli kurba geçişte fleş taksimatı değişiklik göstermektedir. RVA'lı (08-16) makineler için sepet (bindirme) kurplarda fleş taksimatı şu şekildedir:

10.4.1. RVA'lı (08-16) Makineler İçin Sepet (Bindirme) Az Fleşli Kurptan Çok Fleşli Kurba Geçişte Fleş Taksimatı

RVA'lı (08-16) makineler için sepet (bindirme) kurplarda, az fleşli kurptan çok fleşli kurba geçişte, fleş taksimatı şu şekilde yapılır (Şekil 10.2):



Şekil 10.2: Az fleşli kurptan çok fleşli kurba geçiş

a) Geçiş mesafesi makine boyundan büyük ise

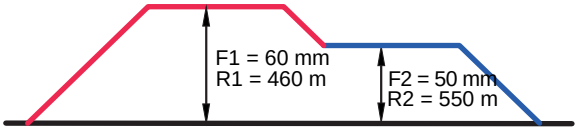
- Makine, geçişin başlangıç noktasına geldiğinde RVA üzerindeki maksimum fleş miktarı (örneğin 50 mm) fleş numaratörüne geçirilir.
- RVA maksimumdan çıkarılır.
- İki kurbun fleş farkına isabet eden kurp yarıçapı hesaplanarak (örneğin 60 − 50 = 10 mm; R = 27 480/10 = 2 748 m) RVA'ya yazılır.
- Geçiş mesafesi (örneğin 20 m) parabol boyu (L boyu) olarak yine RVA'ya yazılır.
- Kurba giriş startı yapılır.
- RVA maksimuma geçtiğinde, fleş numaratöründeki 50 mm ile RVA'da taksim ettirilen 10 mm'lik fleş toplanıp, 60 mm olarak ikinci kurbun fleşi verilir. RVA'ya da çok fleşli kurbun yarıçapı yazılır.

b) Geçiş mesafesi makine boyundan küçük ise

- Makine, geçişin başlangıç noktasına geldiğinde RVA üzerindeki maksimum fleş miktarı (örneğin 50 mm) fleş numaratörüne geçirilir.
- RVA maksimumdan çıkarılır.
- İki kurbun fleş farkına isabet eden kurp yarıçapı hesaplanarak (örneğin 60 − 50 = 10 mm; R = 27 480/10 = 2 748 m) RVA'ya yazılır.
- Geçiş mesafesi olarak RVA'ya makine boyu yazılır (örneğin 15 785 m), F tuşuna basılır.
- Kurba giriş startı yapılır.
- RVA maksimuma geçtiğinde, fleş numaratöründeki 50 mm ile RVA'da taksim ettirilen 10 mm'lik fleş toplanıp, 60 mm olarak ikinci kurbun fleşi verilir. RVA'ya çok fleşli kurbun yarıçapı yazılır.

10.4.2. RVA'lı (08-16) Makineler İçin Sepet (Bindirme) Çok Fleşli Kurptan Az Fleşli Kurba Geçişte Fleş Taksimatı

RVA'lı (08-16) makineler için sepet (bindirme) kurplarda, çok fleşli kurptan az fleşli kurba geçişte, fleş taksimatı şu şekilde yapılır (Şekil 10.3):



Şekil 10.3: Çok fleşli kurptan az fleşli kurba geçiş

a) Geçiş mesafesi makine boyundan büyük ise

- Az fleşli kurbun fleşi, fleş numaratörüne yazılır.
- Kalan fleş farkına isabet eden kurp yarıçapı yukarıda belirtildiği şekilde hesaplanarak RVA'ya yazılır.
- Geçiş mesafesi (örneğin 20 m) parabol boyu (L boyu) olarak yine RVA'ya yazılır.
- RVA maksimumdayken kurp çıkış startına basılarak taksimat yaptırılmış olur.
- RVA'da değer sıfırlandığında fleş numaratöründeki fleş miktarı RVA'ya yazılarak RVA maksimuma geçirilir.

b) Geçiş mesafesi makine boyundan küçük ise

- Az fleşli kurbun fleşi, fleş numaratörüne yazılır.
- Kalan fleş farkına isabet eden kurp yarıçapı yukarıda belirtildiği şekilde hesaplanarak RVA'ya yazılır.
- Geçiş mesafesi olarak RVA'ya makine boyu yazılır (örneğin 15,78 m), $\sqrt{F}$ tuşuna basılır.
- RVA maksimumda iken kurp çıkış startına basılarak taksimat yaptırılmış olur.
- RVA'da değer sıfırlandığında, fleş numaratöründeki fleş miktarı RVA'ya yazılarak RVA maksimuma geçirilir.
- GVA'lı 08-32 makinelerde bu işlemlere gerek yoktur.

10.4.3. RVA-GVA'sı Olmayan (08-16 G ve Makas Buraj) Makineler İçin Sepet (Bindirme) Az Fleşli Kurptan Çok Fleşli Kurba Geçişte Fleş Taksimatı

a) Geçiş mesafesi makine boyundan büyük ise

- İki kurbun fleş farkına isabet eden kurp yarıçapı hesaplanır (örneğin 60 − 50 = 10 mm; R = 18 000/10 = 1 800 m).
- Bulunan yarıçapın fark fleş ve geçiş mesafesine göre tablodan **A** ve **B** mesafeleri için fleş değerleri hesaplanarak yola taksimat yapılır (Tablo 10.3, 10.4, 10.5**)**.
- Taksim edilen bu fleşler az fleş üzerine eklenerek fleş numaratöründen taksimat verilir.

b) Geçiş mesafesi makine boyundan küçük ise

- İki kurbun fleş farkına isabet eden kurp yarıçapı hesaplanır (örneğin 60 − 50 = 10 mm; R = 18 000/10 = 1 800 m).
- Bulunan yarıçapın fark fleş ve makine boyuna göre parabolsüz kurplar tablosundan "A kesiti" fleş değerleri hesaplanarak yola taksimat yapılır.
- Taksim edilen bu fleşler az fleş üzerine eklenerek fleş numaratöründen taksimat verilir.

10.4.4. RVA-GVA'sı Olmayan (08-16 G ve Makas Buraj) Makineler İçin Sepet (Bindirme) Çok Fleşli Kurptan Az Fleşli Kurba Geçişte Fleş Taksimatı

a) Geçiş mesafesi makine boyundan büyük ise

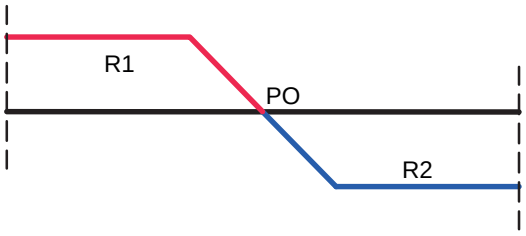
- İki kurbun fleş farkına isabet eden kurp yarıçapı hesaplanır (örneğin 60 − 50 = 10 mm; R = 18 000/10 = 1 800 m).
- Bulunan yarıçapın fark fleş ve geçiş mesafesine göre tablodan C ve D mesafeleri için fleş değerleri hesaplanarak yola taksimat yapılır.
- Hesaplanan fleşler fazla fleşten düşülerek yola taksimat yapılır.

b) Geçiş mesafesi makine boyundan küçük ise

- ► İki kurbun fleş farkına isabet eden kurp yarıçapı hesaplanır (örneğin 60 − 50 = 10 mm; R = 18 000/10 = 1 800 m).
- ► Bulunan yarıçapın fark fleş ve makine boyuna göre parabolsüz kurplar tablosundan “B kesiti” fleş değerleri hesaplanarak yola taksimat yapılır .
- ► Hesaplanan fleşler fazla fleşten düşülerek yola taksimat yapılır.

10.4.5. RVA’lı (08-16) Makineler İçin PO’ları Müşterek veya PO’lar Arasında Makine Boyundan Az Mesafe Olan “S” Kurplarda Fleş Taksimatı

RVA’lı (08-16) makineler için PO’ları müşterek veya PO’lar arasında makine boyundan az mesafe olan “S” kurplarda fleş taksimatı şu şekilde yapılır (Şekil 10.4):



Şekil 10.4: PO’ları müşterek “S” kurp

PO’ları müşterek olan “S” kurplarda;

- ► Makinenin ön arabası ortak PO’ya geldiğinde RVA göstergesinde çıkılan kurbun fleş miktarı fleş numaratörüne geçirilir.
- ► Girilecek kurbun değerleri RVA’ya yazılır.
- ► RVA yaslaması girilecek kurba göre çevrilir.
- ► Çıkış startı çevrilerek kurba yeni giriş stardı yapılır.
- ► Fleş numaratöründeki fleş miktarı manuel olarak hesaplanan “D” mesafesine göre veya RVA’dan hayalî yürüme yaptırılarak taksimat bir kâğıda not edilir. Hesaplanan bu değer, kurbun fleş miktarından düşülerek taksim edilir.
- ► ÜVA yaslaması da ortak PO’ya gelince değiştirilir.

PO’lar arasında makine boyundan az mesafe olması durumunda;

- ► Ön araba, yeni girilecek kurbun PO’suna kadar devam eder.
- ► Yukarıda anlatılan işlem, yeni kurbun PO noktasında yapılır.

10.4.6. RVA’sı Olmayan (08-16 G ve Makas Buraj) Makineler İçin PO’ları Müşterek veya PO’lar Arasında Makine Boyundan Az Mesafe Olan “S” Kurplarda Fleş Taksimatı

PO’ları müşterek veya PO’lar arasında makine boyundan az mesafe varsa

- ► Çıkılan kurbun “D” mesafesinin değerleri, girilen kurbun “A” mesafesi değerleri ile çakışıyorsa çakışan değerlerin farkı (D değerinden A değeri çıkartılarak) yola yazılır.
- ► İki farkın sıfır olduğu noktada fleş yaslaması değiştirilir.
- ► A mesafesinin fazla gelen fleşi taksim edilmeye başlanır.
- ► ÜVA yaslaması yeni kurbun PO’sunda değiştirilir.

10.4.7. Parabolsüz Kurplarda Fleş Taksimatı

- Bu kurplarda parabol olmadığından sadece kurbun TO ve TF (tanjant) noktaları belirlenir.
- Aşağıda yer alan tablolarda, "buraj makineleri ile parabolsüz kurpta 3 nokta sistemiyle çalışmaya ait fleş katsayısı ve çizelgesi" verilmiştir (Tablo 10.3, 10.4, 10.5).
- Orta buraj ve makas buraj makinelerinde bu çizelgelere göre hesaplanan fleşler, girişte TO'dan kurp içine doğru, çıkışta TF'den aliymana doğru taksim edilir.
- RVA ve GVA'sı olan büyük buraj makinelerinde $\sqrt{F}$ tuşuna basılır.
- Kurp yarıçapı ve parabol boyu olarak makine boyu yazılır.
- Makine otomatik olarak fleş taksimatını yapar.
- RVA ve GVA çalışmıyorsa büyük buraj makineleri için tanzim edilen çizelgeye göre fleş taksimatı yapılır.

BİLGİ NOTU

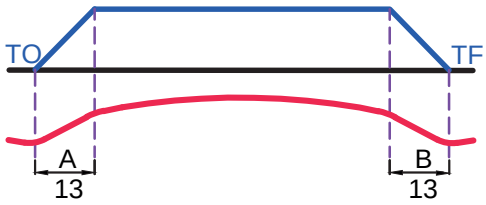
Doğru parçası şeklindeki yolun, kurp daire yayına teğet olduğu noktalara **tanjant** denir.

Bir kurbun iki tanjantı vardır. Kilometre artış istikametine göre birinci tanjant noktasına **giriş tanjantı (Tanjant Orijin - TO)**, ikinci tanjant noktasına da **çıkış tanjantı (Tanjant Final - TF)** adı verilir.

BİLGİ NOTU

Bu makinelerin RVA'sındaki $\sqrt{F}$ tuşuna basılır. Eğer RVA bozuksa tablo değerleri uygulanır.

Tablo 10.3: Orta Tip Buraj Makineleriyle Parabolsüz Kurpta 3 Nokta Sistemi İle Çalışmaya Ait Katsayı Çizelgesi

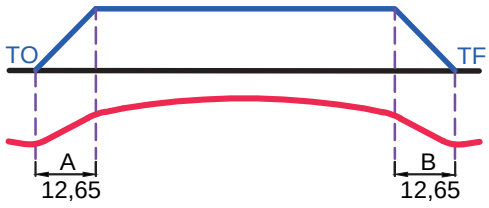


TO km:
TF km:

R:
F: 18 000/R
F:

	KESİT A		KESİT B	
METRE TO/ TF	SABİT	A KESİMİ İÇİN (Sabit X F)	SABİT	A KESİMİ İÇİN (Sabit X F)
0	0		1	
1	0,009		0,991	
2	0,034		0,966	
3	0,077		0,923	
4	0,137		0,863	
5	0,214		0,786	
6	0,308		0,692	
7	0,419		0,581	
8	0,547		0,453	
9	0,692		0,308	
10	0,827		0,173	
11	0,923		0,074	
12	0,981		0,019	
13	1		0	

Tablo 10.4: Makas Buraj Makineleriyle Parabolsüz Kurpta 3 Nokta Sistemi İle Çalışmaya Ait Katsayı Çizelgesi

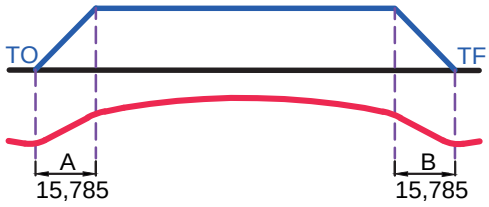


TO km:
TF km:

R:
F: 16 557/R
F:

	KESİT A		KESİT B	
METRE TO/ TF	SABİT	A KESİMİ İÇİN (Sabit X F)	SABİT	A KESİMİ İÇİN (Sabit X F)
0	0		1	
1	0,009		0,991	
2	0,035		0,965	
3	0,079		0,921	
4	0,141		0,859	
5	0,221		0,779	
6	0,318		0,682	
7	0,433		0,567	
8	0,565		0,435	
9	0,715		0,285	
10	0,85		0,15	
11	0,942		0,058	
12	0,991		0,009	
12,65	1		0	

Tablo 10.5: Büyük Buraj Makineleriyle Parabolsüz Kurpta 3 Nokta Sistemi İle Çalışmaya Ait Katsayı Çizelgesi



TO km:
TF km:

R:
F: 27 480/R
F:

	KESİT A		KESİT B	
METRE TO/ TF	SABİT	A KESİMİ İÇİN (Sabit X F)	SABİT	A KESİMİ İÇİN (Sabit X F)
0	0		1	
1	0,006		0,99	
2	0,024		0,976	
3	0,054		0,946	
4	0,095		0,9	
5	0,15		0,85	
6	0,215		0,784	
7	0,293		0,7	
8	0,382		0,617	
9	0,484		0,515	
10	0,6		0,4	
11	0,72		0,28	
12	0,83		0,175	
13	0,90		0,0947	
14	0,96		0,039	
15,785	1		0	

10.3. UYGULAMA: "S" VE SEPET KURPLARDAKİ GEÇİŞLERDE FLEŞ TAKSİMATI

Amaç: Makineli tamirat için "S" ve sepet kurplardaki geçişlerde fleş taksimatı yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek "S" ve sepet kurplardaki geçişlerde fleş taksimatı yapınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Tebeşir, nivo, takeometre, mira, buraj makinesi, balast regülatörü, tokmaklama makinesi, balast eleme makinesi, çelik metre, dever gabarisi, fleş ipi, aplikasyon latası, hesap makinesi

Uygulama Adımları

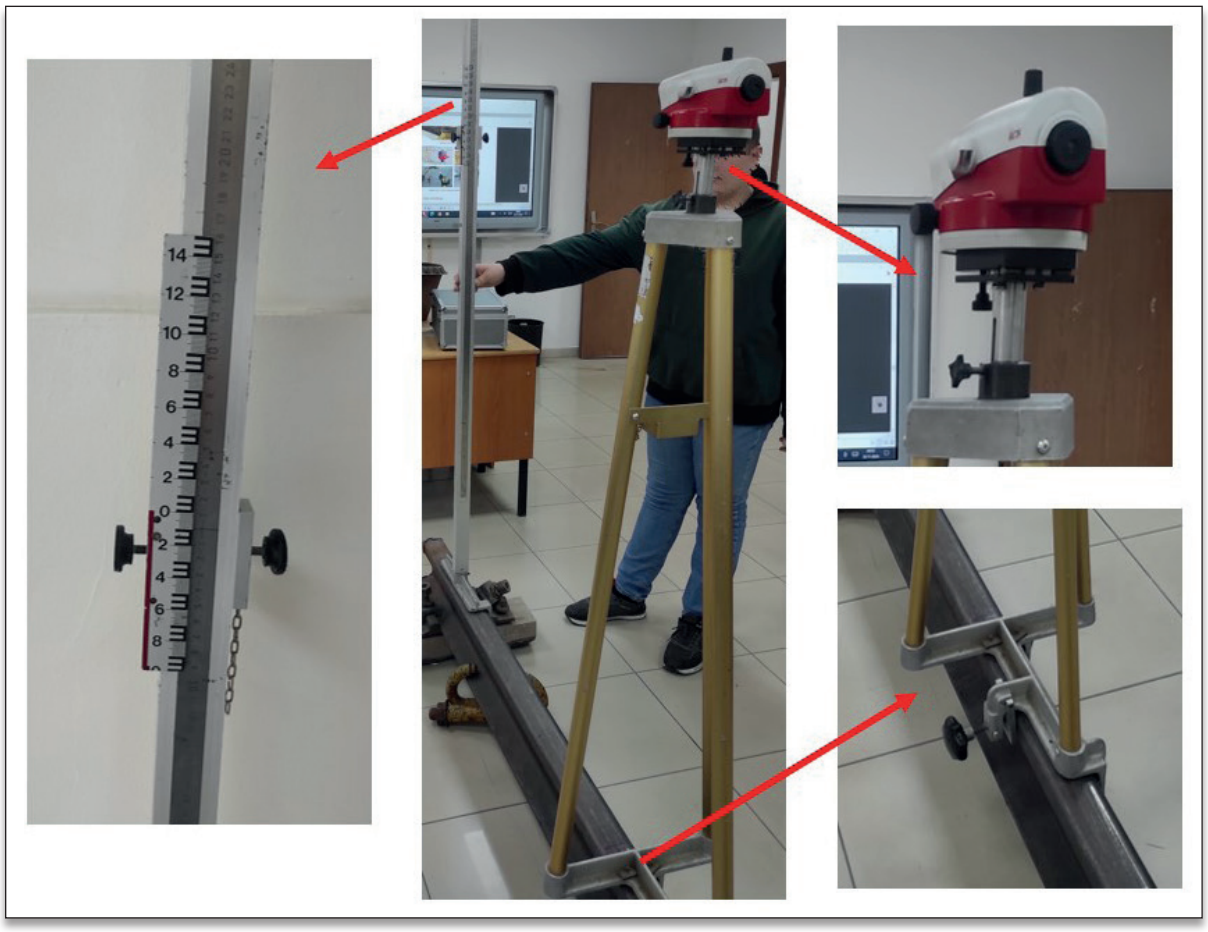
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
3. "S" kurplardaki geçişlerde fleş taksimatı yapınız.
4. Sepet kurplardaki geçişlerde fleş taksimatı yapınız.
5. Az fleşli kurptan çok fleşli kurba geçişte fleş taksimatı yapınız.
6. Çok fleşli kurptan az fleşli kurba geçişte fleş taksimatı yapınız.
7. RVA-GVA'sı olmayan (08-16 G ve makas buraj) makineler için sepet (bindirme) kurplarda fleş taksimatı yapınız.
8. RVA'sı olmayan (08-16 G ve makas buraj) makineler için PO'ları müşterek veya PO'lar arasında makine ile fleş taksimatı yapınız.
9. Parabolsüz kurplarda fleş taksimatı yapınız.
10. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"S" VE SEPET KURPLARDAKİ GEÇİŞLERDE FLEŞ TAKSİMATI" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. "S" kurplardaki geçişlerde fleş taksimatı yaptı.					
3. Sepet kurplardaki geçişlerde fleş taksimatı yaptı.					
4. Az fleşli kurptan çok fleşli kurba geçişte fleş taksimatı yaptı.					
5. Çok fleşli kurptan az fleşli kurba geçişte fleş taksimatı yaptı.					
6. RVA-GVA'sı olmayan (08-16 G ve makas buraj) makineler için sepet (bindirme) kurplarda fleş taksimatı yaptı.					
7. RVA'sı olmayan (08-16 G ve makas buraj) makineler için PO'ları müşterek veya PO'lar arasında makine ile fleş taksimatı yaptı.					
8. Parabolsüz kurplarda fleş taksimatı yaptı.					
9. Uygun araç gereci seçip kullandı.					
10. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

10.5. MAKİNELİ TAMİRAT İÇİN NİVELMAN

Noktalar arasındaki yükseklik farkını belirlemek amacıyla düşey mesafeleri ölçme işlemlerine **nivelman** denir. Demiryolunda düşey eksende meydana gelen hataları tespit edebilmek amacıyla nivelman yapılır. Buraj makinesi ile yüksek noktalara uyularak yapılacak tamirat çalışmalarında öncelikle nivelman yapılması gerekir. Arazi ölçümlerinde kullanılan nivo ve miradan farklı olarak bu iş için özel ray nivosu ve ray mirası da geliştirilmiştir (Görsel 10.17). Ray nivosu, yüksekliği gösteren ayarlanabilir dürbün ve raya monte edilebilen bir sehpadan oluşur. Ray mirası ise raya yerleştirilebilen bir ayak ve üzerinde metrik sisteme göre cm veya mm mertebesinde taksimat bulunan ölçü latasından oluşur



Görsel 10.17: Ray nivosu ve mirası

Yapılan tamirat çalışmalarından istenilen verimin alınabilmesi, nivelmanın hatasız ve hassas bir şekilde yapılmasına bağlıdır. Nivo ve mira ile yapılan nivelmanlarda şu hatalar oluşabilmektedir:

- Ölçüm mesafelerinin uygun seçilememesi, ölçü mesafesinin kısa tutulması.
- Düşey kurplarda iyi nivelman yapılamaması.
- Yüksek noktaların iyi tespit edilememesi.
- Dar yarıçaplı kurplardaki nivelmanlarda, nivo merkez ekseninden miranın kaybedilmesi ve tekrar ayarlamalarda hataların olması.
- Nivelman başlangıç ve bitişlerindeki ağızlıkların sağlıklı okunamaması.
- Eski ve bakımsız aletlerin kullanılması nedeniyle hataların oluşması ve dolayısıyla yapılan makineli tamiratlardan istenilen verimin alınamaması.

Gelişmiş buraj makinelerinin ortaya çıkması ile birlikte nivelman yöntemlerinde de değişiklikler olmuştur. Nivelman için hassas nivelman sistemleri ve topografya aletleri kullanılmaya başlanmıştır.

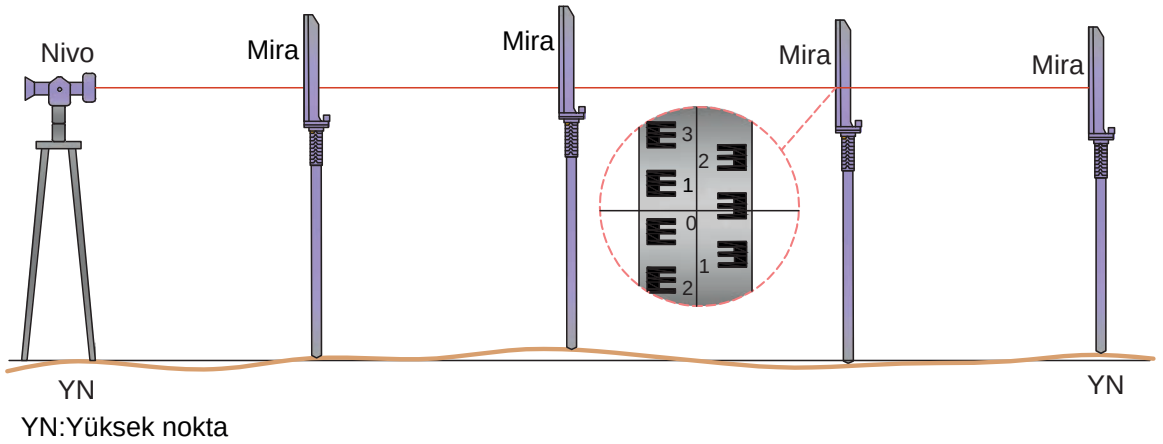
Hızlı tren hatlarında, takeometre ve okuma cihazı ile yoldaki katener direklerindeki sabit ve işaretli GPRS noktaları baz alınarak yolun kilometresi, eksen kaçıklıkları, geometrik unsurlarındaki arızaların tespiti ve ölçümü yapılır (Görsel 10.18). Ölçülen değerler ve olması gereken değerler, buraj makinelerinin hafızasına yüklenir ve makine bu değerleri analiz ederek gerekli tamiratları yapar.



