2007 KARABÜK ÜNİVERSİTESİ

1. Baskı

DEMİRYOLU HATLARININ DÖŞENMESİ (POZ)

Şehzat GÜNORAL

DEMİRYOLU HATLARININ DÖŞENMESİ (POZ)

ŞEHZAT GÜNORAL

EMEKLİ DEMİRYOLCU

Demiryolu Üstyapı Danışmanı

Ocak 2023

Karabük Üniversitesi Yayınları - 88

Yazar
Şehzat GÜNORAL

Editör
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Emin Akay
(Karabük Üniversitesi)

Kapak ve Metin Tasarımı
Raylı Sist. Müh. Şeyma Korkmaz (M. Sc.),
Raylı Sist. Müh. Anıl Rıdvanoğulları (M. Sc.),
Dr. Tayfun Çetin

Baskı
Özer Matbaa - Murat Özer
Gazipaşa Cad. 26/B Karabük
T: 0(370) 424 16 19

ISBN:
978-605-9554-83-1

Sertifika No
45493

KARABÜK ÜNİVERSİTESİ

TEŞEKKÜR

Bu kitabın basılmasını sağlayan Karabük Üniversitesi Rektörlüğüne, başta Rektör Yardımcısı Sayın Prof. Dr. Mustafa YAŞAR ve tüm emeği geçenlere, ayrıca eserin basılması sırasında emek vererek, düzeltmeleri yapan Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Raylı Sistemler Mühendisliği Program Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Sayın M. Emin AKAY'a şükranlarımı sunarım.

Şehzat GÜNORAL
Demiryolu Danışmanı

ÖNSÖZ

Buhar gücünün bulunması insan yaşamında bir devrim yarattı. İnsanlar buhar gücünü kullanarak, buharlı arabalar, buharlı gemiler ve buharlı lokomotifler yaparak ulaşım ihtiyaçlarını karşılayacak yeni ve alternatifli taşıma sistemlerine kavuştular. Demiryolunun bir taşımacılık sistemi olarak ulaşım ailesinde yerini alması, insanoğlunun sosyal ve ekonomik yaşamında büyük değişikliklere sebep oldu. Çünkü demiryolları kendi ilerlemesini ve gelişmesini sağladığı gibi, bulunduğu bölgedeki insanların sosyal, kültürel ve ekonomik hayatının da gelişmesine büyük katkılarda bulundu.

İlk zamanlarda, insanların demiryolu taşımacılığından beklentisi sadece bir yerden bir yere gidebilmek, mal ve eşyalarını kolaylıkla taşıyabilmekten ibaretti. Ancak zaman içerisinde teknolojinin ilerlemesi, insanların daha çok sosyalleşmesi, kültürel ve ekonomik yönden gelişmesi sonucu sadece bir yerden bir yere gitmek yeterli olmadı. İnsanların yeni yerler görmek, yeni insanlarla tanışmak, kültürel ve ticari alışveriş yapmak için de seyahat etmek istemeleri, ulaşım sistemlerinde emniyet, sürat, konfor ve ekonomi gibi hususları öncelikli beklenti haline getirdi.

Günümüz toplu ulaşım sistemleri içerisinde insanların öncelikli beklentisi olan emniyet, sürat, konfor ve ekonomi gibi unsurları bir arada ve en kaliteli şekilde sadece raylı ulaşım sistemleri karşılayabilmektedir. Raylı ulaşım sistemlerinin bu üstünlüğü, kendilerine olan ilgi ve talebi arttırmasına neden oldu. Artan talebin karşılanması için yapılan çalışmalar, demiryolu teknolojisinin ilerlemesini, sanayisinin kurulmasını ve gelişmesini sağladı.

Raylı sistemlerin gelişmesinde en önemli rolü finans, emek, teknoloji ve bilgi birikimi oynamaktadır. Demiryolu teknolojisi ve sanayisinde ilerlemiş ülkelerin bu dört unsuru çok iyi kullandıklarını ve gelişmeyi bu sayede sağladıklarını yaşayarak, gözlemlemekteyiz. Bu ülkeler özel sektördeki dinamizmi, üniversitelerdeki bilgiyi ve demiryolu çalışanlarındaki tecrübeyi birleştirip, finansal olarak destekleyerek ülkelerinde demiryolu teknoloji ve sanayisinin oluşmasını ve gelişmesini sağladılar. Kazanılan bu teknoloji ve sanayi de, o ülkelerinin kalkınmasına ve insanların refah seviyesinin yükselmesine büyük katkıda bulundu.

Hatta bu ülkelerde demiryolu teknolojisi ve sanayisinin ürettiği mal ve hizmetler, ülke dış satımının önde gelen kalemi haline geldi.

Ülkemizde de devletin şehirlerarası yolcu ve yük taşımacılığında kullanılan mevcut konvansiyonel hatların iyileştirilmesi kapsamında, hatların yenilenmesi, çift hatta çıkartılması, elektrifikasyon ve sinyalizasyon tesisleri ile desteklenerek modern işletmeler haline getirilmesine önem vermesi, şehirlerarası yolcu taşıması için hızlı tren hatları yapması ve işletmeye açması, Büyükşehir Belediyelerinin kent içi toplu ulaşım sorunlarının çözümünde, raylı sistemlere öncelik vererek Metro, Hafif metro (LRT) ve Tramvay hatları yaparak işletmesi, raylı sistemlere ilgiyi ve talebi artırdı. Bu talep artışı imalat sektöründe çalışan kurum ve kuruluşlar ve inşaat sektöründe çalışan yükleniciler için de itici güç oluşturdu.