Görsel 10.18: Takeometre ve okuma cihazı

10.5.1. Nivelman Esnasında Dikkat Edilecek Konular

- Aliymanda yüksek raydan, kurplarda ise kurbun iç rayından nivelman yapılır ve bu raya **baz ray** adı verilir.
- Nivelman, görüş mesafesine göre mümkün olduğunca uzak noktalardan yapılmalıdır. Bu mesafe ortalama 70-80 metre olmalıdır.
- Nivelman, yüksek noktalar arasında yapılmalıdır (Şekil 10.5). Nivelman esnasında okunan değer negatif çıkıyorsa yüksek nokta yanlış seçilmiştir. Bu durumda yeniden yüksek nokta tespit edilip nivelman yapılmalıdır. Güvenli tarafta kalabilmek adına yüksek noktadaki nivoya yaklaşık 10 ila 20 mm kaldırma miktarı verilebilir.



Şekil 10.5: Nivo ve mira ile nivelman yapılması

- Dever fazlalığı olan kurplarda, nivelman kaldırma değeri kurplardaki fazla dever farkından az olmamalıdır. Kurplardaki dever fazlalığı üzerine en az 10 mm ilave edilerek nivelman kaldırma değeri belirlenmelidir.
- Nivelman esnasında tespit edilen her yüksek noktada raylar arasındaki kot farkı kontrol edilmelidir.
- Bir raydan diğer bir raya geçişte, geçilen ray düşük ise düşüklük değeri kadar nivelman değeri üzerine ilave yapılır, yüksek ise yükseklik değeri (fark) nivelman değerinden düşülür. Buna göre nivelman aleti (dürbün) ayarlanmalıdır.
- Nivelman kaldırma değeri belirlenirken yol gabarisi (tünel, rampa, peron, katener vb.), yolun balast durumu ve ray dizileri arasındaki fark ile dever fazlalıkları dikkate alınmalıdır.
- PO'ları müşterek veya çok yakın olan "S" kurplarda yüksek nokta, karşı kurbun iç rayında görülüyorsa nivo ve mira okuma değerine ayarlanır. Aynı ayarda iken mira müşterek PO'ya getirilerek yükseklik okunur. Okunan bu değerden itibaren nivelman yapılır.

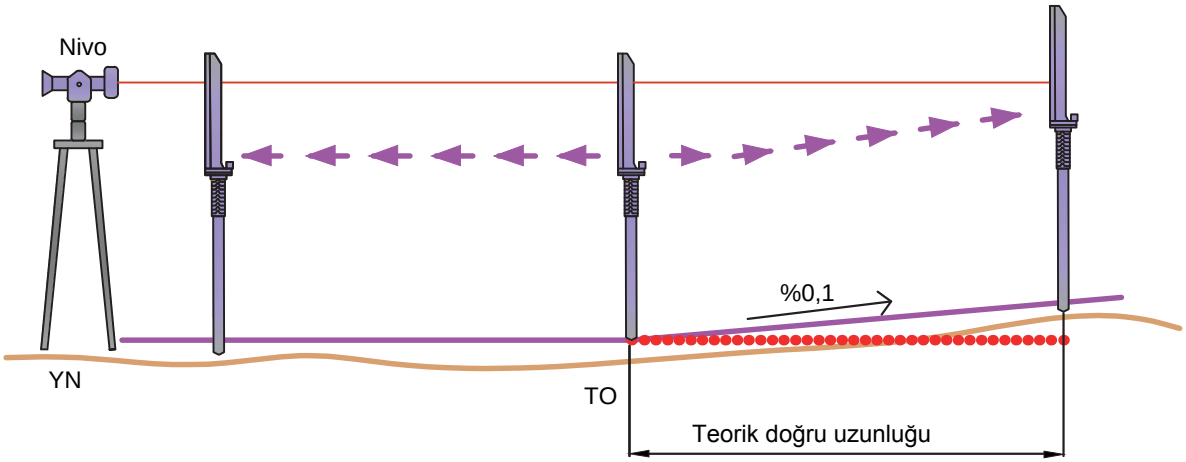
- Eleme arkası gibi yolların başlangıç ağızlıkları ve menfez üstü gibi göreceli olarak çok yüksek noktaların olduğu bölgeler, yüksek nokta ortada kalacak ve nivelman mesafesi en az makine boyunun iki katı kadar olacak şekilde tek boy nivelman ile geçilmelidir.
- Giriş ve çıkış ağızlıkları en az makine boyu kadar olmalı, kaldırma değeri çok ise ağızlıkların uzunluğu arttırılmalıdır. Tamirat sonundaki kalıcı ağızlık eğimi hızlara göre belirlenmiş olan eğim değerlerini geçmemelidir.

10.5.2. Düşey (Şaküli) Kurplarda Nivelman Yapılması

İki farklı meylin birleştiği yerlere düşey (şaküli) kurp denir. Düşey kurplarda nivelmanla yuvarlatma yayı yapma işlemleri şu şekildedir:

Düşey kurbun yarıçapı bilinmiyorsa

- İlk meylin bittiği noktadan ileriye doğru son yapılan nivelmanın uzantısı olarak -en az 21 travers boyunca- teorik rampa uzunluğu nivelmanı yapılır (Şekil 10.6).
- Bu teorik nivelman değerleri parantez içinde yazılır.
- İki meylin kesiştiği noktadaki travers üzerine makine operatörünce görülecek şekilde işaret yapılır.
- Makine kazmaları işaretlenen bu travers üzerine gelinceye kadar ön arabadan parantez içine yazılan teorik değerler verilir.
- Makine kazmaları işaretli traverse geldiğinde ön araba parantez içindeki değerleri iptal ederek derhâl normal yapılan nivelman değerlerini vermeye başlar.
- Bu işaretli traverse gelindiğini orta arabadaki operatör, düdük veya mikrofonla öndeki operatöre bildirmelidir.



Şekil 10.6: Düşey kurpta teorik uzatma yapılması

Düşey kurbun yarıçapı biliniyorsa

- Yuvarlatma başlangıcı ve yuvarlatma yayı bitimi arasındaki mesafenin ve bu noktalara verilecek kaldırma değerinin bilinmesi şarttır.
- Eğer kaldırma için sabit noktalar verilmemiş ise düz bir yolda olduğu gibi kaldırma değeri verilir.
- Nivelmandan önce, mira tutularak nivelman değeri okunacak olan noktanın, kiriş yüksekliği (fleş) hesaplanır. Bu hesaplama genelde her 5 metrede bir yapılır.
- Kiriş yükseklikleri; aşağı yuvarlatma (gök merkezli düşey kurplar) ve yukarı yuvarlatma (yer merkezli düşey kurplar) için ayrı ayrı hesaplanarak uygulanır.

Düşey kurplarda kiriş yüksekliği şu formülle hesaplanır (Şekil 10.7):

$$h = \frac{a \times b}{2 \times R}$$

S = Kiriş uzunluğu

a = Kirişin gidiş yönüne göre ön tarafı

b = Kirişin gidiş yönüne göre arka tarafı

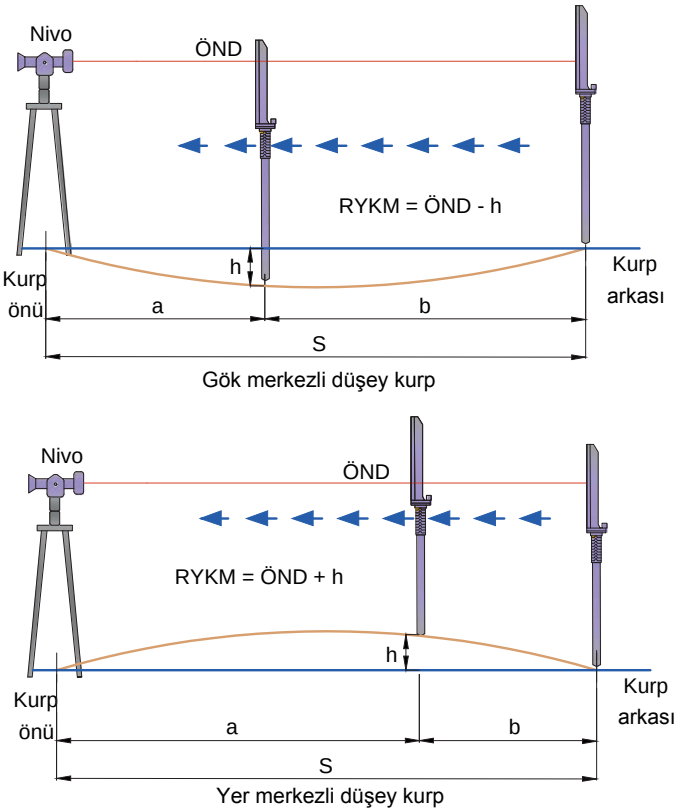
R = Kurbun yarıçapı

ÖND = Ölçülen nivelman değeri

RYKM = Raya yazılacak kaldırma miktarı

Gök merkezli düşey kurplarda; mirayla ölçülen nivelman değerinden, hesaplanan kiriş yüksekliği çıkartılır. Yer merkezli düşey kurplarda; mirayla ölçülen nivelman değeri ile hesaplanan kiriş yüksekliği toplanır. Bulunan değer kaldırma miktarı olarak raya yazılır.

Düşey kurplarda; GVA, RVA veya Win ALC sistemine sahip makinelerle yapılacak çalışmalarda ayrıca nivelman yapılmasına gerek yoktur. Kurp parametreleri makineye girilir ve belirli bir sabit kaldırma değeri verilir. Topografya aletleriyle ölçülen eksen hataları ve yol geometri hataları da makineye yüklenir. Yüklenen verilere göre makine düşey kurbun tamiratını yapar.



Şekil 10.7: Düşey kurpta nivelman

Örnek:

Yarıçapı 15 000 m olan bir yer merkezli düşey kurpta, a mesafesi= 80 m, b mesafesi= 20 m ve kirişin toplam uzunluğu 100 m'dir. Ölçülen nivelman değeri -43 mm'dir. Bu noktada raya yazılacak kaldırma miktarını hesaplayınız.

Çözüm:

Kiriş yüksekliği = $\frac{a \times b}{2 \times R} = \frac{80 \times 20}{2 \times 15\,000} = 0{,}053$ m = 53 mm

Ölçülen noktada raya yazılacak kaldırma miktarı = RYKM = ÖND + h

RYKM = -43 + 53 = -43 + 53 = 10 mm

SIRA SİZDE

Yarıçapı 3 400 m olan bir gök merkezli düşey kurpta, a mesafesi= 15 m, b mesafesi= 35 m ve kirişin toplam uzunluğu 50 m'dir. Ölçülen nivelman değeri 110 mm'dir. Bu noktada raya yazılacak kaldırma miktarını hesaplayınız.

10.4. UYGULAMA: MAKİNELİ TAMİRAT İÇİN NİVELMAN

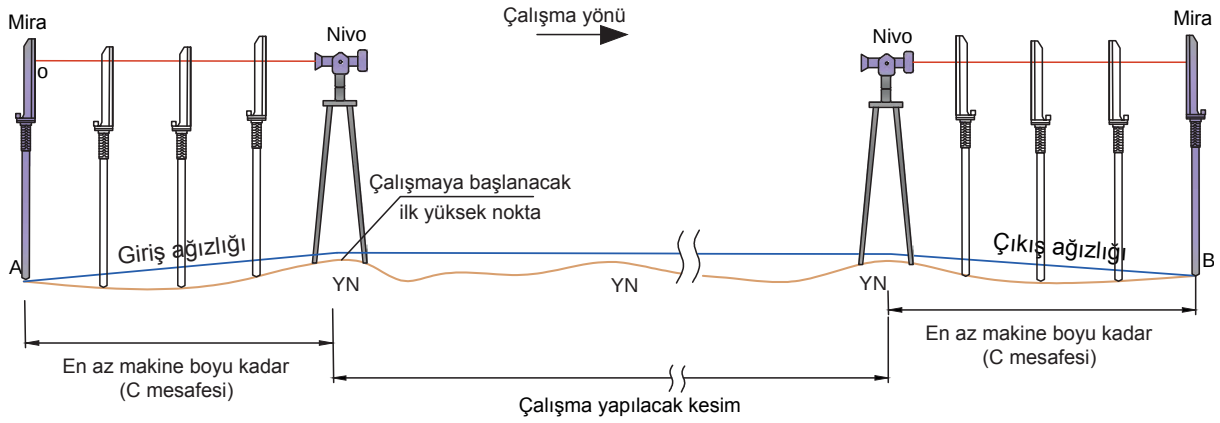
Amaç: Makineli tamirat için nivelman okumaları yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek makineli tamirat için nivelman okumaları yapınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

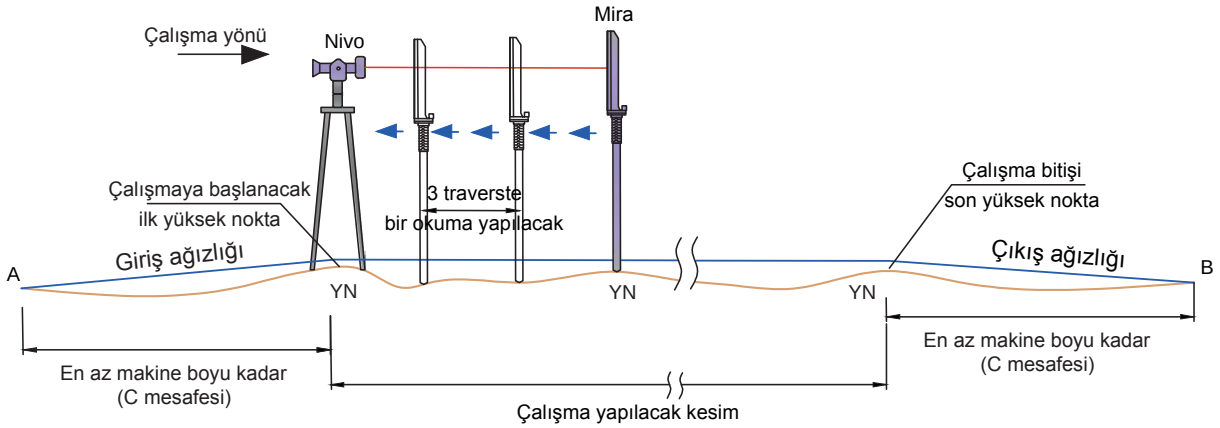
Kullanılacak araç gereç: Tebeşir, ray nivosu, ray mirası, çelik metre, hesap makinesi, uygulama formu

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Uygulamayı grup çalışması şeklinde gerçekleştiriniz.
6. Nivelmanı aliymanda ve yüksek rayı baz alarak yapınız.
7. Bu uygulamada ölçümlerinizi, C mesafesi 13 m olan buraj makinesine göre yapınız.
8. Ray üzerine eğilerek, baz rayın mantar iç çizgisinden bakıp çalışma bölgesi başlangıcındaki en yüksek noktayı tespit ediniz (Şekil 10.8).
9. Tespit ettiğiniz yüksek noktaya ray nivosunu yerleştiriniz. Nivoyu sehpadan bir miktar kaldırınız. Kaldırma değeri olarak 10 ila 20 mm arasında bir değer seçebilirsiniz. Belirlediğiniz kaldırma miktarını nivoyu kurduğunuz noktada, baz rayın üzerine veya tabanına yazınız. Nivoyu giriş ağızlığına çeviriniz.
10. Giriş ağızlığının başlangıç noktasını (A) bulmak için yüksek noktadan makine boyu (C mesafesi) kadar başlangıç noktasına doğru ilerleyiniz. Metre ile ölçmek yerine travers adedi kadar ilerlemeniz yeterli olacaktır. Bu uygulamada C mesafesi 13 metre olduğundan 21 travers ilerlemelisiniz. A noktasını bulunuz ve bu noktaya mirayı tutunuz.
11. Başlangıç noktasındaki mirada 0 değeri okunacak şekilde nivo dürbün açısını ayarlayınız. Başlangıç noktasında 0 değerini okuyunuz. Başlangıç noktasında travers üzerine "ÇAK" yazınız.
12. Nivonun ayarını hiç değiştirmeden, A noktasından nivoya yaklaşarak ve 3 traverste bir mirayı tutarak okuma yapınız. Okuduğunuz değerleri baz raya, makineden okunabilecek şekilde yazınız.
13. Giriş ağızlığı tamamlandıktan sonra nivoyu çalışma yönüne doğru çeviriniz.
14. Görüş mesafesine göre mümkün olduğunca uzak noktalara bakarak (yaklaşık 70-80 m) ikinci yüksek noktayı bulunuz. Mirayı tutan kişi, noktayı tespit eden kişinin yönlendirmesiyle yüksek noktayı bulup mirayı bu noktaya tutmalıdır (Şekil 10.9).
15. Mirayı tutuğunuz yüksek noktada, başlangıçta nivoya verdiğiniz kaldırma değeri (10 ila 20) okunacak şekilde nivoyu ayarlayınız. Ayarı tamamladıktan sonra nivonun ayar vidasını sabitleyiniz.
16. Okuduğunuz değeri, mirayı tutuğunuz yüksek noktada raya yazdıktan sonra mirayı 3 traverste 1, nivoya doğru taşıyarak okumalarınızı yapınız. Yaptığınız her okumayı raya yazınız.
17. Okumalar tamamlandıktan sonra nivoyu söküp bir sonraki yüksek noktaya taşıyınız. Taşıma esnasında nivo ayarının bozulma ihtimaline karşı nivonun kurulduğu noktada ray üzerinde okuduğunuz değer kadar nivoyu kaldırınız.
18. Yukarıda anlatılan (14. Maddeden itibaren) işlemleri çalışma yapılacak kesimde sırasıyla tekrar ediniz.
19. Çalışma yapılacak kesim tamamlandığında (Bu yol kesiminin uzunluğunu öğretmeniniz size belirtecektir.) en son tespit ettiğiniz yüksek noktaya nivoyu kurunuz. Nivoyu çıkış ağızlığına doğru çeviriniz.
20. Giriş ağızlığında olduğu gibi en az makine boyu kadar travers sayarak bitiş noktasına (B) ilerleyiniz (Şekil 10.8).
21. B noktasına mirayı tutunuz ve B noktasında 0 değeri okunacak şekilde nivoyu ayarlayınız. Bu noktada raya 0 ve travers "ÇIK" yazınız.
22. Nivoya doğru 3 traverste bir okuma yapınız. Okuduğunuz değerleri raya yazınız.
23. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.



Şekil 10.8: Giriş ve çıkış ağızlığı için nivelman



Şekil 10.9: Çalışma yapılacak kesim için nivelman

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"MAKİNELİ TAMİRAT İÇİN NİVELMAN" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Yüksek noktaları doğru tespit etti.					
3. Nivelman aletini kurdu.					
4. Kaldırma miktarlarını raya yazdı.					
5. Nivelman okumalarını doğru yaptı.					
6. Grupla iş birliği içerisinde çalıştı.					
7. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

10.6. MAKİNELİ TAMİRAT ÖNCESİNDE, SIRASINDA VE SONRASINDA GEREKEN İŞLEMLER

Makineli tamirat yapılırken çalışma öncesinde ve sırasında şu önlemlerin alınması gerekir:

10.6.1. Makineli Tamirat Yapılırken Çalışma Öncesinde ve Sırasında Yapılacak İşler

- Makinelerle çalışmaya başlamadan önce, çalışma bölgesinde bulunan personelin güvenliği sağlanmalı ve çalışma bölgesine işi olmayanların girmesine izin verilmemelidir. Birden fazla hatlı yol aralarına güvenlik şeritleri çekilmelidir.
- Makinelerin çalışabilmesi için gereken değerler, makinelerden görülebilecek şekilde yazılmalıdır.
- Makinelerin çalışması sırasında, özellikle buraj makinelerinin ray kıskaçlarının yerinden çıkmaması için ray yanlarında bulunan balastın açılması amacıyla yeterli personel bulundurulmalıdır.
- Çalışma sırasında makinelerde meydana gelecek hasarlar (hortum patlaması, buraj kazması kırılması vb.) hemen giderilmeli, makineler hasarlı olarak kesinlikle çalıştırılmamalıdır.
- Makinelerin arkasındaki tamir edilen yolun ölçüleri (fleş, dever vb.) kontrol edilmelidir.
- Makinelerin çalışma sırasında (özellikle balast regülatörlerinin kanatlarının) yol kenarında bulunan aplikasyon kazığı vb. tesislere zarar vermemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.
- GVA-RVA-ÜVA'sı olmayan veya bozuk olan makineler çalışıyorsa kurplarda dever ve fleş taksimatı yapılmalıdır.
- Tünellerde, kafes kirişli köprülerde, üst geçit altlarında ve yüksek gerilimli katener altında kaldırma değerleri mümkün olduğunca az olmalıdır.
- Yoldaki dresaj hatası çok ise burajdan önce dresaj tamiratı yapılmalıdır.
- 100 mm'den fazla nivelman değeri çıkan yerlerde, birinci tamirattan sonra yola balast takviyesi yapılarak yol tekrar tamir edilmelidir.
- Kazma vuruş sayıları 2'den az, 3'ten fazla olmamalıdır. 3'ten fazla olursa yol şişer.
- Tamirat yapılan contalarda kazmaların vurmadığı travers ortaları sadece çapalanmalıdır.

Makineli tamirat sonrasında makinelerde ve demiryolu hatlarında şu önlemlerin alınması gerekir:

10.6.2. Makineli Tamirat Sonrasında Yapılacak İşler

- Tamirat esnasında kırılan ve dönen traverslerin ıslahı yapılmalıdır.
- Tamirattan sonra boşalan travers başları ve araları en kısa zamanda balastla doldurulmalıdır.
- Tamirattan önce sökülen ATS cihazı, takoz gibi unsurlar yerlerine takılmalıdır.
- Tamirattan hemen sonra özellikle contalardaki traverslerin bağlantı malzemeleri kontrol edilmelidir.
- Eksik balast tamamlandıktan sonra traverslerin üzerindeki balast süpürülerek balast profili düzeltilmeli ve tokmaklama yapılmalıdır.

Ayrıca tamirat sonrasında makinelerle ilgili şu işlemlerin yapılması gerekir:

- Makinelerin yakıt ikmalleri yapılmalıdır.
- Makineler kontrol edilerek kırılma, çatlama veya sızıntı olan yerler tespit edilmeli; gerekli tedbirler alınmalıdır.
- Makinelerde çalışma sırasında meydana gelen arızalar giderilmelidir.
- Makineler park sahasına çekilerek gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır.

10.6.3. Makineli Tamirat Ekip Şefinin Yanında Bulunması Gereken Malzeme ve Evrak

- Nivo ve mira
- Dever gabarisi
- Ray termometresi
- Kurplara ait dever ve fleş taksimat çizelgeleri
- Fleş ipi
- Metre
- Düdük
- Lata ve şakül
- Köprü ve tünellerin kilometreleri, mihver bilgileri
- Yatay ve düşey kurplara ait bilgi listesi
- Telsiz veya dispeçer telefonu
- Tebeşir (toz ve yağlı)
- Hesap makinesi
- Çalışılacak yerlerin azami hız listesi
- Kurplara ait akort bilgileri (hat profilinden)
- Çift hatlar ve geçitler için emniyet bandı
- El feneri, projektör gibi aydınlatma cihazları
- Teknik bilgi defteri

10.6.4. Makine Arızalarının ve Günlük Çalışma Bilgilerinin Yazışmaları

Makine arızalarının ilgili birimlere bildirilmesinde belirtilecek konular şunlardır:

- Makinenin yeri
- Makinenin tasnif numarası ve tipi
- Arıza tespit edilebilmişse arızanın makinenin hangi ünitesinde ve ne olduğu
- Arıza tespit edilememişse makinede tespit edilen aksaklıkların ne olduğu
- Arızanın operatörlerce giderilip giderilemeyeceği
- Arızanın giderilebilmesi için gereken parçalar ve katalog numaraları

Günlük çalışma bilgilerinin ilgili birimlere bildirilmesinde belirtilecek konular şunlardır:

- Tarih ve çalışılan makine numaraları
- Çalışılan kilometreler ve günlük iş miktarları ile toplam iş miktarı
- Çalışılan saatler ve işte geçen toplam süre
- Makinelerin iş bitiminde faal olup olmadıkları
- Arızalı makinelerin arızalarının tahmini giderilebilme süresi
- Kapasitesi altında çalışan makinelerin düşük kapasitede çalışma sebepleri
- Hava durumu ve ray sıcaklığı
- Makineli tamiratlarda çalışan işçi, operatör ve memur sayısı

BİLGİ NOTU

Yol ve Bölge Müdürlüğü, Şube Şefliği ve Mekanik Atölye Müdürlüğü ile yapılan yazışmalar, bu kurumlar tarfından belirlenen kurallara uygun şekilde yapılmalıdır.

10.5. UYGULAMA: MAKİNELİ TAMİRAT ÖNCESİNDE, SIRASINDA VE SONRASINDA GEREKEN İŞLEMLER

Amaç: Makineli tamirat öncesinde, sırasında ve sonrasında gereken işlemleri yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek makineli tamirat öncesinde, sırasında ve sonrasında gereken işlemleri yapınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, fleş ipi ve çubukları, katlanır ahşap metre, hesap makinesi, tebeşir, dever ve ekartman ölçme aleti, buraj kazması, kürek, yaba, manivela

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
3. Çalışma bölgesinde gerekli güvenlik tedbirlerini alınız, gerekli yerlere güvenlik şeridi çekiniz.
4. GVA-RVA-ÜVA'sı olmayan veya bozuk olan makinelerin kurplarda dever ve fleş taksimatlarını yapınız.
5. Makinelerin çalışabilmesi için gereken değerleri, makinelerden görülebilecek şekilde yazınız.
6. Tamirattan önce sökülmesi gereken cihaz ve takoz gibi unsurları sökünüz.
7. Tamirat sırasında makinenin, yolun ve ortamın durumuna göre gerekli önlemleri alınız.
8. Makinelerin arkasında kalan, tamir edilen yolun ölçülerini (fleş, dever vb.) kontrol ediniz.
9. Tamirat yapılan contalarda kazmaların vurmadığı travers ortalarını çapalayınız.
10. Tamirattan hemen sonra bağlantı malzemelerini kontrol ediniz.
11. Tamirat esnasında kırılan ve dönen traverslerin ıslahını yapınız.
12. Tamirattan sonra boşalan travers başları ve aralarını balastla doldurunuz.
13. Tamirattan önce sökülen cihaz, takoz gibi unsurları yerlerine takınız.
14. Yaptığınız iş ile ilgili bilgi ve ölçümleri işin yapımı ve sonrasında kontrol ederek kaydediniz.
15. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"MAKİNELİ TAMİRAT ÖNCESİNDE, SIRASINDA VE SONRASINDA GEREKEN İŞLEMLER" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Makinelerin çalışabilmesi için gereken değerleri, makinelerden görülebilecek şekilde yazdı.					
3. Makinelerin arkasında kalan, tamir edilen yolun ölçülerini (fleş, dever vb.) kontrol etti.					
4. Tamirat yapılan contalarda kazmaların vurmadığı travers ortalarını çapaladı.					
5. Tamirattan sonra bağlantı malzemelerini kontrol etti.					
6. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (…) Makineli yol bakımı ile insan gücünden tasarruf edilmek suretiyle bakım ve yenileme masrafları azalır.
2. (…) Standart balastı hatta, standart dışı balast ve cürufu hat dışına atan makineye dinamik hat stabilizatörü denir.
3. (…) Balast regülatörleri, buraj makinesinin önünden ve arkasından çalıştırılır. Ayrıca hatta yeni dökülen balastın tanzimi yaptırılır.
4. (…) ÜVA, otomatik fleş monitörüdür.
5. (…) Yoldaki düşey hataların tespiti nivo, teodolit, takeometre aletleriyle yapılmaktadır.
6. (…) Nivelman aliymanda düşük raydan, kurplarda ise kurbun dış rayından yapılmalıdır.

B. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

7. Türkiye'de HT ve YHT hatlarında kullanılan yüksek hızlı ölçüm treni ……..…… adındadır.
8. 08-16 Buraj Makinesinde ……..…… adet buraj kazması vardır.
9. Yoldaki mevcut balastı travers altına sıkıştıran makineye ……..…… makinesi denir.
10. Doğru parçası şeklindeki yolun, kurp daire yayına teğet olduğu noktalara ……..…… denir.
11. Demiryolunun düşey düzlem üzerindeki yerini belirleyen eksene ……..…… denir.

C. Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

12. Yüksek hızlı ölçüm treniyle gerçekleştirilen ölçme ve kontrollerde aşağıdakilerden hangisi yer almaz?

A) Hat geometrisinin kontrolü
B) Ray aşınma ölçümü
C) İvme ölçümü
D) Tünel gabarisi ölçümü
E) Katener ölçümü

13. Demiryolu üzerinde hareket eden ve yük çekebilen, arkasında bulunan damperli kasasında yol malzemeleriyle küçük makineleri taşıyabilen dizel motorlu demiryolu araçlarına ne ad verilir?

A) MPV-7
B) Ekskavatör
C) Buraj makinesi
D) Krab
E) Poz otosu

14. Acil durumlarda makineli tamirat çalışması yapılması gerektiğinde demiryoluna hangi aralıktaki hızlarda seyir kısıtlaması konulmalıdır?

A) 10 - 20 B) 30 - 50 C) 30 - 70
D) 40 - 60 E) 50 - 100

15. Dever taksimatı yapılırken standart travers aralığı kaç metre alınmalıdır?

A) 0,5 B) 0,63 C) 0,75
D) 0,83 E) 1

16. Orta buraj makinesinin kiriş uzunluğunun "a" mesafesi kaç m'dir?

A) 4 B) 8 C) 9 D) 12 E) 13



RAY ARIZALARININ BAKIM VE TAMİRATI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Ray aşınma hesaplarını yapma
- Ray aşınmalarının nedenlerini tespit etme
- Arızalı raylarda önlem alma
- Şöminmanın önlenmesi için gerekli tedbirleri alma

KONULAR

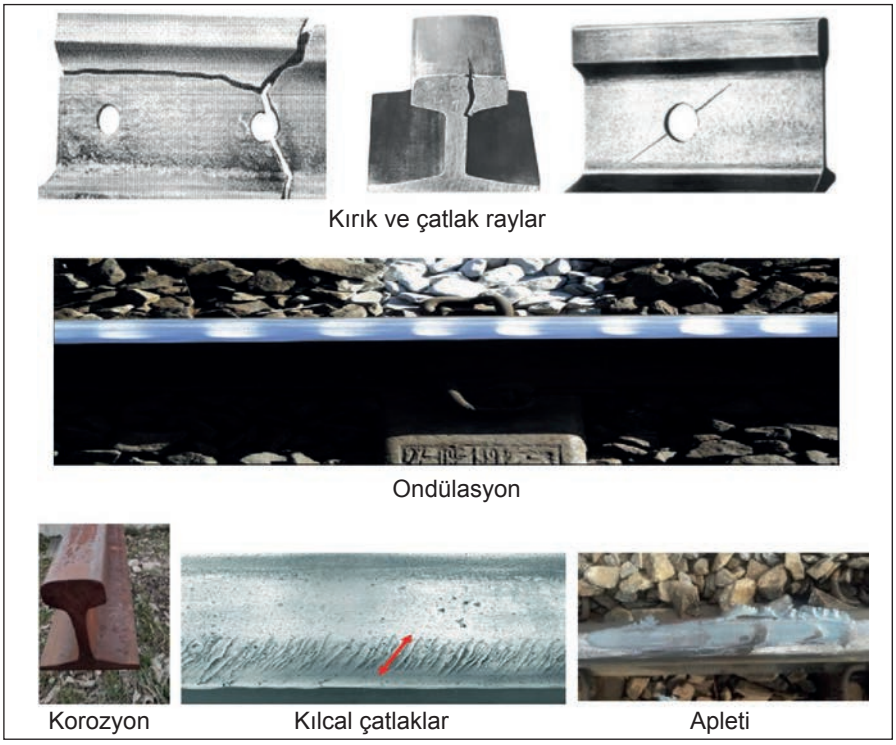
11.1. RAYLARIN AŞINMA HESAPLARI
11.2. RAYLARIN AŞINMA NEDENLERİ
11.3. ARIZALI RAYLARDA ALINACAK ÖNLEMLER
11.4. ŞÖMİNMANIN (RAY YÜRÜMESİ) ÖNLENMESİ İÇİN GEREKLİ TEDBİRLER

ANAHTAR KAVRAMLAR

apleti, hepçek, imbisat payı, şöminman

11. RAY ARIZALARININ BAKIM VE TAMİRİ

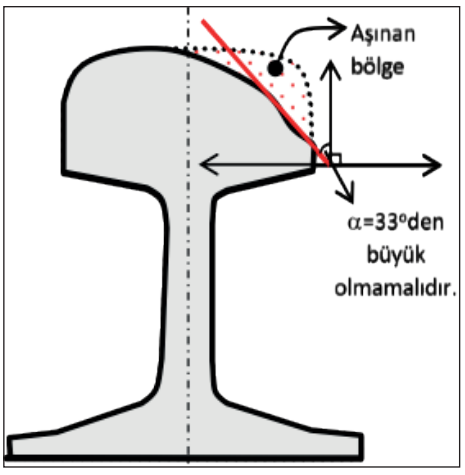
Ray arızaları; rayın üretilmesi, yola yerleştirilmesi veya kullanılması sırasında oluşan arızalardır. Bu arızalar; taban, gövde, mantar kısımlarında oluşabilir veya ray kaynağında görülebilir. Rayda görülebilecek arızalar; ray kırılması, ezilme, aşınma, çatlak, patinaj izi (apleti), kılcal çatlaklar (head checks), kabuk atma, ondülasyon, korozyon, ray kaynağı arızaları vb. şeklinde sıralanabilir (Görsel 11.1).



Görsel 11.1: Çeşitli ray arızaları

11.1. RAY AŞINMALARI

Raylar, tekerleklerle temas ettiği yüzeylerde düşey ve yatay olarak aşınır. Bu aşınma sonucunda raylar aşınma biçimine ve mukavemet momentlerine bakılarak değiştirilir. Değişimin geciktiği durumlarda aşınmış rayların bulunduğu yol kesimlerine seyir kısıtlaması konulur. Raylardaki aşınma, alfa açısının 33 dereceden daha büyük olması hâlinde raylarda boden tırmanmaları olacağından raylar değiştirilmeli veya trenlere seyir kısıtlaması konulmalıdır (Şekil 11.1). Ayrıca düşey aşınmalarda mukavemet, sınırın altına düştüğünde raylar değiştirilir.



Şekil 11.1: Aşınma açısı

Ray aşınmaları; yatay kurplarda, makas dillerinde ve göbeğinde meydana gelir. Aşınma, yol açıklığının artmasına neden olmakta ve tekerleğin raya tırmanmasında etkili olmaktadır. Kurplarda, her iki rayda da aşınma ölçümü yapılır.

Raylarda aşınmalar iki şekilde görülür:

Düşey Aşınma: Düşey aşınma raylarda mantarın üst seviyesinde meydana gelen aşınma olup özellikle kurplarda, iç dizilerde yayılma ve aşınma şeklinde görülmektedir.

Yatay Aşınma: Kurplarda, merkezkaç kuvvetinin etkisiyle dış ray iç yanaklarında ve makas dillerinde belirgin şekilde meydana gelen aşınmadır.

Raylardaki düşey ve yanal aşınma miktarı ray mukavemetini de azaltmaktadır. Bu nedenle aşınmaya maruz raylar yılda en az bir kez ray aşınması ölçen aletlerle ölçülerek rayların mukavemet momenti hesap edilmeli ve aşınma açısı bulunmalıdır (Görsel 11.2, Görsel 11.3).



Görsel 11.2: Ray profil ölçme aleti



Görsel 11.3: Rayda yanal aşınma

11.1.1. Ray Aşınma Hesapları

Ray mantarı üst seviyesinin 100 000 tren geçmesi sonucunda 1 mm aşındığı tespit edilmiştir. Aşınma limiti ray tipine göre 4 ila 11 mm arasındadır.

Ray aşınma miktarları, ray profil ölçme aleti ile ölçülür (Bu alete Robel-A, Robel-B veya SKM denilmektedir.).

Aşınmamış (normal) raydaki değerler ray tiplerine göre Tablo 11.1'de verilmiştir.

Tablo 11.1: Ray Tipine Göre Aşınmamış Rayda Ölçülen Değerler Tablosu

Rayın Tipi	ROBEL - A Aleti İle					ROBEL - B Aleti İle			
Δ	a	b	c	d		a	b	c	d
49,430 kg/ m	39,6	47,5	52,3	49		42,5	53	61,8	59
49,050 kg/m	39,6	47,5	52,3	48		42,5	53	61,8	58
46,303 kg/ m	36	43,5	48,5	45,5		38,5	48	57,5	55
39,520 kg/ m	37	42,5	43	38		39,5	49	51,5	48

a = 22,5 derecelik kalemdeki aşınma
b = 45 derecelik kalemdeki aşınma
c = 67,5 derecelik kalemdeki aşınma
d = 90 derecelik kalemdeki aşınma

49,050 kg/m'lik rayda aşınma sınırı formülleri şu şekildedir (Tablo 11.2):

Tablo 11.2: 49,050 kg/m'lik Rayda Aşınma Sınırı Formülleri

Robel-A	Robel-B	SKM-2
$\Delta H = \frac{d + 0,87c}{2}$	$\Delta H = \frac{d + 0,90c}{2}$	$\Delta H = \frac{d + 0,92c}{2}$
$\Delta B = \frac{0,87a + 0,71b}{2}$	$\Delta B = \frac{0,82a + 0,64b}{2}$	$\Delta B = \frac{0,92a + 0,71b}{2}$

ΔH = Ortalama düşey aşınma
ΔB = Ortalama yanal aşınma

Örnek: Ray tipi **(Δ)** 49,050 kg/m olan rayın Robel-A ile alınan ölçüleri aşağıda verilmiştir. Bu rayın yanal ve düşey aşınma miktarını hesaplayınız.

a = 20 mm = 2 cm b = 27 mm = 2,7 cm ΔH = ?

c = 16 mm = 1,6 cm d = 2 mm = 0,2 cm ΔB =?

Çözüm:

$$\Delta H = \frac{d + 0{,}87c}{2} = \frac{0{,}2 + 0{,}87 \times 1{,}6}{2} = \frac{1{,}592}{2} = 0{,}796 \text{ cm}$$

$$\Delta B = \frac{0{,}87a + 0{,}71b}{2} = \frac{0{,}87 \times 2 + 0{,}71 \times 2{,}7}{2} = \frac{3{,}657}{2} = 0{,}8285 \text{ cm}$$

11.1.2. Zimmermann Metoduna Göre Hız ve Mukavemet Momenti Tayini

Araçların yaptığı hıza göre demiryoluna aktarılan yükleri üstyapının taşıyıp taşıyamayacağının araştırılması gerekir. Bunun için Alman bilim insanı Zimmermann'ın geliştirmiş olduğu formülden yararlanılarak hızların kat sayıları hesaplanır. Hız kat sayılarının hesaplanmasında, yola uygulanan dingil basıncı, traversler arası mesafe, travers altındaki balast kalınlığı dikkate alınır. Böylece rayların mukavemet momentlerinin hesaplanması gerçekleştirilebilir.

M = ϕ x G x L x K

Bu formülde verilenler yerine konularak verilmeyenler bulunur. Burada;

M = Traversler arası mesafe ve dingil yüküne bağlı olarak ortaya çıkan eğilme momentidir.

M = W x Qs

W = I x E olmak üzere mukavemet momenti (cm^3)

I = Rayın ölçülerine bağlı olarak atalet momenti

E = Rayın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak elastikiyet

G = P/2 teker basıncı (kg)

P = Dingil basıncı

L = Travers ara mesafesi (cm)

K = Travers altı balast kalınlığı (mt)

Q = Emniyet gerilmesi (Sabit değer olup 1400 kg/cm^2dir.)

Bir tren hareket hâlinde değilse yola sadece tren ağırlığından gelen kuvvetler (statik kuvvetler) etki edecektir. Hareket etmekte olan bir trende ise trenin hareketi nedeniyle statik kuvvetlere ilave olarak dinamik kuvvetler de uygulanır. Hareket etmeyen bir trende kuvvetlerden dolayı yolda meydana gelen gerilmeler şu formülle bulunur:

$Qs = \frac{M}{W}$ ise dinamik gerilmeler sonucu Qd olacak ve ϕ > 1 olmak üzere;

$Qd = Qs \times \phi = \frac{M}{W} \times \phi$

Hız(V) < 60 km/h için hız katsayısı (ϕ) = 1

Hız katsayısının hesabında V = 60 ila 200 km/h hıza kadar şu formül kullanılır:

60 ≤ V ≤ 200 km/h için ; $\phi = 1 + \frac{V - 60}{140}$

Ayrıca yol üstyapısının, özellikle traverslerin deforme olma durumlarına göre Tablo 11.3'teki hız kat sayıları (ϕ), orta derece deforme olan yollar için 0,2 ile çarpılarak yola intikal eden dinamik kuvvetlerin olumsuzlukları da hesaba katılabilir. Aşağıdaki örnek hesaplamalarda bu durum dikkate alınmamıştır.

Tablo:11.3: Hız Kat Sayıları Tablosu

V (km/h)	ϕ Hız Kats.	V (km/h)	ϕ Hız Kats.	V (km/h)	ϕ Hız Kats.	V (km/h)	ϕ Hız Kats.
0-60	1,000	115	1,393	170	1,786	225	2,178
65	1,036	120	1,429	175	1,821	230	2,214
70	1,071	125	1,464	180	1,857	235	2,250
75	1,107	130	1,500	185	1,893	240	2,286
80	1,143	135	1,536	190	1,928	245	2,321
85	1,179	140	1,571	195	1,964	250	2,357
90	1,214	145	1,607	200	2,000	260	2,429
95	1,250	150	1,643	205	2,036	270	2,500
100	1,286	155	1,679	210	2,071	280	2,571
105	1,321	160	1,714	215	2,107	290	2,643
110	1,357	165	1,750	220	2,143	300	2,714

1. Örnek: Dingil basıncı P = 20 ton, hızı V = 120 km/h olan bir trenin (ray tipi 49,430 veya 46,303 kg/m), travers mihverleri arasındaki açıklık 63,7 cm (ahşap traversli eski yollarda) ve travers altı balast kalınlığı 30 cm olan bir yolda bu hızı yapabilmesi için minimum mukavemet momentinin ne kadar olması gerektiğini hesaplayınız.

Çözüm:

V = 120 km/h olduğuna göre hız kat sayısı ϕ = 1,429 tablodan bulunur.

L = 63,7 cm

G = P/2 = 20 000 / 2 = 10 000 kg

K = 30 cm = 0,30 m

M = ϕ x G x L x K

M = 1,429 x 10 000 x 63,7 x 0,30 = 273 081,9 kg/cm

$Qs = \frac{M}{W}$ $1400 = \frac{273\,081,9}{W}$ buradan bilinmeyen çekildiğinde;

$W = \frac{273\,081,9}{1400} = 195,058\ cm^3 = 195,1\ cm^3$ bulunur.

Değerler aynı, travers aralığı 62,5 cm olduğunda ise minimum mukavemet momenti;

M = ϕ x G x L x K

M = 1,429 x 10 000 x 62,5 x 0,30 = 267 937,5 kg/cm

$W = \frac{267\,937,5}{1400} = 191,038\ cm^3$ olur.

2. Örnek: Dingil basıncı P = 20 ton, hızı V = 95 km/h olan bir trenin (ray tipi 49,430 veya 46,303 kg/m), travers mihverleri arasındaki açıklık 63,7 cm (ahşap traversli eski yollarda) ve travers altı balast kalınlığı 30 cm olan bir yolda bu hızı yapabilmesi için minimum mukavemet momentinin ne kadar olması gerektiğini hesaplayınız.

Çözüm:

V = 95 km/h olduğuna göre hız kat sayısı ϕ = 1,250 tablodan bulunur.

L = 63,7 cm

G = P/2 = 20 000/2 = 10 000 kg

K = 30 cm = 0,30 m

M = ϕ x G x L x K

M = 1,250 x 10 000 x 63,7 x 0,30 = 238 875 kg/cm

$Qs = \frac{M}{W}$ $\quad 1400 = \frac{238\,875}{W}$ buradan bilinmeyen çekildiğinde;

$W = \frac{238\,875}{1400} = 170{,}625\ cm^3 = 171\ cm^3$ bulunur.

3. Örnek: Minimum mukavemet momenti 215 cm^3 olan 49,430 kg/m'lik ray döşeli ve travers mihverleri arası 62,5 cm, travers altı balast kalınlığı 30 cm olan bir ana yolda, P = 22 ton olan bir trenin yapabileceği maksimum hızın ne kadar olması gerektiğini hesaplayınız.

Çözüm:

W = 215 cm^3

L = 62,5 cm

G = P/2 = 22 000/2 = 11 000 kg

K = 30 cm = 0,30 m

$Qs = \frac{M}{W}$ ise M = Q x W = 1400 x 215 = 301 000 kg/cm

M = ϕ x G x L x K formülünden;

$$\phi = \frac{M}{G \times L \times K} = \frac{301\,000}{11\,000 \times 62{,}5 \times 0{,}30}$$

ϕ **= 1,459** hız katsayısına tablodan yapılabilecek en azami hızın **V = 120 mm/h** olduğu bulunur.

SIRA SİZDE

Minimum mukavemet momenti 215 cm^3 olan 49,430 kg/m'lik ray döşeli ve travers mihverleri arası 62,5 cm, travers altı balast kalınlığı 30 cm olan bir ana yolda, P = 22 ton olan bir trenin yapabileceği maksimum hızın ne kadar olması gerektiğini hesaplayınız.

11.1. UYGULAMA: RAYLARIN AŞINMA HESAPLARI

Amaç: Ray aşınmalarının hesaplarını yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve raylardaki aşınma değerlerini hesaplayarak çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Ray aşınması ölçme aleti, çelik metre, hesap makinesi

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Ray aşınma miktarlarını ray profil ölçme aleti ile ölçünüz.
6. Ray profil ölçme aletini uygun şekilde raya bağlayınız.
7. Üzerinde bulunan 22,5 - 45 - 67,5 ve 90 derecelik açılarla bağlanmış kalemlerdeki değerleri okuyunuz ve bu değerleri not alınız.
8. Okunan bu değerleri yanal ve düşey aşınma miktarı bulma formüllerinde yerlerine koyarak aşınma miktarının istenilen sınırda olup olmadığını hesaplayınız.
9. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"RAYLARIN AŞINMA HESAPLARI" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Rayların aşınma türünü tespit etti.					
3. Raylardaki aşınmaya nelerin sebep olduğunu belirledi.					
4. Rayları traverslere bağlayan küçük bağlantı malzemesinin iyi sıkılıp sıkılmadığını kontrol etti.					
5. Ray aşınma miktarlarını ray profil ölçme aleti ile ölçtü.					
6. Raydaki aşınma miktarını hesapladı.					
7. Zimmerman metoduna göre hız ve mukavemet momenti hesabı yaptı.					
8. Yaptığı çalışmayı rapor hâline getirdi.					
9. Zamanı iyi kullandı.					
10. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

11.2. RAY AŞINMASININ NEDENLERİ

Raylardaki aşınma; kullanılan malzemeye, demiryolu araçlarının hızına ve yola bağlı olarak gelişme gösterir.

Tespiti ve ölçümü yapılabilen belirli ray aşınma nedenleri şu şekildedir:

- Bandaj çeliğinin ray çeliğinden daha sert olması
- Bazı lokomotif ve vagonların boji takımlarının özelliği
- Fazla lase ve yalpa hareketleri (Lase hareketleri yanal, yalpa hareketleri düşey aşınmalara neden olur.)
- Fren veya demeraj (ilk hareket) etkisi (banliyö bölgelerinde)
- Kurplardaki deverin fazla veya eksik olması
- Kurplarda merkezkaç kuvvetinin neden olduğu kurp dış rayına intikal eden kuvvetler
- Patinajı önlemek için dökülen kum
- Tekerlek bodenlerinin aşınmış ve normal şeklini kaybetmiş olması
- Trenlerin verilen hızdan fazla hız yapması
- Yol açıklığının toleransları dışında olması (gereğinden az veya fazla olması)
- Yoldaki bağlantı malzemelerinin sıkılı ve bakımlı olmaması
- Yoldaki dresaj bozuklukları
- Yolda düşüklüklerin olması, doğru yollarda her iki rayın aynı seviyede olmaması
- Yola intikal eden düşey yüklerin normalden fazla olması (özellikle fazla yük veya hatalı yükleme sonucu)
- Yoldaki tren trafiğinin yoğunluğu

11.2.1. Rayların Aşınmasına Karşı Alınacak Önlemler

Aşınmaya maruz bölgelerde iklim şartları uygun ise sert raylar kullanılmalıdır. Tek istikamette çalışan lokomotif ve vagonların bodenleri, sağ ve sol kurplar birbirine eşit olmadığı için eşit aşınmamaktadır. Çok aşınmış boden ray aşınmasını hızlandıran bir faktördür. Rayın aşınma yüzeylerinde yağlama suretiyle önlem alınması gerekir. Ray yağlaması, kurplarda dış ray iç yanaklarına; makaslarda göbek iğne uçlarına, tavşanayaklarına ve eğri dil ucu iç yanaklarına yapılır.