Bu güne kadar tamamını yurt dışından aldığımız raylı sistem yapımında kullanılan, ray, beton travers, bağlantı malzemesi, makas, bir kısım demiryolu yapım malzeme, makine ve ekipmanı, kataner ve enerji temini sistemi yapım malzeme ve ekipmanı, sinyal sistemine ait her türlü, yapım malzemesi, ekipmanı ve demiryolu araçları artık ülkemizde üretilir oldu.

Üretilen bu malzeme, makine ve ekipmanlar demiryolu yapımlarında başarı ile kullanılmakta ve hatta yurtdışına ihraç edilmektedir. Daha önce tamamı yabancı yükleniciler tarafından yapılan ve Demiryolunu meydana getiren, altyapı, üstyapı, sinyalizasyon, elektrifikasyon ve enerji temini gibi tesisler yerli yükleniciler tarafından başarı ile yapılmaktadır. Hatta bu yüklenici firmalar, yurtdışında da büyük raylı sistem inşaatlarını yapar hale geldiler.

Demiryolu konusunda yaratılan bu çalışmaların yurt dışından ithal edilecek bilgi ve tecrübe ile yürütülemeyeceği, eğitime önem verilerek raylı sistemlerin yapılması, kontrolü ve işletilmesi aşamalarında gerekli iş kollarına, nitelikli iş gücünü sağlamak için meslek okulları, meslek yüksekokulları açılması ve üniversitelerimizde demiryolu bölümleri kurulmasına öncelikle ihtiyaç olduğu ortaya çıktı. Gerek devlet ve gerekse özel sektör bu konuda da büyük ve önemli adımlar attılar. Ülkemizin birçok ilinde Raylı sistemlere çeşitli seviyede nitelikli eleman yetiştiren Meslek Liseleri, Meslek Yüksek Okulları, Üniversiteler ile Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde de 2011 yılında "Raylı Sistemler Mühendisliği" Programı açılarak öğretime başladı.

Yapılan bu güzel çalışmalara ilave olarak, ülkemizde Demiryolu teknolojisinin gelişmesine önemli katkıda bulunacağını düşündüğüm "Raylı Sistemler Teknoloji ve Sanayi Araştırma ve Geliştirme Merkezi" ve Demiryolu teknolojisi ile ilgili bilgi ve tecrübeleri içeren her türlü yazılı ve görsel materyallerin bulunduğu bir 'Raylı Sistemler Kütüphanesi' kurularak, raylı sistem teknolojisi konusunda eğitim alan, raylı sistem yapılmasında ve işletmesinde çalışanların hizmetine sunulmasının gerektiği kanaatindeyim.

"Raylı Sistemler Teknoloji ve Sanayi Araştırma ve Geliştirme Merkezi" ve "Raylı Sistemler Kütüphanesinin" kurulması, ülkemizde de raylı sistemlerin gerek şehirlerarası ve gerekse şehir içi ulaşımda etkin olmasına ve Demiryolu teknolojisinin gelişmesine büyük katkıda bulunacağına inanıyorum. Bu konuda ülkemizde ilk Raylı Sistemler Mühendisliği bölümünü açmış olan Karabük Üniversitesinin öncülük yapacağına gönülden inanıyorum.

Netice olarak ülkemde de kurulmasını arzuladığım Raylı Sistemler Kütüphanesine bir taş koymak amacı ile 55 yıl emek verdiğim Demiryolu yapımı konusundaki bilgi ve tecrübelerimi yazarak demiryolu ile ilgili eğitim gören ve yapım işlerinde çalışacakların hizmetine sunmak istedim.

Bu türde bir kitabı ilk yazan olmak ve bundan sonra demiryolu konusundaki bilgi ve tecrübelerini yazarak aktarmak isteyen demiryolculara öncülük yapmak bana büyük mutluluk verecektir.

Kitaptan yararlanacak demiryolculara başarı ve mutluluklar dilerim.

Şehzat GÜNORAL

EDİTÖRÜN SUNUŞU

Bu kitapla birlikte Karabük Üniversitesinin "Raylı Sistemler Teknolojisi" alanındaki ikinci kitabı yayınlanmaktadır. İlk kitap 2018 yılında **"Balastlı Üst Yapılarda Yol Tamir ve Bakımı"** adıyla kullanıcıların hizmetine sunulmuştu.

Türkiye de demiryolu ve kentsel raylı sistemler yatırımları hızla artmaktadır. TCDD'nin 2003 - 2018 döneminde 63 milyar TL tutara erişen demiryolu yatırımları; YHT hatları inşası, hat yenilemeler, elektrifikasyon, sinyalizasyon ve haberleşme sistemi yatırımları, taşıt üretim ve tedarikleri, vb. şekilde çeşitlenmektedir. Paralel olarak, 16 metropol kentte işleyen "raylı sistem" yatırımları, hem genişlemekte, hem de diğer kentlere yayılma eğilimi göstermektedir.

Bütün bu gelişmeler, raylı sistemlerde çalışanların iyi eğitilmesinin önemini göstermektedir. 2003'ten bu yana yaygınlaşan raylı sistemler yatırımları, öncelikle yabancı uzman ve firmalar yönetiminde gerçekleştirilmiştir. Yerli uzman, teknisyen ve vasıflı işçilerin yetişmesi de bu yatırımlar süresince "işbaşı eğitim" yoluyla gerçekleşirken, verimli ve kaliteli olması da, basılı eğitim materyalinin varlığına bağlıdır.

Adedi her yıl artan demiryolu sektörü ile ilgili Meslek Liseleri ile Meslek Yüksek Okullarının; hem teknik donanım, hem de kadro zayıflığı yaşadığı bilinmektedir. Milli Eğitim Bakanlığı - TCDD işbirliğiyle hazırlanan MEGEP ders materyalleri önemli bir görev üstlenmiş ve bir boşluğu doldurmuştur. Bu kitap da, raylı sistemler yatırımları ve inşaatı alanında çalışacak "profesyoneller" için olduğu kadar, Karabük Üniversitesi - Mühendislik Fakültesinde 2011 yılından beri süregelen "Raylı Sistemler Mühendisliği" eğitiminin muhtelif dersleri için de, kaynak kitap görevi yapacaktır. Pandemi nedeniyle 2 yılı aşkın doğan yayın engelini yenerek, bu kitabı hizmete sunmaktan mutluluk duyuyoruz.

Eserin sektörde çalışanlara da faydalı olmasını diliyor, kitaptan yararlanan gençlerin ve meslektaşların "yol gösterici" değerlendirmelerini bekliyorum.

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Emin AKAY
KBÜ Mühendislik Fakültesi
Raylı Sistemler Mühendisliği Prog. Bşk.

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1 1
TEMEL DEMİRYOLU BİLGİSİ 1
1.1. Giriş 1
1.2. Altyapı 1
1.3. Üstyapı 3
1.3.1. Balast 3
1.3.2. Ray 3
1.3.3. Travers 4
1.3.4. Bağlantı Elemanları 4
1.3.5. Makaslar 6
1.4. Elektromekanik Sistemler 7
1.5. Çeken ve Çekilen Araçlar 8
1.5.1. Çeken Araçlar 8
1.5.2. Çekilen Araçlar 9
1.5.3. Otomotris Araçlar 10
BÖLÜM 2 11
HAT DÖŞEMENİN ESASLARI VE ÖN ÇALIŞMA 11
2.1. Hat Döşemenin Esasları 11
2.2. Ön Çalışma 12
BÖLÜM 3 14
POZ PROGRAMININ HAZIRLANMASI 14
3.1. Poz Programı Kuralları 14
3.2. Poz Ekipleri ve Görevleri 15
3.2.1. Ölçü ve Aplikasyon Ekibi 15
3.2.2. Üstyapı Malzemelerinin Temini ve Ön Hazırlık Ekibi 15
3.2.3. İş Güvenliği, Trafik ve Koordinasyon Ekibi 16
3.2.4. Birinci Tabaka Balast Serme Ekibi 17

3.2.5. Hat Montaj Ekibi 17
3.2.6. İkinci Tabaka Balast Taşıma ve Serme Ekibi 18
3.2.7. Buraj Ekibi 18
3.2.8. Ray Kaynak Ekibi 18
3.2.9. Makas Montaj Ekibi 19
3.2.10. Makine Bakım Onarım Ekibi 19
3.2.11. Konaklama ve Sosyal İşler Ekibi 19
3.2.12. Mali işler ve Satın Alma 20
BÖLÜM 4 21
ÖLÇÜ VE APLİKASYON 21
4.1. Projede Hat Parametrelerinin Belirlenmesi 21
4.1.1. Yatayda 21
4.1.2. Düşeyde 21
4.2. Proje ve Hazırlanan Profilin Platforma Aplike Edilmesi 21
BÖLÜM 5 24
BİRİNCİ TABAKA BALASTIN SERİLMESİ 24
BÖLÜM 6 29
BALASTLI HATLARIN MONTAJI 29
6.1. Yerinde Montaj 29
6.1.1. Traverslerin taşınması ve serilmesi 29
6.1.2. Rayların taşınması ve dizilmesi 32
6.1.3. Yolun bağlanması 34
6.2. Panel Sistem (Çerçeve Montaj) 36
6.2.1. Demiryolu çerçevelerinin (panellerin) ön-montajı 36
6.2.2. Panellerin (çerçevelerin) hatta taşınması ve montajı 38
6.3. Hat Döşeme Makineleri (Poz trenleri) İle Hat Montajı 39
6.3.1. Poz treni ile hat yenilecek kesimde yapılacak ön çalışmalar 40
6.3.2. İkmal Şantiyesi 41