Özellikle konvansiyonel hatlarda, coğrafi yapıdan veya makas geçişlerinden önce ya da sonra, kurpların olduğu yerlerde, trenin dönmesi sırasında raya olan sürtünmeden doğacak ray ve tekerlek deformasyonlarını minimuma indirmek amacıyla ray yağlama sistemleri kullanılmaktadır. Ayrıca bu sistemler ortaya çıkan gürültüyü de azaltmaktadır.

Ray yağlama usulleri şunlardır:

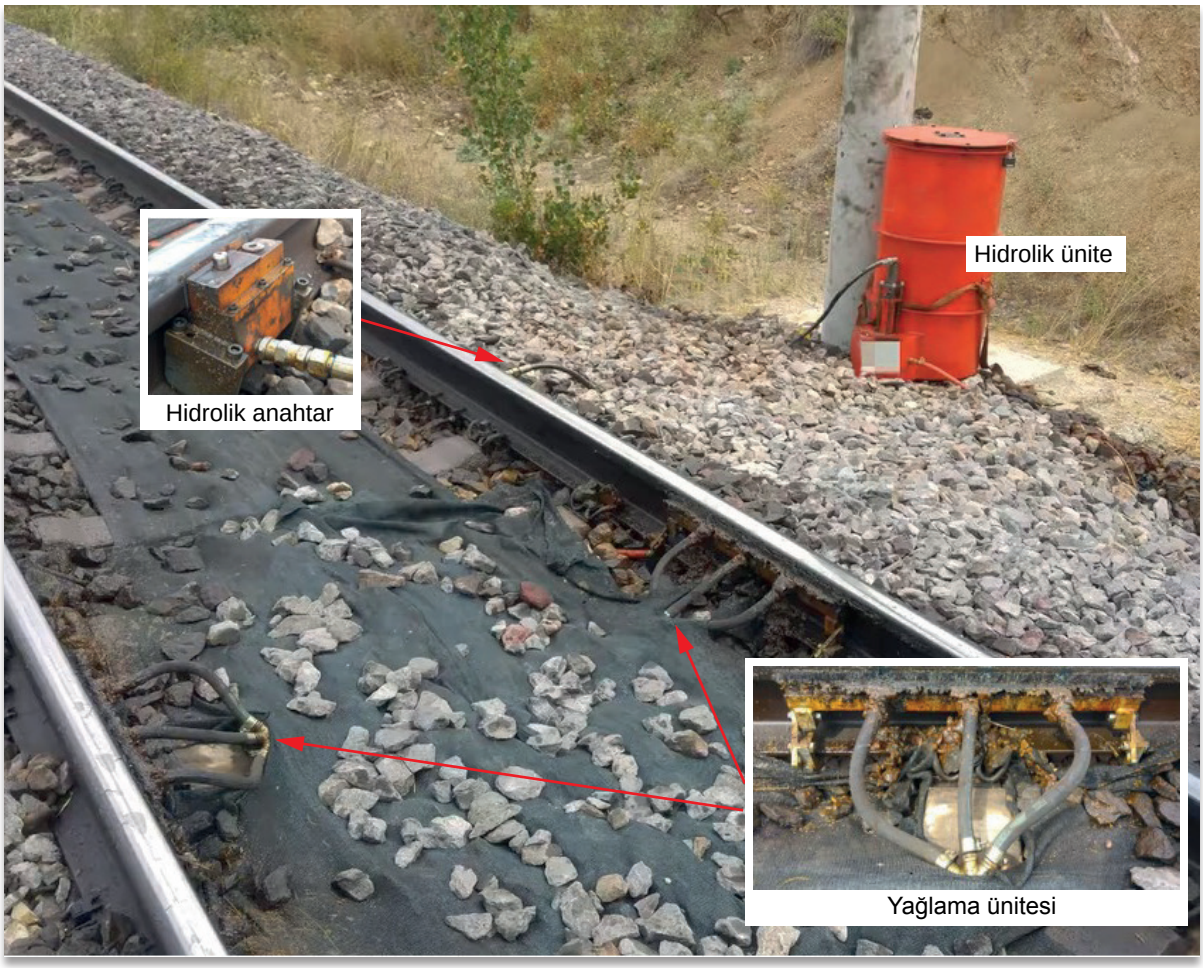
Elle Ray Yağlama

- İşçi marifetiyle mantar yanaklarının yüzeyleri grafitli gres yağı kullanılarak yağlanır.
- Yağlama tren trafiği dikkate alınarak her gün veya birkaç günde bir yapılır. Yağlama sırasında yağın ray mantarının üzerine çıkması tren trafiğini olumsuz yönde etkilediğinden kurplar atlamalı olarak yağlanır. Atlanan kurplar dönüşte veya ertesi gün yağlanmalıdır.

Yerel Yağlama Apareyleriyle Ray Yağlama

- Ray gövdelerine yağlama apareyleri bağlanmak suretiyle yapılır (Görsel 11.4).
- Bağlı bulunduğu ray dizisi üzerindeki kurpların dış dizi rayları ile bodenlerin yağlanmasını sağlar.
- Aparey silindirlerinin içerisine grafitli gres yağı konulur.

- Apareyler, trenlerin tek yönlü çalıştığı hatlarda rayların yanal olarak önemli derecede aşınmamış olduğu PO-TO arasında konumlandırılmalıdır.
- Trenlerin çift yönlü çalıştığı hatlarda ise kurpların orta noktasında bir yere takılmalıdır.



Görsel 11.4: Rayların aşınmaya karşı yağlanması

Boden Yağlama Cihazlarıyla Ray Yağlama

- Raylar lokomotiflere yerleştirilen boden yağlama cihazları ile de yağlanmaktadır.
- 1998 yılından itibaren kullanılmaya başlanan cihazların esas amacı lokomotif bodenlerinin aşınmasını önlemektir.
- Cihaz, lokomotif hızı 9 km/h'i geçtiğinde önceden belirlenen mesafeye veya zamana göre ayarlanabilen aralıkta, hava-yağ karışımını 1. ve 4. tekerleklerden bodenlere püskürtmektedir. Her püskürtmede yağlama süresi 8 saniyedir.
- Uygulamada genel olarak aliymanlarda 400 m'de bir yağlama yapılır. Zamana göre ise 10-160 sn. ara ile yağlama ayarı yapılabilir.
- Özel ithal yağ kullanılır. Boden ile ray arasına sıkışan yağ diğer bodenlerin de geçişleri esnasında yağlamaktadır. Bu esnada bodenlerin yağı sürtmesiyle ray da yağlanmaktadır.
- Kurplarda, kurp sensörü tarafından verilen sinyaller doğrultusunda boden yağlama yapılır. Lokomotif kurba girdiğinde ister mesafeye ister zamana bağlı olarak çalışıyor olsun, kurpta yağlama sistemi otomatik olarak devreye girer.
- Kurplarda 2 sn. ara ile yağlama yapılır. Lokomotif kurptan çıktıktan sonra tekrar zaman veya mesafeye bağlı yağlama düzeninde cihaz çalışmaya başlar.

11.2. UYGULAMA: RAY AŞINMALARININ NEDENLERİ

Amaç: Ray aşınmalarının nedenlerini tespit etmek.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ve raylardaki aşınmanın nedenlerini tespit ederek çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Çelik metre, dever ve ekartman ölçme aleti, ray aşınması ölçme aleti, tebeşir, uygulama formu

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Uygulama yapacağınız yol üzerinde bir başlangıç noktası belirleyiniz.
6. Başlangıç noktasından itibaren öğretmeninizin belirlediği miktarda yol kesimini kontrol ederek raydaki aşınmaları tespit ediniz.
7. Yol kesiminde tespit ettiğiniz aşınmaların kaçıncı metrelerde olduğunu Tablo 11.4'e yazınız.
8. Tespit ettiğiniz aşınmanın sağ veya sol rayda olma durumuna göre Tablo 11.4'te ilgili kutucuğu işaretleyiniz.
9. Gerekli ölçüm ve kontrolleri yaparak raydaki aşınmaya nelerin sebep olduğunu tespit ediniz.
10. Tespit ettiğiniz aşınmaların sebebini Tablo 11.4'e yazınız.
11. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Tablo 11.4: Rayda Tespit Edilen Aşınmaların Nedenleri

Mesafe	Sağ Ray	Sol Ray	Rayın Aşınma Sebebi
0 m			

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

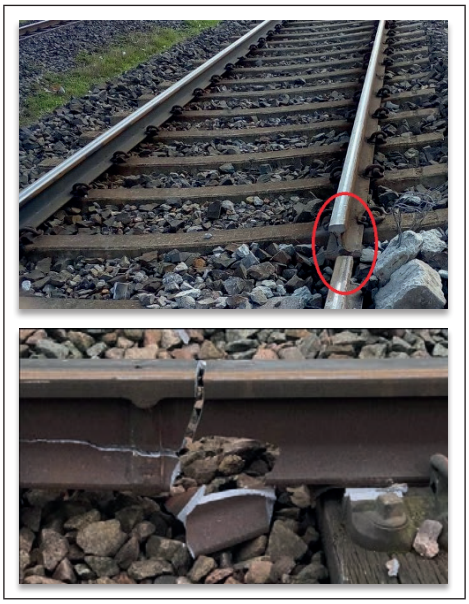
"RAY AŞINMALARININ NEDENLERİ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Rayların aşınma türünü tespit etti.					
3. Raylardaki aşınmaya nelerin sebep olduğunu belirledi.					
4. Aşınma sebeplerini gösteren tabloyu doğru doldurdu.					
5. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

11.3. ARIZALI RAYLARDA ALINACAK ÖNLEMLER

Demiryollarında apleti olmuş rayların tespit edilmesi, arızalı rayların değiştirilmesi ve küçük malzemelerin kontrol edilerek sıkılması olası kazaların önüne geçecektir. Raylardaki apletilik miktarlarının tespiti ve ray değişiminde uygulanacak kurallar önem kazanır. Ray arızalarında rayların taşınma, yüklenme ve indirilme işlemleri yapılırken, iş güvenliği ve işçi sağlığı göz önünde bulundurularak bir dizi önlemlerin alınması gerekir.

11.3.1. Ray Kırılmaları

Rayın herhangi bir yerinde, uzun veya kısa zamanda kırılmaya yol açabilecek malzemedeki süreksizlikler, ister gözle görülsün ister görülmesin çatlak kabul edilir. Rayda çatlak görülürse ray kırık demektir, derhâl rayın değiştirilmesi gerekir (Görsel 11.5).



Görsel 11.5: Ray kırıkları

11.3.2. Ray Kırılmasının Nedenleri

Ray kırılmasının nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Soğuk havalarda apletili vagon veya makine seyretmesi.
- Rayda imalat hatası olması, ray kaynağının hatalı yapılması.
- Ray bağlantı malzemelerinin eksik, kırık veya laçka olması.
- Traverslerin kırık, ekerli veya aralıklarının fazla olması.
- Balastın kirli, topraklı veya az olması.
- Yolda tasman gibi düşey (şaküli) düşüklerin olması.
- Platformun don ve çamurlu olması.
- Dingil basıncından fazla yük yüklenmesi veya hatalı yükleme yapılması.
- Trenlerin normalin üstünde hız yapması.
- Kurplardaki deverin fazla veya az olması.
- Raydaki aşınmanın fazla, malzemenin yorgun olması.
- Patinaj sonucu rayda oyulmaların (apleti) meydana gelmesi.
- Genleşme aralıklarının normalden fazla olması.

11.3.3. Ray Kırılmalarında Alınacak Önlemler

- Kaynak kırılmalarında acil tedbir olarak kaynağın yerine oturması için oyulmuş özel cebire ile kırık kaynak bağlanmalıdır.
- Kırık kaynak altlarının burajı ve malzeme bakımı yapılıp kırık yere ahşap takoz takılmalıdır.
- Kırık yere bağlanan cebire, maşa şeklinde ayrılmalar gösteriyorsa ray kısa sürede değiştirilmelidir.
- Kırıklar verev şeklindeyse vuruntular nedeniyle kırıklarda kısa sürede mantar atmaları olacağından ray en kısa sürede değiştirilmelidir.
- UKR'li yollarda kırık ray kupon rayla tebdil edilip kaynak yapılırken her iki taraftan 50'şer metrelik kesimde ray gerilimi alınmalıdır.
- Özürlü ve kırılması muhtemel çatlak kaynaklar kontrol altına alınmalı, cebire ve takozla takviye edilmelidir.
- UKR'li yollarda kırık ray geçici bir cebire ile bağlanarak kırılan kesimin altı takozla beslenir. Kırılan bölgede, her iki tarafın en az 20 metrelik kesiminde antişöminman takozları bağlanarak rayın ileri geri hareketi önlenir. Ayrıca küçük malzeme bağlantıları sıkılmalıdır.

11.3.4. Raylarda Apleti ve Apletilik Miktarları

Lokomotiflerin patinaj yapmasıyla rayların bir veya birkaç yerinden oyulmasına **apleti** denir. Tablo 11.5'te verilen apletilik miktarını aşan raylar değiştirilmelidir.

Tablo:11.5: Apletilik Miktarları

	Derinlik	Boy	Yükseklik
Apletilik	1 mm	60 mm	----
Katmer (yığıntı)	---	60 mm	1 mm

11.3.5. Raylarda Ondülasyon ve Hepçek Arızaları

Üstyapı içerisinde traversin görevlerinden en önemlisi mesnet olma özelliğidir. Ancak bazen traversler, bağlantı malzemelerinin görev yapamaması veya yoldaki düşey eksen arızaları (nivelman arızaları) gibi nedenlerle mesnet görevi yapamayacak biçimde yerinden oynayabilir. Bu traverslerin dolayısıyla da rayın, özellikle iki travers arasında dingil ağırlığından dolayı farklı çökmeler göstermesiyle rayda ondülasyonlar meydana gelir. Tekerleğin ilk hareketi esnasındaki aderansı (raya yapışma) veya kumlamalar gibi nedenlerle ray mantarı yuvarlanma yüzeyinde, tırtıklı ve verev şeklinde açılı ve sık aşınmalar meydana gelir. Bunlara **hepçek (head checks)** denir. Hepçekler ondülasyonların büyük hâlidir. Ray mantarı yuvarlanma yüzeyindeki bu arızalar, yola gelen statik ve dinamik yüklerin artmasına ve dolayısıyla üstyapı malzemelerinin deforme olmasına neden olur. Bu arızalar daha büyük zararlara yol açmadan taşlama makineleriyle taşlanmalıdır.

11.3.6. Ray Oksitlenmeleri

Rayların kimyasal yapıları gereği su, nem ve topraktan etkilenerek yüzeylerinde meydana gelen çürüme, kabuklanma, paslanma, küçük ve sık delikler şeklindeki bozulmalara **ray oksitlenmeleri** denir.

a) Ray Oksitlenmelerinin Meydana Geldiği Yerler

- ► Havadaki nem oranının yüksek olduğu hat kesimleri
- ► Sulu zeminler ve rayların su ile temas ettiği yerler (tüneller ve yarmalar gibi)
- ► Rayların toprakla veya kirli balast ile temas ettiği yerler
- ► Rayların birbirine veya başka demir aksama uzun süreli temasta bulunduğu yerler
- ► Tren trafiğinin az olduğu hat kesimlerindeki iklim şartları

b) Ray Oksitlenmelerine Karşı Alınacak Önlemler

- ► Rayların su teması tamamen önlenmelidir. Bunun için sulu hat kesimlerindeki su, drenaj kanallarıyla hattan uzaklaştırılmalıdır.
- ► Rayların toprakla teması tamamen önlenmelidir. Bunun için mevcut hatlardaki kirli balast elenmelidir. İstif hâlindeki rayların zeminle temas noktalarına beton ya da ahşap ızgara konmalıdır.
- ► Rayların birbiriyle temas ettiği yerlerde temas eden yüzey yağlanmalıdır. İstif hâlindeki rayların aralarına da ahşap veya beton ızgaralar yerleştirilmelidir.
- ► Nem oranı yüksek hat kesimlerinde çelik oranı yüksek raylar tercih edilmelidir.

11.3.7. Ray Değiştirilmesinde Uygulanacak Kurallar

- ► Ray değiştirilmesinde kullanılacak kupon rayın başları, travers aralarını ortalayacak şekilde ve uzunlukta -en az 8 m- olmalıdır. Hızlı tren hattındaki kaynaklarda en az 10 m'lik kupon ray kullanılmaktadır.
- ► Sökülecek bağlantı malzemesi 8-10 gün önce motorin veya ince yağ ile yağlanmalıdır.
- ► Ray değiştirilmeye başlanmadan önce blonlar anahtar ile birkaç diş gevşetilip tekrar sıkılmalı, çalışmayan blonlar tespit edilip çıkartılmalıdır.

- Bir kurbun aşınmış olan rayları bir defada değiştirilmelidir.
- Ray arızaları sebebiyle tek tek veya yan yana birkaç tane ray değiştirilecekse yeni atılacak rayların yoldaki mevcut raylardaki düşey ve yanal aşınmaya uyacak raylardan seçilmesi gerekir.
- Tebdil sonucu raylar arasında oluşabilecek yükseklik farkları giderilmelidir. En uygun ve sürekli çözüm, seviye farkının elektrik ark kaynağı ile dolgu yapılarak giderilmesidir.
- Rayların değiştirilmesi sırasında gereken blon, cebire, selet ve benzeri bağlantı malzemeleri önceden hazırlanmalıdır.
- Sinyalizasyon bölgelerindeki ilgili elemanlar gerekli malzemeleriyle birlikte hazır bulunmalıdır.
- Sıcak ve soğuk günlerde, yolda mefruş raylarda uzama ve kısalmalar meydana gelmemesi için tüm bölgenin daha evvel genleşme aralıkları (imbisat payları) düzeltilmeli ve sökülmeyecek rayların bağlantı malzemeleri iyice sıkılmalıdır. Ray sıcaklığına göre genleşme aralıkları ayarlanmalıdır.
- Ray kesme ve ray delme makineleri faal hâlde bulundurulmalıdır.
- Ray tebdili, yolun usulüne göre kapatılması ve emniyete alınması suretiyle yapılmalıdır.
- Ray tebdili ilk geçecek tren arkaya alınarak yapılmalıdır.
- UKR'li yollarda tebdil edilen rayda en kısa zamanda kaynak yapılmalıdır. Kaynak, optimum sıcaklık toleransları içinde gerilim alınarak yapılmalıdır. Acil durumlarda ray değiştirilecekse kaynak yapılıncaya kadar yola 30 ila 70 km/h arasında seyir kısıtlaması konulmalıdır.

11.3.8. Rayların Yüklenmesi, Taşınması ve İndirilmesi

Raylar, demiryolu sektöründeki ihtiyaca göre farklı uzunluklarda üretilebilmektedir. Ray uzunluğunu kısıtlayan en önemli faktör nakliyedir, çünkü ray boyları uzadıkça nakliye sırasında problemler ortaya çıkacaktır. 24-36 m uzunluğundaki rayı tek vagona yüklemek mümkün olmadığından bu raylar birden fazla vagon üzerine yüklenerek sevk edilmelidir. Bu yüklemelerde ilgili yönetmeliklere ve talimatlara da uyulmalıdır. 12-18 m uzunluğundaki raylar vagonlardan boşaltılırken, vagonun yanına bir iskele yapılıp raylar kaydırılarak bu iskeleden indirilmelidir. Rayların indirildiği zemin düzgün olmalı, yükleme ve boşaltma işlemleri sırasında rayların birbirine veya herhangi bir yere çarparak zarar görmemesine dikkat edilmelidir. Boşaltma işlemleri vinçle yapılıyorsa rayın en az iki yerine sapan takılmalıdır. 24-36 m uzunluğundaki raylar vagonun baş tarafından indirilmelidir. İniş sırasında, rayın son kısmında bulunan ray ucunun vagondan aniden düşerek yere çarpmasını engellemek için vagonun sonuna bir kayma sathı yapılmalıdır. Fabrikalarda çeşitli boydaki rayların birbiriyle alın kaynağı yapılarak 160-180 m uzunluğunda raylar elde edilmektedir. Bu raylar, kullanılacakları bölgelere özel vagonlarla sevk edilmelidir (Görsel 11.6). Raylar vagonlara bindirilirken en arkadan yola halat bağlanmalı ve halat vagonlar içinden en öne uzatılmalıdır. Oto vinci yardımıyla ray ucu yerden alınıp vagon üzerine bindirilmelidir. Bindirilen raylar halata bağlanmalı ve çekilerek vagonların üzerine indirilmelidir. Rayların kaymasını kolaylaştırmak için vagonların ön ve arkaları ile içlerine belirli aralıklarla üzeri yağlı demir traversler konmalıdır.



Görsel 11.6: Rayların vagonlarla taşınması

Bir vagona yüklenebilecek uzunluktaki raylar vagonlara yerleştirilirken şu kurallara dikkat edilir:

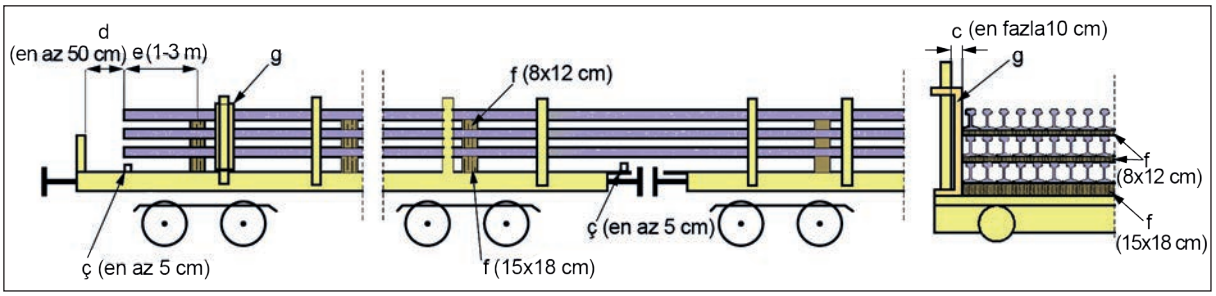
a) Raylar, yüksek kenarlı açık vagon ve platform tipi vagonlarla taşınır.

b) Raylar, vagonlara yüklenirken vagon kenarlarından veya dikmelerden en az 10 cm boşluk kalacak şekilde istifli sıralar hâlinde yüklenir ve emniyete alınır.

c) Her katman ray arasına, 3 adetten az olmamak üzere en az 3 metrede bir uygun kalınlıkta ağaç ara parçalar ve kenarlarında yeterli yükseklikte takozlar kullanılır.

ç) Gerekli görülmesi hâlinde vagonlara yüklenen ray katmanları kendi aralarında dolaylı olarak bağlanabilir.

Birden fazla vagona yüklenebilecek uzunluktaki raylar vagonlara yerleştirilirken şu kurallara dikkat edilir (Şekil 11.2):



Şekil 11.2: Rayların vagonlara yerleştirilme ölçütleri

a) Raylar platform veya alçak kenarlı platform vagonlara yüklenir. Uzunlukları 36 metreye kadar olan raylar alçak kenarlı platform vagonlara da yüklenebilir.

b) Raylar; ray tabanları, taban kirişleri veya ağaç parçalar üzerine gelecek şekilde yan yana konulmak suretiyle en fazla dört sıra hâlinde yüklenir.

c) Raylar ile vagon dikmeleri arasında yaklaşık 10 cm boşluk bırakılır.

ç) Açılmış vagon alın kapakları ve vagon tabanı ile raylar arasına, dikey yönde en az 5 cm boşluk kalacak şekilde destek konur.

d) Vagon alın kapakları ile raylar arasında en az 50 cm boşluk bırakılır.

e) Baştaki ve sondaki ağaç ara parçalar ile rayların arasındaki mesafe 1-3 m arasında olmalıdır.

f) Kullanılacak ara parçalar tüm yükleme genişliğine denk gelecek şekilde, tek bir parçadan imal edilmiş sağlam ağaçtan olmalıdır. Vagon tabanında kullanılan ara parçalar yaklaşık 15x18 cm, ray sıraları arasına konulan ara parçalar ise yaklaşık 8x12 cm ebadında olmalıdır.

g) Raylar, enlemesine dikmelerle vagonun baş tarafındaki dikmelere dönmeyecek şekilde geçirilmiş bükülmez dayanma parçaları ile emniyete alınır.

ğ) En alttaki sıranın altına yerleştirilen ara parçalar vagonun tabanına çivi ile tutturulur. Ayrıca vagonun tabanını sıkıca kavrayan sivri uçlu kancalar ile vagon emniyete alınır.

h) Dingilli vagonlarda vagon yükleme kapasitesinin en fazla %75'i, bojili vagonlarda ise vagon yükleme kapasitesinin en fazla %85'i kullanılır.

11.3.9. Rayların Yedek Olarak Bekletileceği Yerlere İstiflenmesinde Dikkat Edilecek Konular

- İstifin yapılacağı yer, vagondan yükleme ve boşaltma yapmaya uygun olmalıdır.
- Rutubetten uzak olmalıdır (Deniz ve dere kenarında olmamalıdır.).
- İstif yeri düzeltilmeli, gerekirse mıcır yayılıp stabilize edilerek yolda ot çıkması ve su birikintisi oluşması engellenmelidir.
- İstif için yapılacak iskelenin altına, önce aralıklı olarak eski ahşap veya beton traversler dizilmelidir. Dizilen bu traversler üzerine yola dik olarak 4-5 m aralıklarla raydan iskele yapılmalıdır.
- Raylar iskele üzerine kaydırılarak indirilmeli, birbirine değmeyecek ve 5 mm aralıklı olacak şekilde dizilmelidir.
- Birinci sıra ray istifi tamamlandıktan sonra, raylar üzerine dikine bir şekilde yine 4-5 m ara ile ray konularak ikinci sıra bu raylar üzerine yapılmalıdır. Raylar kesinlikle kapaklama yapılarak istiflenmemelidir.
- Ray istifi altında ve yanında otların büyümesine, su birikintilerine müsaade edilmemelidir.
- Raylar, istiflendikleri yerlerde uzun süre bekletilecekse yılda bir defa iyi cins yağ sürülerek yağlanmalı ve rayların oksitlenmesi önlenmelidir.

11.3. UYGULAMA: ARIZALI RAYLARDA ÖNLEM ALMA

Amaç: Kırılan veya apleti olan raylarda gerekli önlemleri almak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek kırılan ya da apleti olan rayların tespitini ve değişimini yapınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Kazma, kürek, kriko, bağlantı malzeme anahtarı, tebeşir, bağlantı malzemesi, gres yağı, ray aşınması ölçme aleti, manivela, ray kancası, sentil, balyoz, tirfonöz makinesi, çelik metre

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
3. Rayları gözle ve ölçü aletleriyle muayene ederek aşağıda belirtilen durumlarda olan rayları tespit ediniz.
   - Çatlak olanlar
   - Tabanı incelmiş olanlar
   - Gövdesinde lüzumsuz delik bulunanlar
   - Derin patinaj izleri bulunanlar
   - Mantarı ezilmiş olanlar
   - Ondüle olmuş olanlar
   - Aşınma toleransını geçmiş olanlar
4. Tespit ettiğiniz arızalı rayları işaretleyiniz ve not alınız.
5. Değiştirilecek raya ait bağlantı malzemelerini sökünüz ve rayı çıkarınız.
6. Yeni rayı çıkarılan rayın yerine yerleştiriniz.
7. Rayların küçük malzemelerini sıkınız ve cebireleri yağlayınız.
8. Travers bulonlarını yağlayınız.
9. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"ARIZALI RAYLARDA ÖNLEM ALMA" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Rayları gözle ve ölçü aletleriyle kontrol etti.					
3. Tespit ettiği arızalı rayları işaretledi.					
4. Değiştirilecek raya ait bağlantı malzemelerini söktü.					
5. Değiştirilecek rayı yerinden çıkardı.					
6. Yeni rayı çıkarılan rayın yerine yerleştirdi.					
7. Rayın küçük malzemelerini sıktı ve cebireleri yağladı.					
8. Travers bulonlarını yağladı.					
9. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

11.4. RAYLARDA YÜRÜME (ŞÖMİNMAN)

Rayların çeşitli nedenlerle ileri-geri hareket etmesine **ray yürümesi (şöminman)** denir. Ray yürümesi en fazla trenlerin seyir istikametinde görülür. Ray yürümesi sonucu ray genleşme aralıkları (imbisat payları) bozulur, yolda dresaj hataları meydana gelir. Ray yürümesi, üstyapının diğer elemanlarına zarar verir.

11.4.1. Ray Yürümesinin Nedenleri

- Yolda eğimin fazla olması
- Yoldaki bağlantı malzemelerinin noksanlığı veya laçkalığı
- Trenlerin frenaj-demeraj etkileri
- Ani sıcaklık değişimleri (rayların geriliminin alınmamış olması)
- Travers mihver mesafelerinin normalden fazla olması
- Yolun “N” tipi bağlantılı veya traverslerin seletsiz olması
- Yolun bakımsız olması
- Yolda antişöminman takozlarının bulunmaması veya sıkılı olmaması
- Yolda yeterli balastın olmaması
- Yola etki eden dingil basıncının fazla olması
- Ray genleşme aralıklarının (imbisat payları) ayarsız olması
- Contalardaki ray başlarında seviye farkının olması
- Platform ve altyapının sağlam olmaması

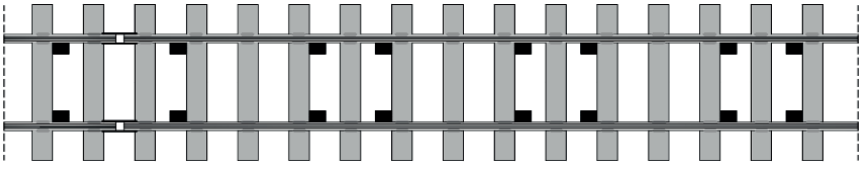
11.4.2. Raylarda Yürümenin Meydana Geldiği Yerler ve Antişöminman Takozlarının Kullanılması

Raylarda yürüme en fazla aşağıda belirtilen yerlerde görülür:

- Baş makaslardaki contalarda
- İzoleli contalarda
- Kantar contalarında
- UKR’li imbisat contalarında (nefes alma bölgelerinde)
- Uzun kaynaklı ray bölgesinde kalan çelik köprülerde
- Yüksek eğimli hat kesimlerindeki contalarda

Buralarda antişöminman takozları kullanılarak önlem alınır. Antişöminman takozlarının kullanılmasında aşağıdaki hususlara dikkat edilir:

- Antişöminman takozları rayların yürüdüğü istikametin tersine çalışacak şekilde yani yürümeyi engelleyecek şekilde raylara bağlanır.
- Travers yanakları, antişöminman takozlarına tam yapışacak şekilde yanaştırılır. Traverslere yapışık olmayan takozlar görev yapmaz.
- Antişöminman takozlarının sayısı, eğime ve yürümenin büyüklüğüne göre tespit edilir. Eğim büyüdükçe antişöminman takozu ilave edilir.
- Antişöminman takozları optimum sıcaklık toleranslarında (+3 ve -3) bağlanmalıdır (Şekil 11.3**)**.



Şekil 11.3: Antişöminman takozlarının yola bağlanışı

- Antişöminman takozları, conta başlarından itibaren birinci travers atlanarak ikinci traverse konulur. Takozlar, iki traverste bir aynı doğrultuda olacak şekilde şaşırtmalı olarak konulmalıdır.
- UKR'li yollarda ve ray boyu 324 m ve daha büyük olan imbisat contalarında, uzun kaynaklı rayların makaslara ve çelik köprülere bağlandığı contalarda, raylardaki uzama ve kısalmaya karşı emniyetin sağlanması gerekir. Bunun için ray uçlarından itibaren en az 50 m'lik kesimde, her 37 traverste bir 74 adet antişöminman takozu bağlanmalıdır (Görsel 11.7).
- Ray boyu 36 m'den küçük contalarda, en az 12 traverse 24 adet antişöminman takozu bağlanmalıdır.
- Ray boyu 36 m'den büyük ve 324 metreden küçük contalarda, en az 14 traverse 28 adet antişöminman takozu bağlanmalıdır.



Görsel 11.7: Antişöminman takozu uygulaması

11.4.3. Genleşme Aralığı ve Genleşme Aralığının Düzenlenmesi

Contalarda iki ray ucu arasında bir miktar aralık bırakılır. Buna genleşme aralığı yani imbisat payı denir. Bu aralıklar raylar ısındıkça kapanır, soğudukça açılır. Aralıklar, rayın boyu ve rayın ferşindeki ray ısısıyla orantılı olarak değişir. Yeni bir yol döşenirken rayın ısısı devamlı ölçülerek, tespit edilen optimum ray sıcaklığına göre hesaplanacak genleşme payları verilir.

Döşenmiş ve genleşme aralıkları düzenlenmiş bir yolda küçük malzeme bakımının iyi olmaması, noksan olması, yüksek eğimin olması, fren mıntıkası olması, ray ısısının o bölgedeki kabul edilmiş ortalama ray ısısının üstüne çıkması gibi sebeplerle genleşme aralıkları bozulur. Bozulmuş genleşme aralıkları sebebiyle cebire blonlarında kesmeler, eğilmeler meydana gelir. Bu durum, uzun süre düzeltilmezse ray başları ezilir; contadaki travers deforme olur. Genleşme aralıklarının hava sıcaklığındaki ani yükselmeler sebebiyle kapanması hâlinde yol ekseninde bozulmalar, başka bir deyişle dirsekler (flambaj) meydana gelir. Bozulan genleşme aralıkları ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yeniden düzenlenmelidir.

Genleşme aralıkları düzenlenirken dikkat edilecek konular şunlardır:

- Uzun kaynaklı bölgelerde köprü, viyadük, tünel ve hemzemin geçitler üzerine imbisat contası bırakılmamalıdır.
- Cebire ve sökülmüş conta üzerinden tren geçirilmemelidir. Çalışma sırasında trenin geçirilmesi gerektiğinde, contada trenin gelişi yönündeki ray ucuna yakın deliğe en az bir blon takılarak cebire bağlanmalıdır.
- Ray salyasında contadaki açıklık 50 mm'yi geçmemelidir.
- Yolda hiçbir zaman 30 mm'den fazla imbisat bırakılmamalıdır.
- Raylarda gönye açıklığı 70 mm'den fazla olmamalıdır.
- Trenlerin geçişi için küçük malzeme tamamen sökülmeyip sadece gevşetilmelidir.
- Contalı yollarda, ray sıcaklığı optimum sıcaklığın -20 ila +15 derece arasındayken çalışma yapılmalıdır.
- UKR'li yollarda imbisat düzenlemesi yapılmamalıdır.

11.4.4. Genleşme Aralığı Hesaplamaları

Germe veya ısınma sebebiyle raylarda uzama veya kısalmalar meydana gelir. Bu durumda raylar genleşir. Rayların yola döşenmesi esnasında mevcut ray ısısına göre genleşme aralıkları (imbisat payları) hesaplanmalıdır. Zorunlu olmadıkça raylar o hat kesimine ait optimum ray sıcaklığından +3 derece fazla sıcaklıkta ferş edilmemelidir. Ferş edilirse de genleşme aralığı bırakılmamalıdır. Genleşme aralığı şu formülle hesaplanır:

$$e = \frac{L \times t \times a}{100}$$

t = Optimum sıcaklık aralığı üst limiti ile ölçülen ray ısısı arasındaki fark

a = Çelik uzama kat sayısı 1,15 x 10 − 5 (Formüle göre a = 1,15 alınır.)

e = mm olarak uzama veya kısalma miktarı. L x t x a (Bu formülde kısaltma yapılarak 10 − 5 değerini kaldırmak için formüldeki gibi L boyu m cinsinden yazılıp çıkan değer 100'e bölünür.)

L = Serbest ray boyu (m olarak)

100 m'ye kadar olan ray uzunluklarında ray boyu aynen alınır. 100 m'den uzun raylarda nefes alma uzunluğu 100 m (50 + 50) kabul edilerek yine 100 m alınır.

Örnek: Optimum ray sıcaklığı 22 °C olan bir hatta, mevcut ray sıcaklığı 10 °C, uzunlukları ise 216'şar m olan iki rayın contasında bırakılması gereken genleşme aralığı (imbisat aralığı) kaç mm olmalıdır?

Çözüm:

L = 100 m

a = 1,15

t = (22 + 3 = 25) 25 − 10 = 15 derece

$$e = \frac{L \times t \times a}{100} = \frac{100 \times 15 \times 1,15}{100} = 17,25 \text{ mm}$$

SIRA SİZDE

Optimum ray sıcaklığı 23 °C olan bir hatta, mevcut ray sıcaklığı 5 °C, uzunlukları ise 36'şar m olan iki rayın contasında bırakılması gereken genleşme aralığı (imbisat aralığı) kaç mm olmalıdır?

Tablo:11.5: Sıcaklıklara Göre Conta Aralıkları

°C Isı	Conta Aralıkları				Açıklamalar
	12 m	18 m	24 m	36 m	
	mm	mm	mm	mm	
(+) 46 ve yukarı	0	0			46 °C ve yukarı 0 mm'dir.
(+) 40 - 45	0,7	1	0		40 °C ve yukarı 0 mm'dir.
(+) 35 - 39	1,4	2,1	1,4	0	35 °C ve yukarı 0 mm'dir.
(+) 30 - 34	2,1	3,1	2,8	2,1	
(+) 25 - 29	2,8	4,1	4,1	4,1	
(+) 20 - 24	3,5	5,2	5,5	6,2	
(+) 15 - 19	4,1	6,2	6,9	8,3	
(+) 10 - 14	4,8	7,2	8,3	10,4	
(+) 5 - 9	5,5	8,3	9,7	12,4	
(+) 0 - 4	6,2	9,3	11,0	14,5	
(-) 1 - 5	6,9	10,4	12,4	16,6	
(-) 6 - 10	7,6	11,4	13,8	18,6	
(-) 11 - 15	8,3	12,4	15,2	20,7	

11.4. UYGULAMA: RAY YÜRÜMELERİNE KARŞI ÖNLEM ALMA

Amaç: Ray yürümelerine karşı gerekli önlemleri almak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek raylarda şöminman takozlarının yerleştirilmesi uygulamalarını yapınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Kazma, kürek, kriko, bağlantı malzeme anahtarı, tebeşir, bağlantı malzemesi, gres yağı, manivela, sentil, balyoz, tirfonöz makinesi, çelik metre

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Raylarda yürümenin meydana geldiği yerleri tespit ediniz.
6. Rayların imbisat payını normal hâle getiriniz.
7. Küçük bağlantı malzemelerini iyice sıkınız.
8. Yolu antişöminman takozları kullanarak takviye ediniz.
9. Eğim büyüdükçe antişöminman takozu ilave ediniz.
10. Traversler arasındaki balastı yeterli miktara getiriniz.
11. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"RAY YÜRÜMELERİNE KARŞI ÖNLEM ALMA" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Raylarda yürümenin meydana geldiği yerleri tespit etti.					
3. Rayların imbisat payını normal hâle getirdi.					
4. Küçük bağlantı malzemelerini iyice sıktı.					
5. Yolu antişöminman takozları kullanarak takviye etti.					
6. Eğim büyüdükçe antişöminman takozu ilave etti.					
7. Traversler arasındaki balastı yeterli miktara getirdi.					
8. Zamanı iyi kullandı.					
9. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (…) Ray tipine göre aşınma limiti 4 ila 11 mm arasındadır.

2. (…) Ray aşınma miktarları ray profil ölçme aletiyle ölçülür.

3. (…) Malzeme yorgunluğu, eskime ve yıpranma ray kırılmalarının başlıca sebebidir.

4. (…) Raylar döşenirken raylar arasında bırakılan boşluğa şöminman denir.

5. (…) Genleşme aralıkları raylar ısındıkça açılır, soğudukça kapanır.

B. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Ray mantar yanaklarının yüzeyleri grafitli ……. kullanılarak yağlanır.

7. Lokomotiflerin patinaj yapmasıyla rayların bir veya birkaç yerinden oyulmasına ……. denir.

8. Rayların çeşitli nedenlerle ileri geri hareket etmesine ……. denir.

9. Şöminmanın önlenmesi için ……. takozları kullanılır.

10. İmbisat payı hesaplanırken optimum ray sıcaklığı ve ……. ray sıcaklığı bilinmelidir.

C. Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

11. Demiryolunda patinajı önlemek için aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?

A) Raylar yağlanır.
B) Ray tırtıklı hâle getirilir.
C) Raylar kumlanır.
D) Tren hızı düşürülür.
E) Tren hızı artırılır.

12. Aşağıdakilerden hangisi tespiti ve ölçümü yapılabilen ray aşınma nedenlerinden biri değildir?

A) Fazla lase ve yalpa hareketi olması
B) Patinajı önlemek için kum dökülmesi
C) Tekerlek bodenlerinin aşınmış olması
D) Trenlerin verilen hızdan fazla hız yapması
E) Bağlantı malzemelerinin bakımlı olması

13. Rayın değiştirilmesi gereken acil durumlarda yola kaç km/h aralığında seyir kısıtlaması konulmalıdır?

A) 10-20 B) 30-70 C) 40-80
D) 50-80 E) 60-90

14. UKR'li yollarda kırık ray kupon rayla tebdil edilip kaynak yapılırken her iki taraftan kaçar metrelik kesimde ray gerilimi alınmalıdır?

A) 10 B) 20 C) 40 D) 50 E) 70

15. Ray tipi (Δ) 49,050 kg/m olan rayın Robel-B ile alınan ölçüleri; a = 0,2 mm, b = 27 mm, c = 16 mm ve d = 2 mm'dir.

Bu rayın düşey aşınma miktarı kaç cm'dir?

A) 0,82 B) 0,94 C) 1,00
D) 1,20 E) 1,32



TRAVERSLERİN VE MAKASLARIN BAKIM VE TAMİRATI

KONULAR

12.1. ARIZALI MALZEMELERİN BAKIM VE TAMİRİ
12.2. MAKASLARIN DEĞİŞİMİ VE TAMİRİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Arızalı malzemelerin bakım ve tamirini yapma
- Makasların değişimini ve tamirini yapma

ANAHTAR KAVRAMLAR

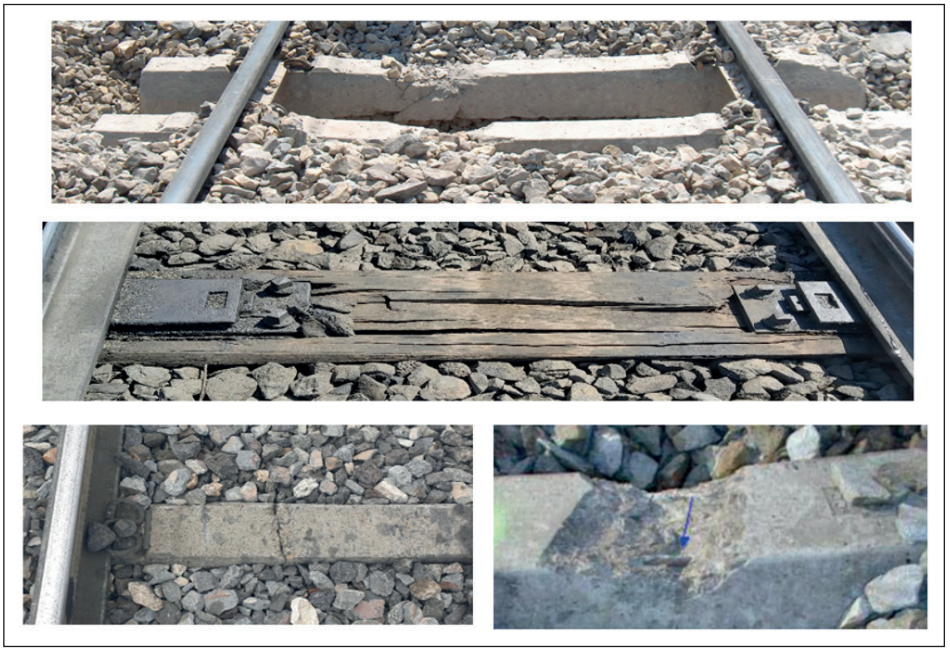
conta, kriko, makas, tirfon, travers

12. TRAVERS VE MAKASLARIN BAKIM VE TAMİRİ

Demiryolunda yapılan düzenli kontroller sayesinde yapı elemalarındaki kusur ve arızalar tespit edilebilmekte, arızaların ilerlememesi için gerekli tedbirler alınabilmekte ve arızalı elemanların bakım ve tamiratları zamanında yapılabilmektedir. Travers, makas ve bunlara ait bağlantı malzemelerinin düzenli bakımlarının yapılması ve olası arızaların giderilmesi, demiryolu ulaşımının kesintisiz ve güvenli bir şekilde devam etmesi için hayati öneme sahiptir.

12.1. ARIZALI MALZEMELERİN BAKIM VE TAMİRİ

Demiryolunda üstyapı elemanlarına etki eden statik ve dinamik kuvvetler, ray aracılığıyla traverslere aktarılmaktadır. Traversler üzerinde oluşan bu çekme ve basınç kuvvetlerinin etkisiyle çatlama, kırılma, eker hatası, tirfon yataklarının laçkalaşması, eğilme, çürüme, aşınma ve soyulma şeklinde çeşitli arızalar meydana gelmektedir. Travers arızaları, traversin cinsine göre değişiklik göstermektedir. Yapıldığı malzemeye göre traverslerin uğradığı deformasyonlar farklıdır. Görsel 12.1'de çeşitli travers arızaları görülmektedir.



Görsel 12.1: Çeşitli travers arızaları

Traverslerin arızalı malzemelerinin bakım ve tamiri için yapılması gereken işlemler aşağıda başlıklar hâlinde verilmiştir.

12.1.1. Travers Değiştirme İşlemleri

► **Hat Üzerinde Tek Traversin Elle Değiştirilmesi**

Traversin elle değiştirilebilmesi için değiştirilecek traversin kenarlarındaki balast boşaltılır ve balast seviyesi traversin alt seviyesinden 50 mm aşağıya düşürülür. Değiştirilecek traversin baş kısmındaki balast seviyesi de traversin alt kenarına kadar düşürülür.

Rayların bağlantı malzemeleri sökülür. Boşta kalan travers, yolun dışına doğru kaydırılır ve yolun dışına çıkartılır.

Değiştirilecek travers hattın dışına alındıktan sonra, hatta konulacak yeni travers aynı yöntemle rayın altına sürülerek yerine yerleştirilir. Traversin yerine yerleşimi ve ekeri kontrol edildikten sonra bağlantı malzemeleri sıkılır ve el aletleriyle travers altı boşluğu doldurulur.

► **Hat Üzerinde Birden Fazla Traversin Elle Değiştirilmesi**

Peş peşe gelen iki veya daha fazla traversin elle değiştirilmesi, elle tek travers değiştirme yöntemi ile aynı şekilde yapılır. Elle travers değiştirilmesi yöntemi ile peş peşe en fazla 3 (YHT hatları için 1) travers değiştirilmelidir. Peş peşe 3 (YHT hatları için 1) traversten fazla traversin değiştirilmesi gerekirse buraj makineleri çalıştırılarak traversi değiştirilen kesimin buraj işlemi yapılır.

► **Alet ve Makine İle Travers Değiştirilmesi**

Alet ve makine ile tek travers değiştirilmesi; değişimin hızlı ve çabuk olması, balast yatağından fazla balast boşaltılmasına ihtiyaç duyulmaması nedeniyle ekonomik bir yöntemdir. Sıralı birçok traversin veya travers grubunun değiştirilmesi sırasında bu yöntem kullanılır.

Traverslerin değiştirilmesinde kullanılacak alet ve donanım, çalışmaların planlanması esnasında belirlenir. Kusurlu traverslerin sökülmesi ve yedek traverslerin bunların yerine monte edilmesi, kullanılacak aletin kullanım kılavuzuna göre yapılır.

► **Travers Değiştirilen Kesimlerde Hattın Tamiratının Yapılması**

Alet, makine veya elle travers değişiminin yapılmasından sonra, hattan çıkartılan balast tekrar yerine konulur ve traversin tamiratı yapılır. Balast profili, tamirat sonrasında dizayn değerlerine getirilir.

► **Travers Değişiminden Sonra Hatta Uygulanacak Hızlar**

Tek traversin değiştirilmesinden sonra hattaki tren trafiği işletme hızı ile devam eder.