6.3.3. Poz makinesinin hazırlanması ve çalışması 42
BÖLÜM 7 46
BALASTLI MAKAS DÖŞENMESİ 46
7.1. Balastlı Makasların Doğrudan Hat Güzergâhına Döşenmesi 46
7.2. Ön Montajlı Makas Döşenmesi 49
7.2.1. Makasların ön montajı (makas prefabrikasyonu) 49
7.2.2. Ön montajı tamamlanan makasların güzergâhtaki yerine montajı . 50
7.2.3. Montajı Yapılan Makasın Kaynakla Birleştirilmesi ve Burajı 51
BÖLÜM 8 52
İKİNCİ TABAKA BALASTIN TAŞINMASI VE SERİLMESİ 52
BÖLÜM 9 55
HATTIN BURAJI VE STABİLİZASYONU 55
9.1. Buraj Makineleri 57
9.1.1. Buraj makinesi özellikleri 57
9.1.2. Balast regülatörü özellikleri 59
9.1.3. Dinamik hat stabilizatörünün özellikleri 59
9.1.4. Makas buraj makinesi özellikleri 60
9.2. Dökülen Balastın Serilmesi 62
9.3. Birinci Buraj İşlemi 63
9.4. İkinci Buraj İşlemi 64
9.5. Stabilizasyon İşlemi 65
9.6. Üçüncü / Son Buraj İşlemi ve Stabilizasyon 68
9.7. Makasların Burajı 69
9.7.1. Makasın birinci burajı 69
9.7.2. Makasın ikinci burajı 69
9.7.3. Makasın üçüncü burajı 70
BÖLÜM 10 71
BETONA TESPİTLİ HAT DÖŞENMESİ 71

10.1. Betona Doğrudan Tespitli Hat Döşenmesi 74
10.1.1. Rayların taşınması 74
10.1.2. Yol Bağlantı Malzemesinin Taşınması 75
10.2. Demir İşleri 76
10.3. Rayların Montajı 76
10.4. Kalıp İşleri 78
10.5. Tespit Betonunun Dökülmesi 79
10.6. Askı Tertibatının Sökülmesi 80
10.7. Kalıpların Sökülmesi 80
BÖLÜM 11 81
BETONA TESPİTLİ MAKAS DÖŞENMESİ 81
11.1. Makasın Ray Aksamı ve Tespit Ekipmanlarının Taşınması 81
11.2. Makasın Döşenmesi 81
11.2.1. Demir işleri 81
11.2.2. Makas ray aksamının montajı 82
11.2.3. Kalıp işleri 82
11.2.4. Tespit betonunun dökülmesi 83
11.2.5. Askı tertibatlarının ve kalıpların sökülmesi 83
11.2.6. Kalıpların sökülmesi 83
BÖLÜM 12 84
KAYNAK YAPILMASI VE GERİLİM ALINMASI 84
12.1. Makineli Yakma Alın Kaynağı Yapılması 84
12.1.1. Kaynak öncesi yapılacak işler 85
12.1.2. Alın kaynağının yapılması 86
12.2. Alüminotermit Ray Ek Kaynağı Yapılması 92
12.2.1. Kaynak öncesi yapılacak işler 92
12.2.2. Alüminotermit kaynak malzemeleri 93
12.2.3. Kaynağın yapılması 97

12.2.4. Kaynak sonrası işlemler 108
12.3. Gerilim Alınması 109
12.3.1. Ortalama ray sıcaklığı ve hesaplanması 109
12.3.2. Uygun bir gerilim alma işlemi için yapılması gerekenler 110
12.3.3. Ortalama sıcaklıkta rayların geriliminin alınması 112
12.3.4. Ray ısıtılarak geriliminin alınması 114
12.3.5. Gerdirme suretiyle ray geriliminin alınması 115
BÖLÜM 13 118
RAYLARIN ULTRASONİK MUAYENESİ (TAHRİBATSIZ MUAYENE - NDT) 118
13.1. Ultrasonik Muayenenin Uygulanması 119
13.2. Ultrasonik Test Aletinin Özellikleri 120
13.3. Ultrasonik Muayene Prosedürü 120
BÖLÜM 14 121
RAYLARA KORUYUCU TAŞLAMA UYGULAMASI 121
14.1. Taşlama Makinesinin Teknik Özellikleri 122
14.2. Makine ve Kullanıcısına Ait Belgeler 123
14.3. Çalışma Öncesi İş Planı ve Ölçümler 124
14.4. Taşlama Toleransları 125
14.4.1. Profilin Boyuna Toleransı 125
14.4.2. Profilin Enine Çapraz Toleransı 125
14.4.3. Talaş Kaldırma 125
14.4.4. Maksimum yüzey taşlama genişliği 126
14.4.5. Maksimum pürüzlülük 126
14.5. Taşlanmış Bölgenin Kontrol Kriterleri 126
14.5.1. Ray boy kesitinde 126
14.5.2. Ray en kesitinde 126
14.5.3. Yüzey koşulları 126
14.5.4. Talaş kaldırma 126