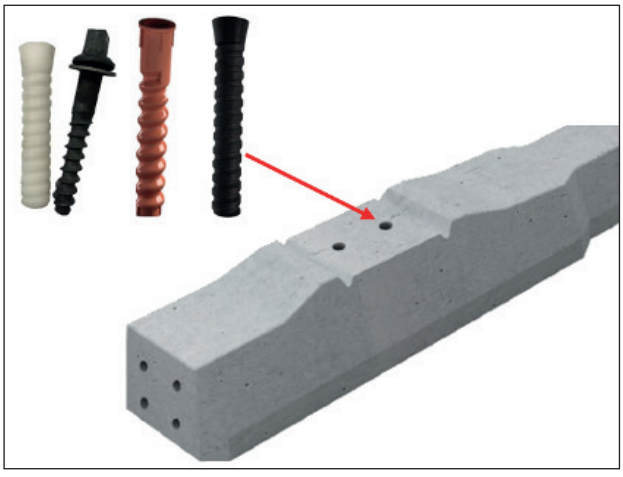
Değiştirilen travers sayısı 2 ila 5 arasında olduğunda (YHT hatlarında sadece 1) değiştirme yapılan kesimdeki tren trafiği konvansiyonel hatlarda 50 km/h, HT ve YHT hatlarında ise 160 km/h tekayyüdatla (sınırlı ve dikkatli geçiş) devam eder. Değişim yapılan kesimde gerekli tamiratların yapılmasının ardından stabilizasyon yapılmasa bile elle veya makineli buraj tamiratı sonrasında tren trafiği normal işletme hızı ile devam eder.

Değiştirilen travers sayısı 6 (YHT hatlarında 2 veya daha fazla) veya daha fazla ise değiştirme yapılan kesimdeki tren trafiği konvansiyonel hatlarda 30 km/h, HT ve YHT hatlarında 100 km/h tekayyüdatla devam eder. Değişim yapılan kesimde elle veya makineli tamiratların yapılmasının ardından işletme hızı normale döndürülür.

12.1.2. Traverslerin Dübelleri Değiştirilirken Dikkat Edilmesi Gereken Konular

Çatlak ve deforme olmamış beton traverslerde tirfon yataklarındaki dübel eksiklikleri ve tirfon laçkalıkları giderilmelidir. Özellikle eskiden kullanılan ahşap dalgalı takozların parçalanması veya çürümesi sonucu tirfonlar laçkalaşmakta, kurplarda ekartman koruması sağlanamamaktadır. Bu olumsuzlukların düzeltilmesi için iki parçalı plastik dübel takılmalıdır.

Plastik dübeller, ısı değişikliğinden etkilenmeyen ve daha fazla dayanım gösteren polyamitten yapılır. Plastik dübellerin aderansları kuvvetli ve yerleştirilmeleri daha kolaydır (Görsel 12.2).



Görsel 12.2: Plastik dübel

- Yan yana traverslerin küçük malzemeleri sökülürken trenlerin seyri göz önüne alınmalı, malzemeler her defasında 2 travers atlanarak sökülmelidir.
- Contalı yollarda ray sıcaklığı -20 ila +15 derece arasındayken çalışma yapılmalıdır. UKR'li yollarda R = 1 200 m'den büyük yarıçaplı kurplarda ve aliymanlarda -20 ila +10 derece arasında, R = 1 200 m'den küçük yarıçaplı kurplarda ise -20 ila +5 derece arasında çalışma yapılmalıdır.
- Acil durumlarda çalışma yapılırsa yola 30 ila 70 km/h arasında seyir kısıtlaması konulmalıdır. Seyir kısıtlaması 50 000 ton yük geçtikten sonra kaldırılmalıdır.
- 34, 36 ve 38 mm çapındaki çürütme burguları ve tirfonöz motorlarına veya elektrikle çalıştırılacak el bireyzlerine takılabilecek matkaplarla eski dalgalı takozlar çıkarılmalıdır.
- Travers takoz yuvasında kalan takoz parçaları, kargaburnu veya pense gibi el aletleriyle temizlenmelidir.
- Travers hat dışında ise ters çevrilip takoz, zımba gibi bir aletle vurularak çıkarılmalıdır.
- İki parçalı plastik dübel ucu yarısına kadar ziftlenerek temizlenen takoz yuvasına yerleştirilmelidir. Yerleştirilen dübel, ezilmeyecek şekilde ahşap takozla hafifçe vurularak yuvasına oturtulmalıdır. Yerleştirme esnasında kesinlikle demir takoz kullanılmamalıdır.
- Takoz değişimi sırasında ekartman tanzim aleti kullanılmalıdır.
- Dübel takıldıktan sonra küçük malzeme bağlanmalıdır. Küçük malzeme, ekartman tanzim aleti yok ise manivela veya krikolarla ray normal açıklığa getirilip bağlanmalıdır.
- Bir traversin dört deliğindeki takozların hepsinin değiştirilmesi gerekir.
- Dalgalı takoz değişimi sıralı yapılmalıdır. Atlamalı yapılan dalgalı takoz değişimi yararlı olmamaktadır. Çünkü atlamalı takılan yeni takozlar kısa sürede yıpranmaktadır. Ayrıca bu durumdan dolayı fleş hatası da meydana gelebilmektedir.

12.1.3. Ahşap Traverslerde Sabote Yapılması

Ahşap traverslerde, tirfon deliklerinin laçkalaşması ve yol açıklığından kaynaklanan fazlalıklar nedeniyle çeşitli olumsuzluklar meydana gelir (Görsel 12.3). Bu olumsuzlukların giderilmesi için seletlerde kaydırma yapılarak tirfon delik yerlerinin burgu ile yeniden delinmesi ve tirfonların sıkılması gerekir. Bu işleme **ahşap traverslerin sabotesi işlemi** denir. Sabote işlemi yapılırken boş kalan tirfon deliklerinin içine su girebilir ve bu durum traversin çürümesine sebep olabilir. Bunu önlemek için isfine denilen sağlam ağaç parçacıkları boş kalan deliklere çakılarak delikler kapatılmalıdır.



Görsel 12.3: Arızalı (çürümüş) ahşap travers

Traverslerin sabotesi sırasında raylara 1/40'lık eğim verilmelidir. Ayrıca ahşap traverslerdeki tirfon deliklerine, tirfon yivlerinin zamanla bozulmasından kaynaklanan laçkalıkların önlenmesi için alüminyum alaşımlı helezonik dübel yerleştirilir. Tirfon yatağında taş parçaları veya kırık parçalar varsa dübel yerleştirilmeden önce kılavuz salınarak tirfon yatağı temizlenmelidir. Helezonik dübel deliğe tam girmezse kalan kesim yan keski ile kesilmelidir. Böylece eski delik daraltılır ve tirfonu tutacak dişli bir yapıya kavuşur. Tirfon tekrar sıkılır. Yeniden sabote işlemi yapmaya gerek kalmaz. Bu işlem, beton traverslerde de yalnızca tirfon laçkalıklarının düzeltilmesi için uygulanabilir.

Yeni açılacak deliklerin travers kenarına 40 mm'den ve delik kenarlarının da birbirine 25 mm'den yakın olmamasına dikkat edilmelidir.

Alüminyum alaşımlı helezonik dübel takılmasının faydaları şunlardır:

- Tirfon deliklerindeki laçkalıklar giderilir.
- Ahşap traverslerde başka bir delik açılmaması (sabote yapılmaması) sağlanır. Dolayısıyla traversin ömrü artar.
- Tirfonlardaki laçkalıklar uzun süre tekrarlanmadığından bakım masrafı azalır.

12.1.4. Travers Ekerlerinin Tanziminde Dikkat Edilecek Konular

- Traverslerin kaydırılması için yol 2 cm'den fazla kaldırılmamalıdır. Makineli tamirat sonrasında kriko ile yol kaldırılmaz.
- Hiçbir zaman krikoların yakınındaki traversler kaydırılmamalıdır.
- Traversler vurularak zedelenmemelidir. Kaydırma işlemi manivelalarla yapılmalıdır.
- Traverslerde kayma miktarı 2 cm'yi aşarsa travers arası boşaltılmalıdır.
- Aralar boşaltılırken travers alt seviyesinin 5 cm'den fazla derinliğine inilmemelidir.
- Kaydırma miktarı travers genişliğinin yarısını geçmemelidir.
- Küçük malzeme, travers kayabilecek kadar gevşetilmeli, işlem bitince sıkılmalıdır.
- Kaydırma esnasında traversin diğer başının kaymamasına dikkat edilmelidir.

12.1.5. Travers Değiştirilirken Dikkat Edilmesi Gereken Konular

- Birbirini takip eden iki traversten daha fazlası aynı anda değiştirilmemelidir.
- Bir çerçevede bulunan traverslerin %33'ten fazlası değiştirilmemelidir.
- Travers değişimi yapılırken yol kriko ile kaldırılmamalıdır.
- Değişim esnasında çıkan balast, elendikten sonra tekrar yola atılmalıdır.
- Yeni konulacak travers, çıkan traversten yüksek ise travers yatağı tıraşlanmalıdır. Yüksek olan yeni travers, yolda şişkinlik yapacağından zorla ray altına sokulmamalıdır.
- İki travers arasındaki balast boşaltılmalıdır. Değiştirilecek traversin bağlantı malzemeleri sökülmelidir. Bu malzemeler, balyoz ve manivela yardımıyla boşaltılan araya düşürülerek kolayca hat altından çıkarılmalıdır.
- Yeni travers, eski traversin çıkarıldığı yerden, iki travers arasındaki boşluktan ray altına alınmalıdır. Yatağı bozulmadan çıkarılan eski traversin yerine yeni travers konularak bağlantı malzemeleri iyice sıkılmalıdır. Buraj kazması ile yeni travers çapası yapılmalıdır.
- Hat dışına çıkartılan balastlar elenerek tekrar yerine konulmalıdır.
- Demir traverslerin altı tamamen boşaltılarak değişim yapılmalıdır. Değişim sonrasında yeni traversin altı, yatak yapıncaya kadar iki, üç defa iyice burajlanmalıdır.
- Çıkan travers yatağı topraklı veya çamurlu ise yatak kazma ile çapalanıp dışarı alınarak eleme yapılmalıdır.

12.1.6. Köprü Traverslerinin Değişimi

- Köprü traverslerine **azman** denir.
- Çelik köprüler üzerinde bulunan ahşap traversin değişimi için köprü ekibinden yetkili eleman istenmelidir.
- Değişimi yapılacak travers kadar yeni travers köprübaşına getirilmelidir.
- Gelen yetkili eleman, daha önce hatta döşenmiş travers ebatlarına göre yeni traversleri yontarak işlemeli ve numaralandırmalıdır.

- Değişimi yapılacak traversler ile yeni traverslerin tamamının işlenerek numaralandırılmasının ardından, çelik köprüde travers değişimi için yol seyrüsefere kapatılmalıdır.
- Yol emniyete alındıktan sonra köprü üzerindeki raylar sökülmelidir.
- Değişimi yapılacak traversler, numaralarına göre çıkarılarak yerine aynı numaralı yeni traversler konulmalıdır.
- Traverslerin tamamı değiştirildikten sonra raylar bağlanarak yol seyrüsefere açılmalıdır.

12.1.7. Yedek Traverslerin İstiflenmesinde Dikkat Edilmesi Gereken Konular

- Ahşap ve demir traversler; sulu, nemli ve rutubetli yerlere istif edilmemelidir.
- Ahşap traversler delikleri aşağıya bakacak şekilde ters istif edilmelidir.
- Ahşap traversler mümkün olduğunca üstü kapalı ve etrafı çitle çevrilmiş yerlere ızgara şeklinde dizilmelidir (Görsel 12.4).
- İstiflerin etrafında yangına karşı korunmak üzere ot temizliği yapılmalıdır. Ahşap travers istifleri birbirine yakın olmamalıdır.
- Traversler zemine direkt temas ettirilmemelidir. Demir, hurda ray parçaları gibi dayanakların üzerine istif edilmelidir.
- Traversler numarasına ve cinsine göre ayrı ayrı istif edilmelidir.
- İstiflerin yapılacağı yer vagondan yükleme ve boşaltmaya uygun olmalıdır.
- Traversler vagonlara ve kamyonlara iş makineleri ile rahat yüklenebilecek şekilde depolanmalıdır.
- Beton traverslerin istifleri çok yüksek olmamalı, yüksek beton travers istiflerinin etrafına emniyet için ikaz levhaları takılmalıdır.
- Beton travers istiflerinin arasında 5x10 - 10x10 ebatlarında latalar kullanılmalıdır.



Görsel 12.4: Izgara şeklinde istiflenmiş ahşap traversler

12.1.8. Küçük Malzemelerin İstiflenmesi

- Küçük malzemeler kesinlikle kapalı yerlerde muhafaza edilmelidir.
- Bu malzemeler cinslerine göre ayrı ayrı stoklanmalı, her stokta bulunan malzemenin cins ve miktarı stok sahasında belirtilmelidir. Malzemeler yol çavuşunun not defterine kaydedilmelidir.
- Malzemeler; sulu, nemli ve tozlu ortamlarda stoklanmamalıdır.
- Küçük malzemeler çalışır vaziyette bulundurulmalıdır.
- Küflü ve paslı küçük malzemeleri çalışır hâle getirmek için bu malzemeler birkaç gün yağ dolu kap içinde bekletilmelidir.

12.1. UYGULAMA: ARIZALI MALZEMELERİN BAKIM VE TAMİRİ

Amaç: Arızalı traverslere ait malzemelerin bakım ve tamirini yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek, arızalı malzemelerin bakım ve tamirini yapıp çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Bulon anahtarı, tirfon anahtarı veya bulonöz, tirfonöz, kazma, kürek, manivela, metre

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Çalışma yapılacak hat kesimini işaretleyiniz.
6. Belirlenen bu kesimde traverslerde çatlak, kopma, aşınma, pürüzlü ve gözenekli yüzey arızalarının olup olmadığını gözle kontrol ediniz. Tespit ettiğiniz arızaları travers numarasına göre not alınız.
7. Travers eksenleri arasındaki mesafeyi, her iki travers başından metre ile ölçünüz. Olması gereken travers aralığı ile karşılaştırarak ekerli traversleri belirleyiniz.
8. Travers ekerlerinin tanzimini yapınız. Travers üzerindeki küçük malzemeleri kaydırma yapabilmek için gevşetiniz. Ekip olarak manivelalarla traverslerin kaydırmasını yapınız. İşlemler bitince gevşetilen malzemeleri ve tirfonları sıkınız.
9. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"ARIZALI MALZEMELERİN BAKIM VE TAMİRİ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Belirlenen kesimde bulunan travers arızalarını gözle tespit etti.					
3. Travers eksenleri arasındaki mesafeleri her iki ray başından ölçtü.					
4. Ekerli traversleri belirledi.					
5. Travers ekerlerinin tanzimini yaptı.					
6. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

12.2. MAKASLARIN DEĞİŞİMİ VE TAMİRİ

Coğrafi şartlara ve kullanım durumuna bağlı olarak makaslarda çeşitli arızalar ortaya çıkmaktadır. Bu arızalar; makas parçalarındaki aşınmalar, kırıklar ve çatlaklar; makas geometrisinde bozulmalar, kilitleme tertibatı arızaları vb. şeklinde görülmektedir.Arızalanan makasların veya bu makaslara ait parçaların değiştirilmesi, trenlerin emniyetli seyretmesi açısından son derece önemlidir. Bakım çalışmaları sırasında gerek rayda gerekse makaslarda tahribatsız muayene yöntemleriyle bulunan kusurların takip edilmesi gerekmektedir. Hız kısıtlamasına gidilmeden ve seyrüsefer emniyeti tehlikeye atılmadan yolun kusurlu bölümleri tamir edilmelidir.

12.2.1. Değiştirilecek Makasta Yapılması Gereken Hazırlıklar

Mevcut hat üzerinde kullanılan makaslar, söküldükten sonra daha az öneme sahip hat kesimlerinde kullanılabilir. Bu makaslar sökülmeden önce aşağıdaki işlemler yapılır:

- Makasta bulunan traversler kontrol edilir; çürük, eksik ya da kırık olan traversler değiştirilir.
- Eksik selet ve bağlantı malzemelerinin yerine yenileri takılır.
- Travers üzerinde olması gereken numaralar kontrol edilir. Eksik numaralar varsa travers başlarına silinmesi zor olan bir boya ile numaralar yazılır.
- Ray başlarına, contaların hizasında olacak şekilde montaj kılavuz numaraları yazılır.
- Bağlantı malzemelerinin ray ile temas ettiği noktalar ray gövdelerine silinmez boya ile işaretlenir.
- Küçük bağlantı malzemesinin rahat sökülebilmesi için iki gün önceden blon somunları yağlanarak pasların açılması sağlanır.
- Makas sökülmesi esnasında kolaylık olması için cebire blonları laçka edilip yağlanarak tekrar sıkılır. Dönmeyen blon somunları keski ile kesilir.
- Gerektiğinde seyrüseferi ihlal etmemek şartıyla cebire ve travers blonlarında tekleme yapılır.
- Seyrüseferi tehlikeye düşürmeyecek şekilde travers aralarındaki balast hattın dışına çıkarılır.
- Yeni atılacak makasın ön ve arkasına gelecek aynı cinsten kupon ray önceden hazırlanır.
- Tekleme sırasında tirfonları alınan travers deliklerine kâğıt sıkıştırılır.
- Makasın sicil fişi doldurulur.
- Sökülen makas takım hâlinde depolanır ve kullanılacağı yere takım hâlinde sevk edilir.

12.2.2. Makasların Montajı

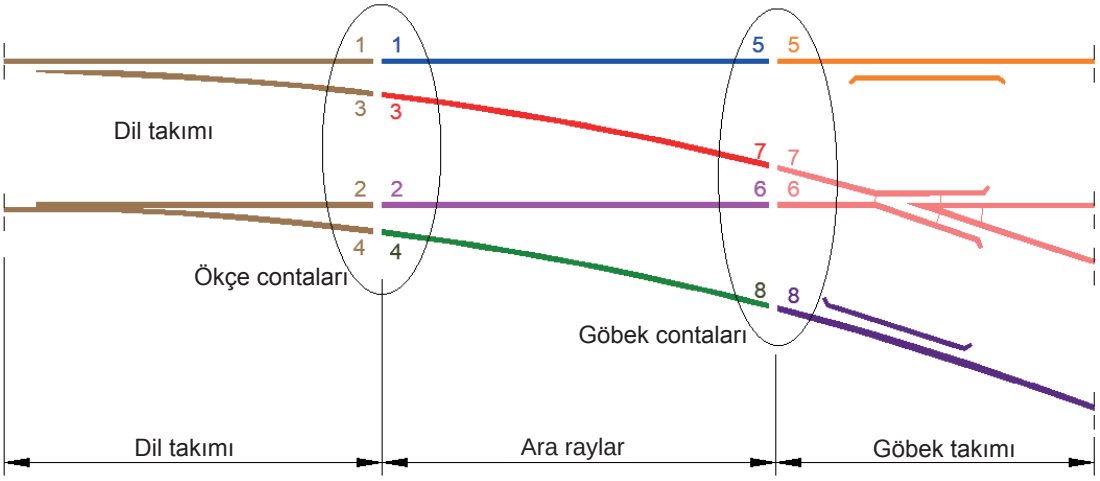
Yeni üretilen makaslar fabrika ortamında kurulur. Her makasa bir imalat numarası verilir. Bu numara sol makaslarda tek sayı, sağ makaslarda çift sayıdır. Montaj esnasında yardımcı olması amacıyla traverslere numara verilir. Ray başlarına, ökçe ve göbek contaları hizasında 1-1, 2-2…5-5 gibi montaj kılavuz numaraları verilir. Bağlantı malzemelerinin ray ile temas ettiği noktalar (bağlantı malzemesinin tam ortasına gelecek şekilde) ray gövdesine işaretlenir (Görsel 12.5). Makas tekrar demonte hâle getirilir ve ihtiyaç yerine sevk edilir.



a) İmalat numarası
b) Beton travers numarası
c) Ahşap travers numarası
ç) Ray-travers bağlantı noktaları
d) Montaj kılavuz numarası

Görsel 12.5: Makas üzerindeki işaret ve numaralar

Makas montajına ait işlem basamakları şu şekildedir (Şekil 12.1):



Şekil 12.1: Montaj kılavuz numaraları (contalarda)

1. Makas montajı yapılacak yer tesviye edilir ve ardından makasın montajına başlanır.
2. Makas başlangıç contasının geleceği kısımdan gönye alınır. Makasın doğru yolu tarafına ve doğru yola paralel olacak şekilde kılavuz ip veya çizgi çekilir.
3. Kılavuz ip veya çizgi esas alınarak traversler makas projesine uygun şekilde dizilir.
4. Traverslere seletler ve plastik seletler yerleştirilir.
5. Gönyesine dikkat edilerek dil takımlarının (yaslanma rayları ve diller) montajı yapılır (1-3 / 2-4).
6. Ray başlarındaki numaralara göre makasın doğru yolunun dış ray dizisi traverslere bağlanır (1-1 / 5-5).
7. Makasın doğru yol iç ray dizisi ve makas göbeği bağlanır (2-2 / 6-6).
8. Makasın dil ökçesi ile makas göbeği arasında kalan sapan yol ray dizisi (ara raylar) bağlanır (3-3 / 7-7).
9. Makas planındaki her traverse denk gelen açıklık fazlası da dikkate alınarak makasın dış tarafında yer alan sapan yol ray dizisi bağlanır (4-4 / 8-8).
10. Ray bağlantıları yapılırken makas projesinde belirtilen genleşme (imbisat) değerleri dikkate alınır.
11. Makasların dış raylarında, bağlantı malzemelerinin ray ile temas ettiği noktalar işaretlenmiş ise makas traversleri bu işaretlere göre yerine yerleştirilir ve bağlanır. Ray üzerinde fabrika tarafından bağlantı noktaları işaretlenmemiş ise bağlantılar yarı tork değerinde sıkıldıktan sonra tüm traverslerin eksen aralığı makas projesine uygun hâle getirilir. Bu işlemin ardından bağlantı malzemeleri tam tork değeri ile sıkılır.
12. İngiliz makaslarda montaja nazari merkezden başlanır ve her iki uca doğru montaj işlemine devam edilir.

12.2.3. Makasların Bakım ve Tamirinde Dikkat Edilecek Konular

- ► Özel makaslar hariç makaslarda dever verilmez.
- ► Makasta dresaj olmamalıdır.
- ► Kontrraylardaki takoz blonları tam ve iyi sıkılmalı, ray ile kontrray arasındaki açıklık 45 mm ve derinliği de 38 mm'den az olmamalıdır.
- ► Tavşanayaklarının ve göbeği bağlayan blonların eksiksiz ve iyi sıkılmış olması gerekmektedir.
- ► Ökçede dil ile ara ray arasındaki imbisat payının 3 mm'den az, 6 mm'den fazla olmamasına dikkat edilmelidir. Makas içindeki contalarda 5 mm imbisat payı bırakılmalıdır.
- ► Dilin iğne ucunun yaslanma rayına tam olarak değmesine dikkat edilmelidir (Açıklık 3 mm'ye kadar tehlike oluşturmaz.). Açıklık dik olarak bırakılmalıdır.
- ► Gergi ve manevra çubuklarının ayarlı olmasına dikkat edilmelidir.

- Dilaltı kayma yataklarının aynı yükseklikte olmasına dikkat edilmelidir. Dilin bu yataklar üzerinde rahat çalışması için yataklar sık sık temizlenip yağlanmalıdır.
- Makas burajının aynı ve düzgün olmasına dikkat edilmelidir. Makas göbeğinin normal şekilde aşınmasını ve göbeği oluşturan parçaların dağılmasını engellemek için göbek kısmının sık sık burajının yapılması zorunludur.
- Makas, ayrı tip yollara bağlanıyorsa ray mantar seviyelerinin aynı olmasına ve makasın özel cebirelerle bağlanmasına dikkat edilmelidir.
- Makasta yapılacak herhangi bir bakım ve tamir işi, mekanik veya elektrikli bir tesis ile ilgili olduğu takdirde, o tesisin ilgili elemanını da işbaşına davet etmek gerekmektedir.
- Yağmur suyu vb. birikmiş suların makaslara gelmemesi sağlanmalıdır.
- Makaslarda bulunan balast temiz tutulmalıdır. Sık sık ot temizliği ve elenmesi yapılmalıdır.
- Makasların küçük malzemeleri her hafta kontrol edilerek yağlanıp sıkılmalıdır. Plastik seletler kontrol edilmeli, eksik olanlar takılmalıdır.
- Makas fener kürsüsü mihveri ile yol mihveri arasındaki açıklık 2 000 mm veya makas fener kürsüsü ile yaslanma rayı dışının ara mesafesi 1 209 mm olmalıdır. Ayrıca makas topu mihveri kürsü traversinden 340 mm, top kolu ise 400 mm yükseklikte olacak şekilde bağlanmalıdır.
- Makasın doğru ve sapan yol baş ve son contalarının gönyesinde olup olmadığı sık sık kontrol edilmelidir. Herhangi bir gönye kaçıklığı oluşursa makas dilleri ve kilitleme tertibatı sağlıklı çalışmayacaktır.
- Yaslanma rayı veya dilin değiştirilmesi gerektiğinde aşınma farklılıkları nedeniyle ikisi beraber değiştirilmelidir.