14.6. Temizlik 126
BÖLÜM 15 127
HAT'TIN İŞARETLENMESİ 127
15.1. Hat Bilgilendirme İşaretlerinin Konulması 127
15.1.1. Kilometrelerin işaretlenmesi 127
15.1.2. Hektometre işaretleri 128
15.1.3. Eğim levhaları 128
15.1.4. Hız levhaları 129
15.1.5. Kurb yarıçapları 129
15.2. Hat Geometrisi Bilgilerinin İşaretlenmesi 129
15.2.1. Kurb parabolu (klodoit) başlangıç ve bitişleri 129
15.2.2. Kurblarda dever miktarları 130
15.2.3. Hat'tın yatay ve düşey değerleri 130
15.2.4. Hat'ta yapılan ray ek kaynaklarının işaretlenmesi 130
15.3. Diğer İşaretlemeler 131
15.3.1. Hemzemin geçitler 131
15.3.2. Limit taşları 132
15.3.3. Makasların numaralanması 133
15.3.4. İstasyon isimleri 133
15.3.5. İstasyon kilometresi ve kotu 133
BÖLÜM 16 135
HAT'TIN KONTROLÜ VE MUAYENESİ 135
16.1. Topoğrafik Aletlerle Yapılan Kontrol ve Muayene 135
16.2. Gözle Kontrol ve Muayene 135
16.2.1. Altyapıda kontroller 136
16.2.2. Üstyapıda ve yolda kontroller 136
16.2.3. Üstyapıda ve Makaslarda kontroller 137
16.3. Hat'tın Yol Ölçme Makinesi ile Ölçülmesi 137

16.3.1. Ölçü parametreleri 137
16.3.2. Hat'tın ön ölçümü 138
16.3.3. Hat ölçme makinesi ile hat'tın ölçülmesi 138
16.3.4. Yeni hatlarda hat yapım toleransları 141
KAYNAKÇA 142

BÖLÜM 1

TEMEL DEMİRYOLU BİLGİSİ

1.1. Giriş

Raylı sistemler genellikle; Altyapı, Üstyapı, Elektromekanik sistemler ve Araçlar (çeken ve çekilen vasıtalar) olarak dört unsurdan meydana gelir. Bu bölümde raylı sistemleri meydana getiren ögeler kısaca açıklanacaktır.

1.2. Altyapı

Altyapıyı oluşturan unsurlar, Raylı sistemin üzerine kurulması için yapılan; hemzemin tabaka, dolgular, kazılar, alt ve üst geçitler, köprüler, viyadükler, tüneller, istinat ve koruma duvarları gibi imalatlar ile istasyon ve platformları, yolcu peronları, depo ve bakım atölyeleri, yük ambarları, rampalar ve yükleme-boşaltma ekipmanları, döner köprü gibi tesislerden oluşmaktadır.

Bu tür tesisler (Şekil 1.1 - 1.8) arasında gösterilmiştir.

Şekil 1.1. Hemzemin

Şekil 1.2. Yarma

Şekil 1.3. Dolgu, imla

Şekil 1.4. Tünel

Şekil 1.5.Köprü

Şekil 1.6. Viyadük

Şekil 1.7. İstasyon

Şekil 1.8. Yolcu Peronu

1.3. Üstyapı

Platform (altyapı) üzerine döşenen ve vasıtaların üzerinde hareket ettiği yapıya üstyapı denir. Bu yapıda; Balast (Balastsız sistemlerde beton yapı), Traversler (Balastsız sistemlerde taşıyıcı beton), Ray, travers bağlantılarını sağlayan ekipmanlar (küçük bağlantı elemanları, balatsız sistemlerde rayların betona doğrudan bağlantısını sağlayan elastik plakalı ekipmanlar) ile makaslar bulunmaktadır.

1.3.1. Balast

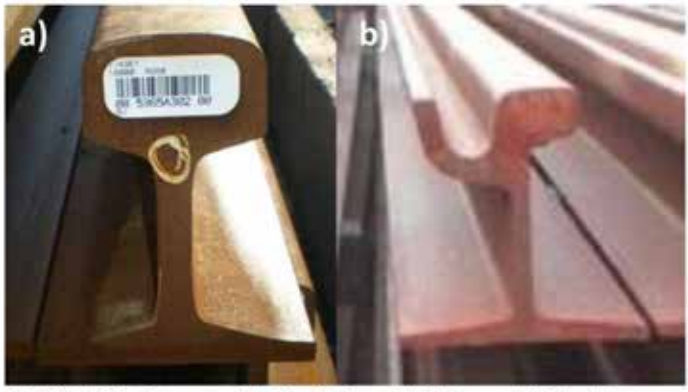
Ballast tabakası, ray-travers yapısını taşıyan elemandır. Balast, standartları belirlenmiş, gelişigüzel biçimli, sert taşlardan oluşmaktadır (Şekil 1.9).

Şekil 1.9. Balast tabakası

1.3.2. Ray

Şekil 1.10'da gösterilen raylar, yumuşak çelikten yapılmış, yüksek esnekliğe sahip karbon çelikleri olup, haddelenerek üretilirler. Kullanım amaçlarına göre, demiryolu rayı (vinyol tipi), oluklu tramvay rayı ve vinç rayı olarak farklı türlerde imal edilirler.

Raylar ülkemizde KARDEMİR A.Ş. tarafından üretilmektedir (Şekil 1.10).



Şekil 1.10. Ray çeşitleri a) Vinyol tipi ray, b) Oluklu ray

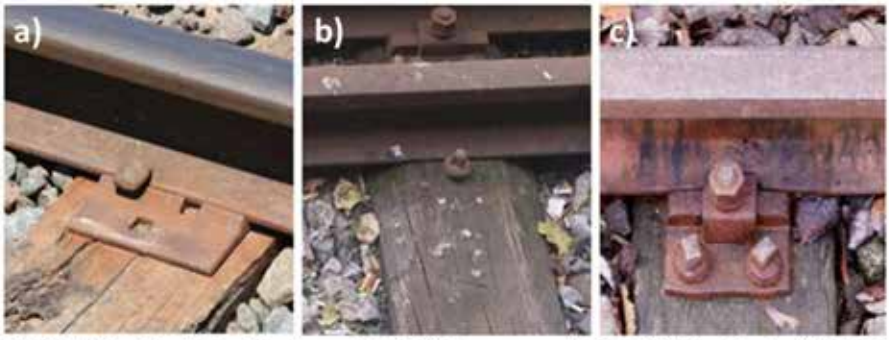
1.3.3. Travers

Balast tabakasının üzerine oturan ve rayları taşıyan demiryolu elemanıdır. Traversler günümüzde çoğunlukla; beton ve ahşap olarak kullanılmaktadır. Kompozit travers de yaygınlaşmakta olup, demiryollarının ilk dönemlerinde yaygın olan çelik traversler günümüzde kullanılmamaktadır (Şekil 1.11).

Şekil 1.11. Travers çeşitleri a) beton, b) ahşap, c) çelik

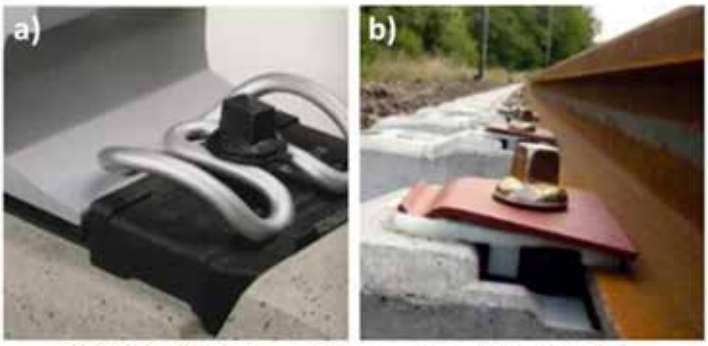
1.3.4. Bağlantı Elemanları

Bu elemanlar rayları traverse bağlama görevini yapmaktadırlar. Bağlantı elemanları; klasik ve elastik bağlantılar olarak iki çeşittir. Klasik bağlantılar; krampon, tirfon ve K tipi bağlama düzeni olarak üç türlüdür (Şekil 1.12).

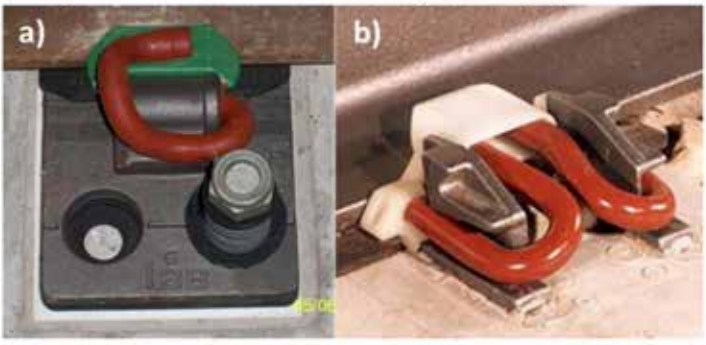


Şekil 1.12. Klasik bağlantı çeşitleri a) krampon tipi, b) tirfon tipi, c) K tipi

Elastik Bağlantılar ise, vidalamalı ve sürgülü tür olarak iki ana gruba ayrılırlar. Vidalamalı türler tirfon ve bulon kullanan Vossloh ve Nabla türleri iken, sürgülü tipler ise, Pandrol adıyla bilinirler (Şekil 1.13).