12.2.4. Kilitleme Arızası Olan Makasların Tamirinde Dikkat Edilmesi Gereken Konular

- Yaslanma rayı ile dil farklı aşınmış olmamalı, biri değişirken öbürü de değiştirilmelidir.
- Makasların dil takımı komple aynı düzlemde olacak şekilde burajı yapılmalı; makasta dever, düşüklük ve fleş hatası olmamalıdır (Görsel 12.6).
- Dil ökçesinde imbisat payı 3-6 mm arasında olmalıdır.
- Açık dil ile yaslanma rayı arasındaki mesafe 165 mm olmalıdır.
- Her iki dil iğne ucunun yaslanma rayı başına olan mesafesi kontrol edilmelidir (1 749, 1 734 mm gibi).
- Fener mili mihveri ile yaslanma rayı dışının ara mesafesi 1 209 mm ve makas topu mihverinin kürsü traversine olan mesafesi 340 mm olmalıdır.
- Ekartman, dil ucunda 1 440 mm, diğer yerlerde 1 435 mm olmalıdır.
- Dil iki vurmada tanzim edilecek kadar sıkı olmalı, kilit yatağı arkası aşınmış ise dolgu yapılmalıdır.



Görsel 12.6: Makas kilitleme parçaları

12.2.5. Makaslarda Kullanılacak Traverslerin Ebatları ve Adetleri

Çamaf tipi 34,20 m'lik normal basit makaslarda 2001 yılına kadar 60 adet travers kullanılmaktaydı. Ancak travers aralarının darlığı sebebiyle buraj yapmaktaki zorluklar göz önüne alınarak bir makasta (34,20 m) 59 adet travers kullanımına başlanmıştır. Çamaf tipi makaslardan önce imal edilen makaslarda travers adetleri ve boyları aşağıda verilmiştir (Tablo 12.2, 3, 4, 5):

Tablo 12.2: 34,20 m'lik Çamaf Tipi Makaslarda Kullanılan Travers Boyları ve Dağılımı

Boyu (m)	Miktarı (adet)	Makastaki Yeri
2,60	11	1-11 dâhil
2,70	9	12-20 "
2,80	2	21-22 "
2,90	3	23-25 "
3,00	3	26-28 "
3,10	2	29-30 "
3,20	2	31-32 "
3,30	3	33-35 "
3,40	4	36-39 "
3,50	3	40-42 "
3,60	1	43
3,70	1	44
3,80	2	45-46"
3,90	2	47-48 "
4,00	2	49-50 "
4,10	2	51-52 "
4,20	2	53-54 "
4,30	1	55
4,40	2	56-57 "
4,50	2	58-59 "
Toplam	**59 adet**	

Tablo 12.3: 34,20 m'lik Çamaf Öncesi Makaslarda Kullanılan Travers Boyları ve Dağılımı

Boyu (m)	Miktarı (adet)	Makastaki Yeri
2,60	6	1-6 dâhil
2,70	7	7-13 "
2,80	7	14-19 "
2,90	6	20-26 "
3,00	4	27-30 "
3,10	2	31-32 "
3,20	4	33-36 "
3,30	2	37-38 "
3,40	2	39-40 "
3,50	2	41-42 "
3,60	3	43-45 "
3,70	3	46-48 "
3,80	2	49-50"
4,00	2	51-52 "
4,10	1	53
4,20	1	54
4,30	2	55-56 "
4,40	1	57
Toplam	**57 adet**	

Tablo 12.4: 32,80 m'lik Makaslarda Kullanılan Travers Boyları ve Dağılımı

Boyu (m)	Miktarı (adet)	Makastaki Yeri
2,60	8	1-8 dâhil
2,70	8	7-16 "
2,80	7	17-23 "
2,90	3	24-26 "
3,00	3	27-29 "
3,10	4	30-33 "
3,20	2	34-35 "
3,30	2	36-37 "
3,40	2	38-39 "
3,50	2	40-41 "
3,60	1	42
3,70	2	43-44 "
3,80	1	45
3,90	1	46
4,00	1	47
4,10	3	48-50 "
4,20	1	51
4,30	1	52
4,40	2	53-54 "
Toplam	**54 adet**	

Tablo 12.5: 27,012 m'lik Makaslarda Kullanılan Travers Boyları ve Dağılımı

Boyu (m)	Miktarı (adet)	Makastaki Yeri
2,60	7	1-7 dâhil
2,70	4	8-11 "
2,80	4	12-15 "
2,90	1	16
3,00	2	17-18 "
3,10	2	19-20 "
3,20	2	21-22 "
3,30	3	23-25 "
3,40	2	26-27 "
3,50	2	28-29 "
3,60	1	30
3,70	1	31
3,80	2	32-33"
3,90	1	34
4,00	2	35-36 "
4,10	1	37
4,20	1	38
4,30	1	39
4,40	2	40-41 "
4,50	1	42
4,60	1	43
Toplam	**43 adet**	

12.2. UYGULAMA: MAKASLARIN MARKALANMASI VE MONTAJ SIRASI

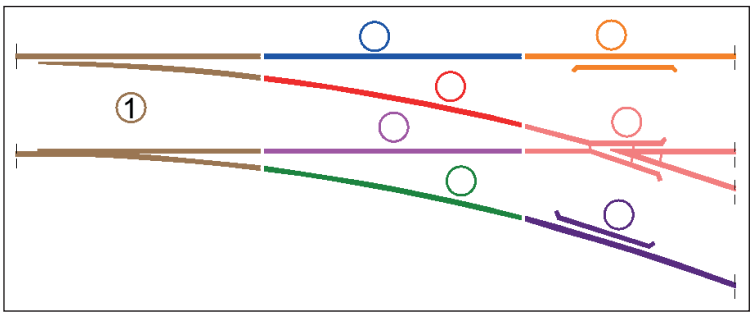
Amaç: Makas parçalarını montaj sırasına uygun şekilde markalamak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek, makas parçalarını montaj sırasına uygun şekilde markalayıp çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Kalem, silgi, tebeşir, uygulama formu

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun çalışma ortamında gerçekleştiriniz (basit makas).
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Makas traverslerinin doğru yol tarafındaki başlarına, tebeşirle travers numaralarını yazınız.
6. Traversleri numaralandırırken makas başlangıç contası tarafındaki traversten başlamanız gerektiğini unutmayınız.
7. Bağlantı malzemelerinin ray ile temas ettiği noktaları doğru yol ve sapan yol rayları üzerine tebeşirle işaretleyiniz.
8. Makasa ait her raya makas imalat numarasını yazınız.
9. Ray başlarına, ökçe ve göbek contaları hizasında 1-1, 2-2…5-5 gibi montaj kılavuz numaralarını yazınız.
10. Şekil 12.2'de yer alan rayları montaj sırasına uygun şekilde numaralandırınız.



Şekil 12.2: Makas montaj sırası

Değerlendirme : Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"MAKASLARIN MARKALANMASI VE MONTAJ SIRASI" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Makas başından başlayarak traverslerin numaralarını yazdı.					
3. Bağlantı malzemelerinin ray ile temas ettiği noktaları işaretledi.					
4. Ray başlarına, montaj kılavuz numaralarını yazdı.					
5. Raylara makas imalat numarasını yazdı.					
6. Makas montaj sırasını gösteren çizimi doğru numaralandırdı.					
7. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

12.3. UYGULAMA: MAKASLARIN DEĞİŞİMİ VE TAMİRİ

Amaç: Makasların kontrolünü ve tamirini yapmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek, makasların değişimini ve tamirini yapıp çalışmanızı tamamlayınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Bağlantı malzemesi, bağlantı malzemesi anahtarı, dil aşınması ölçüm aleti, manivela, sentil, tekerlek profil mastarı, tebeşir, tirfonöz makinesi, çelik metre

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Uygulamayı gerçek veya gerçeğine uygun olarak düzenlenmiş çalışma ortamında gerçekleştiriniz.
3. Uygulamayı gerçek ortamda gerçekleştireceksiniz yetkililerden gerekli izinleri alınız.
4. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
5. Makası gözle muayene ediniz.
6. Makası ölçüm aletleri kullanarak muayene ediniz.
7. Makasta bulunan bağlantı malzemelerini kontrol edip eksik olanları tamamlayınız, hasarı olan malzemeleri değiştiriniz.
8. Bağlantı malzemelerini yağlayınız ve uygun şekilde sıkınız.
9. Plastik seletleri kontrol edip eksik olanların yerine yenisini takınız.
10. Makas contalarının gönyesinde olup olmadığını kontrol ediniz.
11. Contalarda uygun miktarda imbisat payı bırakınız.
12. Dilin iğne ucunun yaslanma rayına tam olarak değmesini sağlayınız.
13. Gergi ve manevra çubuklarını ayarlayınız.
14. Dilaltı kayma yataklarının seviyesini ayarlayınız, temizliğini ve yağlamasını yapınız.
15. Makasların üzerinde bulunan, makasların çalışmasını etkileyebilecek yabancı maddeleri ve otları temizleyiniz.
16. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"MAKASLARIN DEĞİŞİMİ VE TAMİRİ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Makası gözle muayene etti.					
3. Makası ölçüm aletleri kullanarak muayene etti.					
4. Makasın bakımını yaptı.					
5. Tespit ettiği hataları giderdi.					
6. Değiştirilmesi gereken bağlantı malzemelerini değiştirdi.					
7. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (…) Köprü traverslerine azman denir.
2. (…) Travers montajında kullanılan ağaç dübellerin aderansları kuvvetlidir.
3. (…) Eker tanzimi için yol 2 cm'den fazla kaldırılmalıdır.
4. (…) Ahşap traversler delikleri aşağıya bakacak şekilde ters istif edilmelidir.
5. (…) Tüm makaslara dever verilmelidir.

B. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Birbirini takip eden traverslerden en fazla …….. tanesi aynı anda değiştirilebilir.
7. Takoz değişimi sırasında …….. tanzim aleti kullanılmalıdır.
8. Ahşap traverse burgu ile yeni tirfon deliği açılmasına ahşap travers …….. denir.
9. Çamaf tipi makaslarda ray altı plastik …….. kullanılmalıdır.
10. Makaslarda ekartman, dil ucunda …….. diğer yerlerde 1 435 mm olmalıdır.

C. Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

11. Traverslerde çatlama ve deformasyon olmasının nedeni aşağıdakilerden hangisine bağlı değildir?

A) Raylardaki ondülasyon ve hepçeklere
B) Bodenlerdeki apletiye
C) Balastın kaliteli ve temiz olmasına
D) Çeken aracın hızına
E) Yol alt ve üstyapısının bakımı ve kalitesine

12. Değiştirilmesi gereken bir makası sökmeden önce aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılmalıdır?

A) Tebeşirle makasın sapan yol travers başları numaralandırılmalıdır.
B) Rayların contalarında karşı karşıya gelen kısımlara ayrı ayrı numara verilmelidir.
C) Dönmeyen blon somunlarına kaynak yapılmalıdır.
D) Seyrüsefer ihlal edilerek cebire ve travers blonlarında tekleme yapılmalıdır.
E) Tekleme esnasında tirfonları alınan travers deliklerine kâğıt sıkıştırılmalıdır.

13. Traverslerin sabotesi sırasında raylara verilmesi gereken eğim oranı ne kadar olmalıdır?

A) 1/10 B) 1/20 C) 1/30 D) 1/40 E) 1/50

14. Contalı yollarda ray sıcaklığı kaç derece arasındayken çalışma yapılmalıdır?

A) -20 ila +15 B) -10 ila +10 C) -5 ila +20
D) +5 ila +30 E) +10 ila +30

15. Aşağıdakilerden hangisi makasların bakım ve tamirinde dikkat edilecek konulardan biri değildir?

A) Tavşanayaklarının ve göbeği bağlayan blonların eksiksiz olması gerekmektedir.
B) Dilaltı kayma yataklarının farklı yükseklikte olmasına dikkat edilmelidir.
C) Dilin iğne ucunun yaslanma rayına tam olarak değmesine dikkat edilmelidir.
D) Gergi ve manevra çubuklarının ayarlı olmasına dikkat edilmelidir.
E) Yaslanma rayı veya dilin değiştirilmesi gerektiğinde ikisi beraber değiştirilmelidir.



YOL TAMİRİNDE KULLANILAN YARDIMCI İŞ MAKİNELERİ

KONULAR

13.1. EL İLE ÇALIŞAN YARDIMCI İŞ MAKİNELERİ
13.2. RAY ARIZALARINDA KULLANILAN YARDIMCI İŞ MAKİNELERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- El ile çalışan yardımcı iş makinelerini kullanma
- Ray arızalarında kullanılan yardımcı iş makinelerini kullanma

ANAHTAR KAVRAMLAR

aplikasyon kazığı, ekartman, fleş, sürekartman

13. YOL TAMİRİNDE KULLANILAN YARDIMCI İŞ MAKİNELERİ

Trenlerin büyük hızlara ulaşmasıyla birlikte demiryollarında hızlı iş yapabilen tamir ve bakım makinelerine ihtiyaç artmıştır. Demiryolu üzerinde gerçekleştirilecek çeşitli bakım ve onarım işlemleri için küçük makineler geliştirilmiştir. Bu küçük makineler, yolun günlük bakımı, döşenmesi ve yapımı esnasında kullanılmaktadır. Demiryolunda kullanılan yardımcı iş makineleri şunlardır:

- Kaynak fazlalığını sıyırma makineleri
- Tirfonöz - blonöz makineleri
- El buraj makinesi
- Kriko
- Ray taşıma
- Ray kaldırma ve diğer yardımcı makineler
- Ray profil ve makas taşlama makineleri
- Ray delme makineleri
- Ray kesme makineleri
- Ray gerdirme makineleri

13.1. EL İLE ÇALIŞAN YARDIMCI İŞ MAKİNELERİ

El ile kullanılan yardımcı iş makineleri, demiryolu bakım ve onarım çalışmalarında genellikle küçük bakım işleri, acil müdahaleler veya büyük makinelerin erişemediği yerlerde kullanılır. Bu makineler manuel olarak çalıştırılır. Büyük makinelere göre daha taşınabilirdir ve kullanımı kolaydır. Demiryolu üzerinde kullanılan yardımcı iş makineleri; el taşlama makineleri, tirfonöz-blonöz makineleri, el buraj makinesi, travers değiştirme makineleri, rayı kaldırmak için kullanılan krikolar şeklinde sıralanabilir.

Yerleşim yeri olarak adlandırılan meskûn mahal dışında yapılacak demiryolu çalışmalarında, yol tamirinde kullanılan ve el ile çalışan yardımcı iş makinelerine elektrik enerjisi gerekebilmektedir. Bu durumda taşınabilir (portatif) bir jeneratör, ana güç kaynağı ve iş makinelerine acil elektrik gücü sağlayabilir.

13.1.1. Jeneratörün Kullanılacak Makineye Bağlantısını Yapma

Jeneratör ve aksesuarları sağlam ve düz bir zemin üzerine oturtulmalıdır. Hareket hâlindeki tren veya demiryolu araçları açısından jeneratörün hiçbir engel teşkil etmediğinden emin olunmalıdır. Kullanıma başlamadan önce yardımcı iş makinesi gözle muayene edilmelidir. Jeneratör, birlikte verilen kabloyla yardımcı iş makinelerinden mümkün olduğunca uzağa yerleştirilmelidir. Bu, jeneratörün arızalanması durumunda yangın riskine karşı temel bir güvenlik kuralıdır.

Jeneratör çalıştırılmadan önce aşağıdaki işlemler kontrol edilmelidir:

- Yakıt seviyesi
- Yağlama yağı seviyesi
- Hava ve yağ filtrelerinin gözle muayenesi
- Jeneratörün elektrik prizleri, bağlantı kutusu, göstergeleri vb.
- Bağlantı kabloları

BİLGİ NOTU

Jeneratör seti, bu konuda eğitilmiş veya yetkili kılınmış, bakım ve kullanım kitabını okumuş ve anlamış kişiler tarafından kullanılmalıdır. Jeneratörün çalıştırılması ve kullanılması sırasında imalatçı firmanın bakım ve kullanım kılavuzuna uyulmalıdır.

Jeneratör şu şekilde çalıştırılır:

- Jeneratörü çalıştırmak için yakıt musluğu açılmalıdır.
- Yakıt valfi serbest bırakıldığında yakıt, jeneratörün çalıştırılmasına yardımcı olmak için karbüratöre gidecektir.
- Jikle kolu kapalı duruma getirilmelidir. Jikle çubuğu sağdan sola hareket ettirilmelidir. Bu, motorun çalışmaya başlamasını kolaylaştıracaktır.
- Kontak veya motor anahtarı açılmalıdır. Birçok jeneratör, motorun açılması için anahtarın çevrilmesini gerektirir. Bu, aslında geri tepme kablosu çekilmeden önce açılacak olan bir motor anahtarıdır.
- Marşlı modellerde kontak anahtarı açık konumdayken motorun çalışma sesi duyulana kadar marşlama işlemi yapılmalıdır.
- Motor çalıştırıldıktan sonra marş işlemi durdurulmalıdır. Uzun süre marşa basmak marş motoruna zarar verebilir.
- İpli modellerde önce marş ipinin boşluğu alınmalı, sonra ip tek hamlede uygun kuvvetle çekilmelidir. Geri tepme ipi tek hamlede çekildiğinde motor çalışacaktır. Motor çalışmazsa kablonun tekrar çekilmesi gerekir.
- Motor 5 saniye çalıştıktan sonra, motor jiklesi tekrar "çalıştırma" konumuna getirilmelidir. Motor jikle kolu açık konuma getirilmezse yakıt sarfiyatı artacağı gibi jeneratör zarar görebilir.
- Jeneratör yüke bağlanmadan önce ortalama bir dakika motorun uygun devire gelmesi beklenmelidir.
- Jeneratör göstergesinde gerilim kontrol edilmelidir.
- Alıcıların (yardımcı iş makineleri) fişi takılarak sigorta açık konuma getirilmelidir.
- Jeneratörü kapatmak için sigorta kapalı konuma getirilmelidir. Önce yakıt musluğu, ardından kontak anahtarı kapalı konuma getirilmelidir.
- Portatif jeneratörler hava soğutmalı olduğundan uzun süre çalıştırılmaya uygun değildir. Ortalama 3-4 saat çalıştırıldıktan sonra dinlendirilmeli ve motor soğumadan yakıt takviyesi yapılmamalıdır. Bu jeneratörler kapalı alanda kullanıma uygun değildir. Mutlaka açık alanda kullanılmalıdır.

BİLGİ NOTU

Jeneratör setinin tüm kablo bağlantılarını yapmadan, sökmeden ve de çalıştırmadan önce uygulanan yönetmelikler doğrultusunda topraklanmasının yapıldığından emin olunmalıdır.

13.1.2. El Taşlama Makineleri

Ray mantarının üzerinde veya yanında oluşan hataların motor tahrikli aşındırma taşlarıyla sıyrılmasına **ray taşlama** denir.

Raylarda meydana gelen ondülasyonlar, kaynak ezilmeleri, conta hataları, ray yüzeyi yanıkları, kabuklanmalar, kavlamalar ve haddeleme hataları nedeniyle rayların periyodik olarak taşlanması gerekir. Trenlerin işletilmesi sırasında oluşan ray özürleri ve hatalarının minimize edilmesi yapılacak ray taşlamaları ile mümkündür.

El taşlama makineleri genellikle kaynak, cebire gibi hat elemanlarını tıraşlayan tek taşlı makinelerdir. Benzinli ve elektrikli tipleri vardır. İnsan gücüyle hareket ettiklerinden kullanımları ustalık ve tecrübe gerektirir (Görsel 13.1).



Görsel 13.1: El taşlama makinesi

13.1.3. Tirfonöz-Blonöz Makineleri

Demiryollarının üstyapısında bulunan tirfon ve blonların sökülmesinde ve sıkılmasında kullanılır (Görsel 13.2).



Görsel 13.2: Tirfonöz makinesi

Motor, aktarma organları, tork ayar merkezi, gösterge, sıkma-sökme ucu ve kumanda kolundan oluşur. Demiryolunda taşınması için bir arabası vardır. Yapılacak işe göre tork ayarı yapılır. Uygun başlık takılarak işe başlanır.

Bu makineler çok amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bu amaçlar şöyle sıralanabilir:

- Ahşap traverslerde delme işlemi
- Beton traverslerde dalgalı takoz çürütme işlemi
- Beton traverslerde plastik dübel değiştirilmesi
- Ahşap ve beton traverslerde travers içerisinde kırılan tirfonların çıkarılması

Standartlara uygun, kaliteli ve hızlı bir iş için çok gerekli bir makinedir. Bu makineler kullanıldığı yollara göre değişik tip ve kapasitede yapılmıştır. Aynı zamanda iki tirfonu söküp sıkabilen, yalnızca blon sıkma-sökme işlemi yapan, delme işlemi de yapabilen tipleri mevcuttur.

Makinelerin güçleri ve ağırlıkları da tiplerine göre değişmektedir.19 kg'dan 188 kg'a kadar değişik tipleri mevcuttur. 760-1000 Nm arasında sıkma ve sökme kuvveti vardır. Makinelerin tork ayarı için bir göstergesi mevcut olup istenilen torkta sıkma yapılabilir. Ayrıca istenilmesi durumunda tork ayar metresi de taktırılabilir.

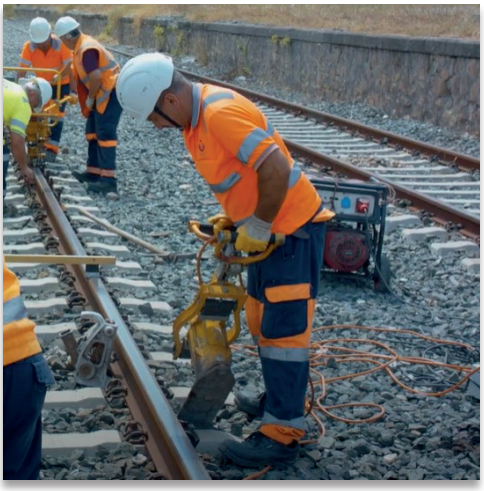
13.1.4. El Buraj Makinesi

El buraj makinesi, el ile müdahale gerektiren küçük ölçekli buraj işlemlerinde buraj kazması yerine kullanılan yardımcı iş makinesidir.

Buraj kazması ile buraj yapılmasının, özellikle beton traversli yollarda çeşitli sakıncaları vardır. Bu sakıncalar şunlardır:

- Buraj yapılacak bölgede, travers alt hizasına kadar olan kesimin balastının hat dışına alınması gerekir. Bu da bir conta için yaklaşık 0,5-1 m^3 civarında bir balastın yer değiştirmesidir. Başka bir ifadeyle buraj yapılacak yerde iş gücü balastın aktarılmasına harcanmaktadır.
- Kazma ile buraj yapılırken beton traverslerin kenarlarının kazmayla kırılması söz konusudur.

Bu sakıncaların ortadan kaldırılması için el buraj makineleri geliştirilmiştir. Bu makineler kullanılırken yolun içindeki balastın dışarıya alınmasına gerek olmadığı gibi travers köşelerinin kırılma riski de yoktur. El buraj makineleriyle buraj yapılırken karşılıklı köşeler, buraj kazmalarıyla yapıldığı gibi birlikte burajlanır. Bunların iki tipi vardır.



Görsel 13.3: Elektrikli el buraj makinesi

Elektrikli Tip El Buraj Makineleri

Buraj makinelerinin elektrikli tipleri geniş çapalıdır (Görsel 13.3). Bu makineler traversin yanındaki balastın içine daldırıldığında üst kısımdaki balastlar geriye çekilir ve alt kısımdaki balastlar traversin altına doğru gider. Bu işlem karşılıklı olarak yapıldığında travers altlarında balast yatağı oluşturulur.