Şekil 1.13. Vidalamalı türler a) Vossloh, b) Nabla

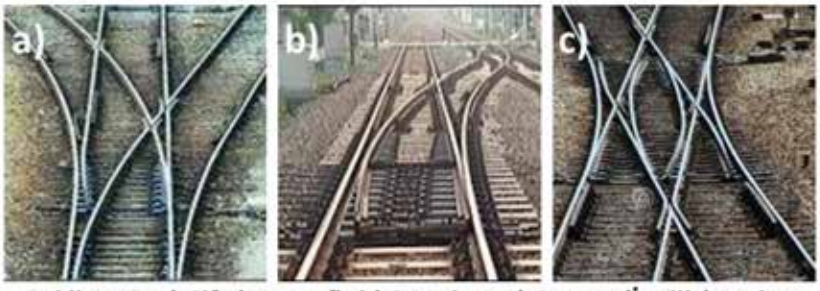


Şekil 1.14. Sürgülü türler a) Pandrol A klipsli, b) Pandrol fes klipsli

1.3.5. Makaslar

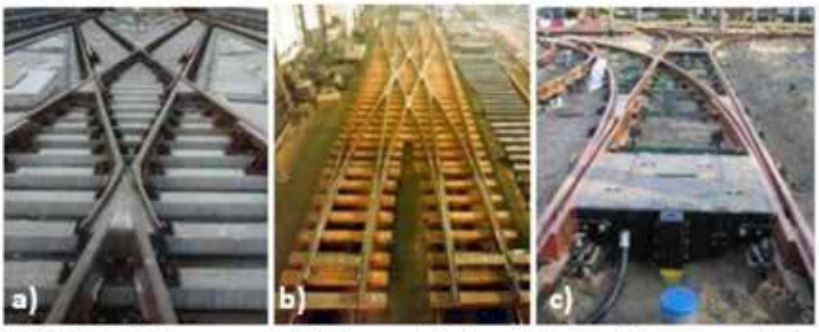
Raylı sistemlerde yol değiştirmeye yarayan düzeneklere Makas denilir. Kullanma amaçlarına göre; basit, simetrik, kurblu basit, çift, S makas, çapraz makas gibi çeşitleri vardır (Şekil 1.15-Şekil 1.16).

Şekil 1.15. Makas çeşitleri a) basit, b) simetrik (Y), c) kurblu basit



Şekil 1.16. a) Çift (Muzaaf), b) S Makas, c) Çapraz (İngiliz) Makası

Yukarıda sayılanlardan başka, kruvazman (kesişme), çapraz makas takımı ve tramvay makası gibi makaslar da bulunmaktadır (Şekil 1.17).



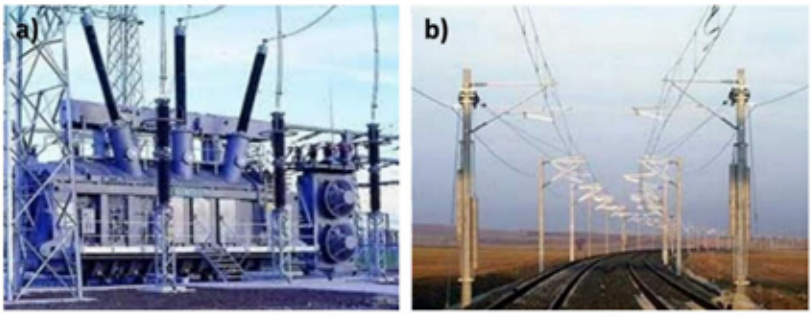
Şekil 1.17. a) Kruvazman, b) Çapraz Makas takımı, c) Tramvay Makası

1.4. Elektromekanik Sistemler

Raylı sistemin işletme koşullarının sağlanması ve modernizasyonu için gerekli unsurlardır. Bu sistemlerin içinde; elektrifikasyon, sinyalizasyon ve telekomünikasyon donanımları yer almaktadır.

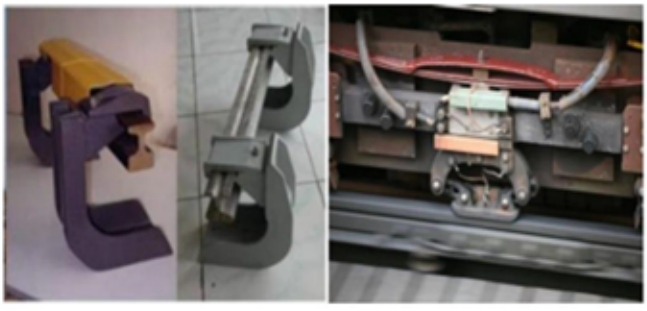
Elektrifikasyon sistemi denilince; enerji temini ve nakli, trafolar, havai hatlar, üçüncü ray düzeneği ve SCADA sistemi anlaşılır. Sinyalizasyon sistemi içinde ise; trafik kumanda masası (TSİ kumanda merkezi), tren hareketini algılayan sensörler, sinyaller (yüksek ve cüce sinyaller) bulunur (Şekil 1.18).

Telekomünikasyon donanımları kapsamında; haberleşme sistemi (telefon, telsiz, kuranportör, faks, vd.), bilet satış ve kontrolü tesisleri, istasyonların yangın, alarm, anons, saat ve görüntülü kontrol sistemleri ile asansör, yürüyen merdiven ve havalandırma sistemleri bulunmaktadır.



Şekil 1.18. a) Trafo Merkezi, b) Katener (Havai Hat)

Şekil 1.19'da metrolarda kullanılan üçüncü ray tipi enerji hattı ve Şekil 1.20'de ise sinyalizasyon sistemleri verilmiştir.