Pnömatik ve Hidrolik Tip El Buraj Makineleri

Pnömatik ve hidrolik tiplerinde dar sıkıştırma çeneleri vardır. Sıkıştırma çenelerine gelen balastı doğrudan ileri doğru iterek sıkıştırır. Bu tip buraj makinelerinin travers altında balast yatağı oluşturabilmesi için karşılıklı çalıştırılması gerekir. Çok pratik makinelerdir. İki işçi ile 15 dakikada bir contanın tamiratı yapılabilir.

13.1.5. Travers Değiştirme Makinesi

Yoldaki değişmesi gereken traverslerin çıkarılıp yenilerinin yerine konulmasında kullanılır.

Basit bir alet olarak imal edilenleri olduğu gibi makine hâline getirilmiş olanları da vardır. Buraj makine setiyle beraber bir iş treni şeklinde düzenlenen tipleri de bulunmaktadır. Yapılacak işin miktarına göre makine seçimi yapılır.Halatlı travers değiştirme aleti ray üzerine bağlanır. Halatın ucunda travers başına uygun başlık vardır. Değiştirilecek traversin bağlantı malzemeleri sökülür. Halatın ucundaki başlık travers başına takılır ve makaralı sistemle çektirilerek eski travers çıkarılır. Aynı şekilde yeni travers yerine sokularak bağlantı malzemeleriyle bağlanır. Bu işlem, yoğun bir işçilik gerektirir ve seri değildir.Makineli olan modellerde, değiştirilecek traversin bağlantı malzemeleri söküldükten sonra makinenin hidrolik kollarıyla traversler başlarından çekilerek çıkarılır ve aynı şekilde yeni travers yerine sokularak travers değiştirilir. Değişimi yapılan traverslerin bağlantıları yapılarak burajlanmalıdır.

13.1.6. Krikolar

Krikolar demiryollarının tamiratlarında kullanılan araçlardır. Yol tamiratlarında buraj sırasında dresaj alırken de kullanılır (Görsel 13.4). Krikoların kullanımı ve özellikleri şu şekildedir:

- Buraj sırasında buraj yapılacak nokta, getirilmesi gereken kota kadar krikolarla yükseltilir. Daha sonra travers altları burajlanır.
- Yatay olarak ekseninden kaçan yollarda, küçük çaptaki dresaj işleminin yapılabilmesi için birkaç kriko yan yana yatay olarak çalıştırılarak kullanılır. Beton traversli yollarda 5-15 tonluk mekanik krikolar kullanılır. Bu krikoların rahat kullanılabilmesi için iki noktadan kaldırma yapmaları ve hafif olmaları gerekir.
- Dar yerlerde krikonun uç kısmı, yüksek noktalarda ise üst kısmı kullanılır.
- Demiryollarında genellikle mekanik krikolar kullanılır. Özel durumlarda hidrolik krikolar da kullanılmaktadır.
- Krikoların aranan özelliği hafif olması, dar yerlerde çalışabilmesi ve 5-10-15 ton kaldırma kapasitesinin bulunmasıdır.



Görsel 13.4: Ray krikosu

13.1. UYGULAMA: EL İLE ÇALIŞAN YARDIMCI İŞ MAKİNELERİ

Amaç: El ile çalışan yardımcı iş makinelerini kullanmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek el ile çalışan yardımcı iş makinelerini kullanınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: El taşlama makineleri, tirfonöz-blonöz makineleri, el buraj makinesi, travers değiştirme makineleri, ray krikoları

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
3. Arazide kullanılacak jeneratörün kullanılacak makineye bağlantısını yapınız.
4. Raydaki gerekli yerlerde el taşlama makinesi ile ray taşlama işlemini yapınız. Ray yüzeyi yanıkları, kabuklanmalar, kavlamalar, ondülasyonlar ve kaynak ezilmelerini ray taşlama ile düzeltiniz.
5. Tirfonöz-blonöz makinelerini kullanarak tirfon-bulon sıkma ya da sökme işlemini yapınız.
6. El buraj makinesini kullanarak buraj yapınız.
7. Travers değiştirme makinelerini kullanarak travers değişimini yapınız.
8. Rayı kaldırmak veya hizaya getirmek için kriko kullanınız.
9. Küçük malzemelerin istifini usulüne uygun olarak yapınız.
10. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"EL İLE ÇALIŞAN YARDIMCI İŞ MAKİNELERİ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Yapılacak işleri tespit etti.					
3. Jeneratörün kullanılacak makineye bağlantısını yaptı.					
4. El taşlama makinesi ile rayda gerekli yerlerde ray taşlama işlemini yaptı.					
5. Tirfonöz-blonöz makinelerini kullanarak tirfon-bulon sıkma işlemini yaptı.					
6. Tirfonöz-blonöz makinelerini kullanarak tirfon-bulon sökme işlemini yaptı.					
7. El buraj makinesi ile travers altlarına balast sıkıştırması yaptı.					
8. Travers değiştirme makineleri ile travers değişimini gerçekleştirdi.					
9. Ray krikosu kullanarak rayı kaldırdı.					
10. Ray krikosu kullanarak rayı hizaya getirdi.					
11. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı X 100)/(Ölçüt adedi X 5)]					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

13.2. RAY ARIZALARINDA KULLANILAN YARDIMCI İŞ MAKİNELERİ

Ray profili taşlama, ray kesme, ray delme makineleri ile ray kaydırma-taşıma apareyleri ve ray presleri, ray arızalarında kullanılan yardımcı iş makineleri kapsamındadır.

13.2.1. Ray Profili Taşlama Makinesi

Ray profilindeki çapakların düzeltilmesi için kullanılan makinelerdir (Görsel 13.5). Kaynak sonrası taşlama yapan, makas göbeğini taşlayan, makas dillerinde ve ray yanaklarındaki çapak ve çıkıntıları taşlayan tipleri vardır.



Görsel 13.5: Ray profili taşlama makinesi

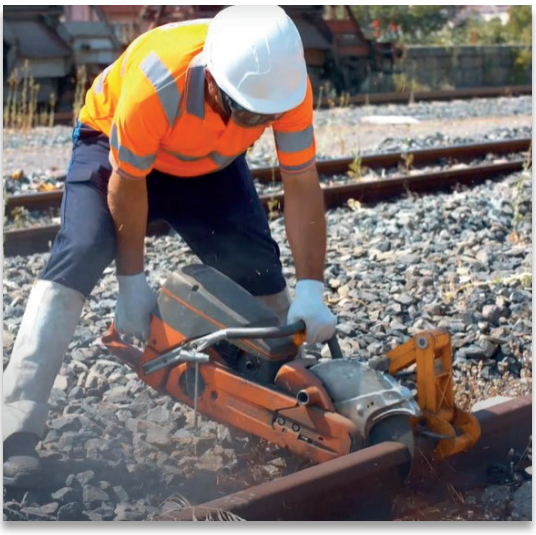
Düzgün bir profil için iki noktada raya temas eden makaraları ve orta kısımda ise taşlama ünitesi vardır. Taşlama makinesi ile çalışılırken ray üzerindeki bir noktada oyulmaların meydana gelmemesi için makine ileri geri hareket ettirilerek taşlama yapılmalıdır.

Ray yanaklarını taşlayan tiplerinin motorları, yatay şekilde çalışabilecek konumda yağlama yapmaktadır. Aksi takdirde makinenin motoru yanabilir. Bazı hâllerde benzinli motorların yerlerini elektrikli motorlar alabilmektedir. Bu gibi durumlarda jeneratör gereklidir.

Taşlama makinelerinin el tipi olanları da vardır. Bu taşlama işleminde makineyi kullanan ustaların yetenekleri önem kazanmaktadır. Taşların aynı noktada tutulması neticesinde raylarda oyulmalar meydana gelmektedir. Ray kaynağında, makas ve ray dolgu kaynaklarında, conta dolgu kaynaklarında kurp içinde ezilme meydana gelen raylarda, makas dilleri ve yaslanma raylarındaki ezilme ve çapakların düzeltilmesinde kullanılır.

Taşlamalar kullanıldıkları işe göre düzenlenir. Taşları ve kullanılma şekilleri yapılan işe göre farklılık gösterir. Contalardaki dolgularda ve ray kaynaklarında, bir şasi üzerinde iki tekerli ve orta kısmında taşı olan bir taşlama makinesi kullanılır. Makine üzerinde conta başlarını düzeltmek için ray başını düzeltecek şekilde yassı taşlar bulunur. Makas, dil, göbek ve yaslanma raylarının taşlanmasında bir araba üzerinde hareket edebilen ve belli bir açıya göre ayarlanabilen ince taşlar kullanılır.

13.2.2. Ray Kesme Makinesi



Görsel 13.6: Ray kesme makinesi

Rayların istenilen boyda kesilmesinde kullanılır (Görsel 13.6). Bu makineler motor, şasi, mengene ve kesme diskinden oluşur. Rayın kesilecek noktasına üzerindeki mengene ile bağlanır. Motor çalıştırılarak kesme işlemi yapılır. Kesme diskinin büyüklüğü, rayın cinsine bağlı olarak 50 saniye ile 1,5 dakika arasında bir rayı kesme özelliğine sahiptir. 300-400 mm çapında diskleri vardır. Her disk ile 8-10 ray kesmek mümkündür. Benzinli motor yerine elektrikli motor kullanılan tipleri de vardır.

Diskli ray kesme makineleri ray tabanlarındaki kaynak fazlalığının düzeltilmesinde, ray yanaklarının düzenlenmesinde ve hemzemin geçitlerdeki boden aralığının düzeltilmesinde de kullanılabilmektedir. Çok amaçlı kullanılmasının yanı sıra hızlı ray kesmesi ve hafif olması tercih sebebidir. Hafif olması dolayısıyla tek kişi tarafından kolayca taşınıp kullanılabilir. Kullanıcının eğitimli olması gerekmektedir.

13.2.3. Ray Delme Makinesi

Ray gövdelerine cebire bağlanması amacıyla delik delme işlerinde kullanılır (Görsel 13.7). Ray gövdelerinde Ø40 mm'ye kadar delik delme kapasitesine sahiptir. Delik açılacak ray cinsine göre gövdeyi ortalayacak ayak vardır. Yatay ve düşey mesafe şablonlarıyla kullanıldığından raya bağlanması ve ayarı pratik olarak yapılır ve iki-üç dakika içerisinde ray delme işi tamamlanır.



Görsel 13.7: Ray delme makinesi

Özel matkap kullanılması hâlinde delme süresi 45 saniyeye kadar düşebilir. Delme makinelerinde de soğutma suyuna ihtiyaç vardır. Aksi hâlde matkap uçları yanabilir.

Makineler; motor, gövde, dişli kutusu, delme ünitesi ve soğutma suyu haznesinden oluşur. Gövdenin ucunda bağlanma mengenesi ve ayar şablonları vardır. Normal tipte imal edilen makineler yaklaşık 65 kg civarındadır. Ancak kolay kullanıma ve taşımaya yönelik geliştirilen makineleri 20 kg ağırlığındadır.

13.2.4. Ray Kaydırma - Taşıma Apareyleri

Ray kaldırma apareyleri, tekli veya çoklu rayları emniyetli bir şekilde kaldırmak için tasarlanmıştır. Kullanımda olan çoğu ray profil tipine uyacak şekilde imal edilmiştir. Apareyler, raylar yan yana olduğunda tek bir raya bağlanmayı sağlamak için dar bir profile sahiptir. Ray kaldırma apareyi, kaldıraçla çalıştırılan bir yay mekanizması aracılığıyla ray kafasına kilitlenir. Uzun raylar için bir kaldırma kirişine asılı ray kaldırma apareyi kullanılmalıdır.

Demiryollarında kullanılan malzemelerin ağırlığı genel olarak fazladır. 1 metre uzunluğundaki rayın ağırlığı cinsine göre 50, 55, 60, 75 kg gelmektedir. Bu nedenle rayların taşınması çok işçilik gerektirir. 36 metrelik bir rayın kaldırılması için 40 işçi gerekir (Kişi başına 50 kg).

Vagonlarla serilen rayların eskileriyle değiştirilmesi, kaynaklanması veya bir yere taşınması için büyük iş gücü gerektiğinden bu işlerin kolayca yapılabilmesi için ray kaydırma- taşıma apareyleri geliştirilmiştir.



Görsel 13.8: Ray taşıma apareyi

Bu apareyler Görsel 13.8'de görüldüğü gibi iki ayak, taşıma kirişi ve kaldırma krikolarından oluşur.

İki kişi tarafından kolayca kaldırılıp ray üzerinde taşınabilen ray taşıma apareyleri işçilik bakımından büyük tasarruf sağlar. 40 işçi ile yapılabilecek iş, 4 hatta 2 işçi ile kolayca yapılabilir. Apareyin askıya aldığı ray ileri-geri, yukarı-aşağı, sağa-sola 4 boyutlu olarak istenilen konuma getirilir.

Bu apareyler ray değiştirilmelerinde, ray kaynak makinesinin önünde, ray ayarlamalarında ve her türlü ray kaldırma ve kaydırma işlerinde kullanılır.

13.2.5. Ray Presleri

Ray presleri bir çeşit kriko özelliği taşır. Ancak bunlar genellikle raylarda meydana gelen yatay ve düşey eğriliklerin düzeltilmesinde kullanılır. Ayrıca makas dilleri ve yaslanma raylarını düzelten tipleri de vardır (Görsel 13.9). Bu presler hidrolikli olup, eğri noktaya bağlandığında hidrolik kol çalıştırılarak düzeltme işlemi yaptırılır. Bireysel çalışmalarda kullanılır, seri değildir. Ağırlıkları 50-100 kg arasındadır. Kontrollü olarak kullanılmalıdır. Aksi hâlde ters noktada eğrilik meydana gelebilir. Bunun için öncelikle hidrolik pompanın koluna bir miktar basılır. Düzeltme görüldüğünde baskı kaldırılır ve mastarla ray kontrol edilir. Rayda eğrilik varsa işlem tekrarlanır.



Görsel 13.9: Ray presi

13.2. UYGULAMA: RAY ARIZALARINDA KULLANILAN YARDIMCI İŞ MAKİNELERİ

Amaç: Ray arızalarını gidermek için yardımcı iş makinelerini kullanmak.

Görev: Aşağıda verilen uygulama adımlarını takip ederek ray arızalarını gidermek için yardımcı iş makinelerini kullanınız. Çalışmanızı planlarken uygulama sonunda verilen derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Kullanılacak araç gereç: Ray profili taşlama, ray kesme, ray delme makineleri ile ray kaydırma-taşıma apareyleri ve ray presleri

Uygulama Adımları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
2. Kullanılacak araç gereci ders başlamadan önce temin ediniz.
3. Ray profili taşlama makinesi ile ray taşlama işlemini yapınız.
4. Kaynak sonrasında makas göbeğinde, makas dillerinde ve ray yanaklarında oluşan çapak ve çıkıntıları ray profili taşlama makinesi ile düzeltiniz.
5. Ray kesme makinesi ile ray kesme işlemini yapınız.
6. Ray delme makinesi ile ray delme işlemini yapınız.
7. Ray kaydırma-taşıma apareylerini kullanarak rayda kaldırma, kaydırma ve taşıma yapınız.
8. Ray preslerini kullanarak rayı hizasına ve kotuna getirme işlemini yapınız.
9. Uygulama sonrasında çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Değerlendirme: Yapacağınız çalışma, aşağıda verilen derecelendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

"RAY ARIZALARINDA KULLANILAN YARDIMCI İŞ MAKİNELERİ" UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ					
1 (Geliştirilebilir), 2 (Zayıf), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Mükemmel)	**Dereceler**				
Ölçütler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.					
2. Yapılacak işleri tespit etti.					
3. Ray profili taşlama makinesini kullanarak ray taşlama işlemini yaptı.					
4. Ray kesme makinesini kullanarak ölçülü ray kesme işlemini yaptı.					
5. Ray delme makinesini kullanarak ölçülü ray delme işlemini yaptı.					
6. Ray kaydırma-taşıma apareylerini kullanarak rayı kaydırdı.					
7. Ray kaydırma-taşıma apareylerini kullanarak rayı taşıma işlemlerini yaptı.					
8. Ray preslerini kullanarak rayları hizaladı.					
9. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Ölçek puanı					
100'lük sisteme göre değerlendirme puanı					
Ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi: Ölçekte her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. 100'lük sistemde değerlendirme puanının hesaplanması: [(Ölçek puanı x 100) / (Ölçüt adedi x 5)					
Tam puan alamadığınız ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.					

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıda boş bırakılan yerlere cümleler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (…) Jeneratör çalıştırılmadan önce bağlantı kabloları kontrol edilmelidir.
2. (…) Jeneratör çalıştırıldıktan sonra marş işlemine bir süre daha devam edilmelidir.
3. (…) Raylarda meydana gelen ray yüzeyi yanıkları, kabuklanmalar, kavlamalar nedeniyle rayların periyodik olarak taşlanması gerekir.
4. (…) Yoldaki değişmesi gereken traverslerin çıkarılıp yenilerinin yerine konulmasında elektrikli el buraj makinesi kullanılır.
5. (…) Ray delme makinesi, ray gövdelerine cebire bağlanması amacıyla delik delme işlerinde kullanılır.

B. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun ifadelerle doldurunuz.

6. Yardımcı iş makinelerinin enerjilerini sağlamak için taşınabilir ……..…….. kullanılır.
7. Jeneratörlerin uzun süre marşına basmak ……..…….. motoruna zarar verebilir.
8. El buraj makinesi, ……..…….. yerine kullanılan yardımcı iş makinesidir.
9. Buraj sırasında buraj yapılacak nokta, getirilmesi gereken kota ……..…….. ile yükseltilir.
10. Beton traversli yollarda ……..…….. tonluk mekanik krikolar kullanılır.

C. Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru cevabı işaretleyiniz.

11. Aşağıdakilerden hangisi tirfonöz-blonöz makinelerinin çok amaçlı kullanım alanları içinde yer almaz?

A) Raylarda ölçülü delme işlemi
B) Beton traverslerde plastik dübel değiştirilmesi
C) Ahşap ve beton traverslerde travers içerisinde kırılan tirfonların çıkarılması
D) Ahşap traverslerde delme işlemi
E) Beton traverslerde dalgalı takoz çürütme işlemi

12. Ray mantarının üzerinde veya yanında oluşan hataların motor tahrikli aşındırma taşlarıyla sıyrılması işlemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Raylarda ondülasyon
B) Ray sıyırma
C) Haddeleme
D) Ray taşlama
E) Ray düzeltme

13. Tekli veya çoklu rayları emniyetli bir şekilde kaldırmak için aşağıdakilerden hangisi kullanılır?

A) Ray krikosu
B) Ray kaldırma apareyi
C) Fork-lift
D) İstif makineleri
E) Ray presi

14. Aşağıdakilerden hangisi raylarda meydana gelen yatay ve düşey eğriliklerin düzeltilmesinde kullanılan yardımcı iş makinesidir?

A) Ray taşlama B) Kaldırma apareyi
C) Ray presi D) İstif makineleri
E) Buraj makinesi

15. Demiryollarının üstyapısında bulunan blonların sökülmesinde ve sıkılmasında aşağıdaki makinelerden hangisi kullanılır?

A) Buraj B) Delme C) İstif
D) Taşlama E) Tirfonöz

CEVAP ANAHTARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D	Y	D	D	Y	kişisel koruyucu donanım	el aleti	Dikkat! Arızalıdır	mavi	kaza	A	B	E	C	D

2. ÖĞRENME BİRİMİ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D	D	Y	Y	D	üstyapı	conta	karşılıklı	kör cebire mengenesi	cebire	D	E	A	C	B

3. ÖĞRENME BİRİMİ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D	Y	Y	D	D	betonarme	HM	balast sondajı	35	60	D	B	A	E	C

4. ÖĞRENME BİRİMİ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Y	Y	D	D	Y	makas eğimi	“a” mesafesi	faydalı uzunluk	nazari merkez	2 m	C	B	E	D	A

5. ÖĞRENME BİRİMİ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Y	Y	D	D	Y	merkezkaç	parabol	kurp	tanjant	yanal ivme	A	C	D	B	E

6. ÖĞRENME BİRİMİ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Y	Y	D	D	Y	dever akordu	tenzilli	merkezkaç	hız kısıtlaması	iç	E	D	C	B	A

7. ÖĞRENME BİRİMİ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D	Y	Y	D	D	fleş	ekartman	sürekartman	aplikasyon	numaralı	D	E	B	A	C

8. ÖĞRENME BİRİMİ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D	Y	D	D	Y	hız	22,5	merkezkaç	kritik	daimî	C	A	E	B	D

9. ÖĞRENME BİRİMİ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D	D	D	Y	Y	onarım	nivo	geçirgenlik	dresaj	nivelman	A	D	B	C	E

10. ÖĞRENME BİRİMİ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
D	Y	D	Y	D	Y	Piri Reis	16	buraj	tanjant	yol kotu	D	E	C	B	A

11. ÖĞRENME BİRİMİ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D	D	D	Y	Y	gres yağı	apleti	şöminman	antişöminman	mevcut	C	B	E	D	A

12. ÖĞRENME BİRİMİ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D	Y	D	D	Y	2	ekartman	sabotesi	selet	1 440 mm	C	A	D	E	B

13. ÖĞRENME BİRİMİ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D	Y	D	Y	D	jeneratör	marş	buraj kazması	kriko	5-15	A	D	B	C	E

KAYNAKÇA

Arlı, V. (2002). *Balastlı Ve Balastsız Üstyapıların Ekonomik Yönden Karşılaştırılması.* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Arlı, V. (2019). *Demiryolu Mühendisliği.* İstanbul: Birsen.

Berke, O. (1972). *Demir Yolu Üstyapı Tekniği*. Eskişehir: TCDD Basımevi.

Emiroğlu, K. ve Uzmay, Ü. (2013). *Demiryolu Ansiklopedisi.* Ankara: TCDD Gelişim Vakfı Yayınları

Esveld, C. (2001). *Modern Railway Track 2nd Edition*. MRT Production.

Kaçer, İ. (2006). *Demiryolu Bilgisi.* Eskişehir: TCDD Eskişehir Eğitim Merkezi Müdürlüğü.

Kaçer, İ. (2006). *Makineli Yol Tamiratı Esasları.* Eskişehir: TCDD Eskişehir Eğitim Merkezi Müdürlüğü.

Kaçer, İ. (2009). *Üstyapı ve Tekniği.* Eskişehir: TCDD Eskişehir Eğitim Merkezi Müdürlüğü.

Koçtürk, B. (2013). *Üstyapı Bilgisi ve Üstyapı Tekniği.* Sivas: TCDD Eğitim ve Öğretim Dairesi Başkanlığı.

Kozak, M. (2011). Demiryolunda Rayların Birleşim Noktaları ve Özelliklerinin Araştırılması. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi.* 7(2) 40-49.

Kumbasar, F. (1947). *Üstyapı ve Demir Yolu Tekniği.* Ankara: TCDD Basımevi.

Licthberger, B. (2011). *Demiryolu cep kitabı.* Eurail Press. Germany

MEB (2020). *Raylı Sistemler Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı.* Ankara.

Öztürk, Z. ve Öztürk, T. (2005). *Kent içi Demiryolunda Balastsız Üstyapı Tasarımları ve Uygulama Esasları.*

Sözal, S.(2005). *Yol Bilgisi.* Eskişehir: TCDD Eskişehir Eğitim Merkezi Yayını.

TCDD Altyapı Hat Bakım El Kitabı. (2013). Ankara: T.C. Devlet Demiryolları Yayınları.

TCDD Üstyapı Hat Bakım El Kitabı. (2013). Ankara: T.C. Devlet Demiryolları Yayınları.

TDK Güncel Türkçe Sözlük. (2023). Ankara: TDK

TDK Yazım Kılavuzu. (2023). Ankara: TDK

TS EN 13803 (2017). Demiryolu uygulamaları - Parça - Parça hizalama tasarım parametreleri - Parça göstergeleri 1 435 mm ve daha geniş.

TS EN 13848-5 (2017). Demiryolu uygulamaları - Parça - Parça geometri kalitesi - Bölüm 5: Geometrik kalite seviyeleri - Düz çizgi, anahtarlar ve geçişler.

Ulaştırma ve Haberleşme Terimleri Sözlüğü. (2011). Ankara: T.C. Ulaştırma Bakanlığı Yayınları.

Not: Kaynakça yazımı APA 6 yazım stiline göre yapılmıştır.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI

Materyalin genel ağ kaynakçasına ve görsel kaynakçasına buradan ulaşılır.

Karekoda ulaşılamaması durumunda aşağıdaki linki kullanabilirsiniz.

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2358

NOTLARIM