Şekil 1.19. Üçüncü ray tipi enerji hattı (metro)

Şekil 1.20. Sinyaller

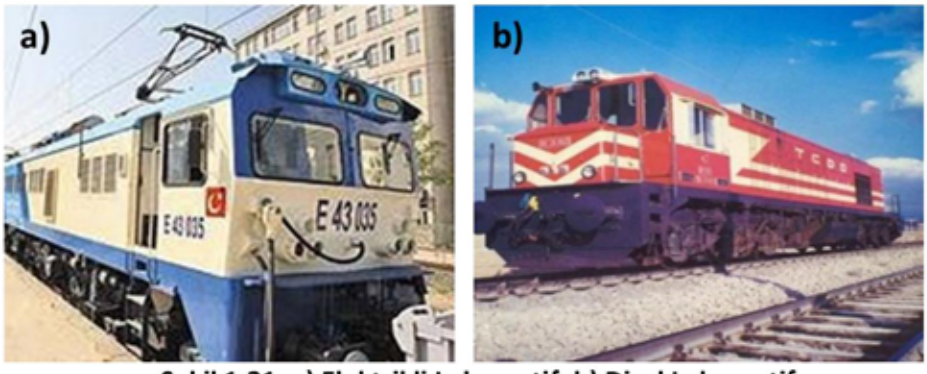
1.5. Çeken ve Çekilen Araçlar

Raylı sistem üzerinde işleyen, yolcu ve yük taşıyan taşıtlar bu gruba girmektedir. Cer araçları da denilen bu taşıtlar, başka taşıtları çeken ve enerjiye sahip lokomotifler ile enerjisiz ve çekilen vagonları kapsamaktadır.

1.5.1. Çeken Araçlar

Kısaca "Lokolar" olarak da adlandırılan bu taşıtlar, bünyelerinde ürettikleri elektrik enerjisiyle, kendi tekerleklerinde hareket enerjisi üretir ve arkalarına bağlanan yük ve yolcu vagonlarını çekerler.

Lokomotifler; enerji dönüşüm sistemlerine göre; dizel elektrikli (DE), dizel hidrolik (DH) veya elektrikli (E) tipi olarak imal edilirler. Son yıllarda dizel ve bataryalı hibrid lokolar da yaygınlaşmaktadır (Şekil 1.21).

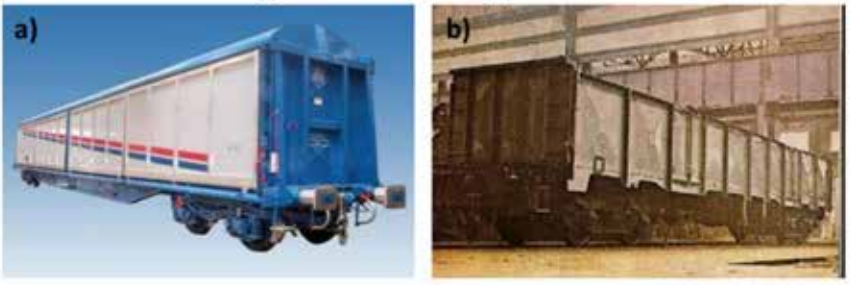


Şekil 1.21. a) Elektrikli Lokomotif, b) Dizel Lokomotif

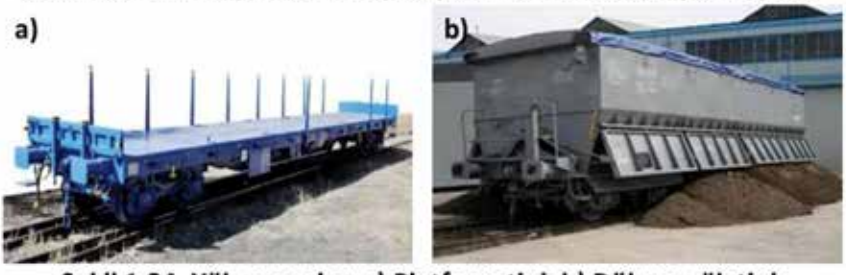
1.5.2. Çekilen Araçlar

Bu araçlar vagon olarak adlandırılır. Enerjisiz olan bu taşıtlar, lokolar tarafından çekilerek götürülürler. Kullanım amaçlarına göre; yük ve yolcu vagonları olarak çeşitlenirler (Şekil 1.22-23-24-25).

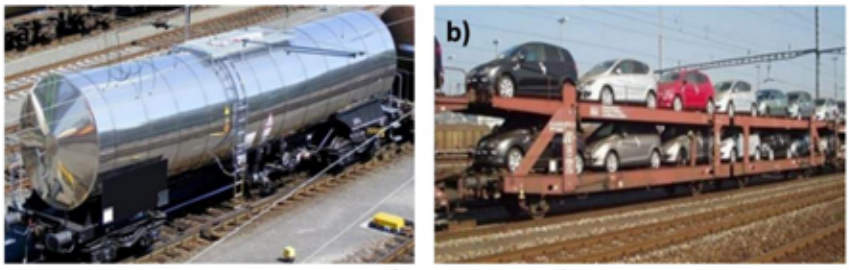
Şekil 1.22. Yolcu vagonları



Şekil 1.23. Yük vagonları a) Kapalı yük vagonu, b) Açık yük vagonu



Şekil 1.24. Yük vagonları a) Platform tipi, b) Dökme yük tipi



Şekil 1.25. Yük vagonları a) Sarnıç tipi, b) Araç taşıma tipi

1.5.3. Otomotris Araçlar

Bünyesinde çeken ve çekilen arabaları birlikte bulunduran ve yolcu taşımak üzere üretilmiş "taşıt setlerine" verilen isimdir. Ülkemizde "Mototren" genel adıyla da isimlendirilen bu taşıtların; dizelli ve elektrikli olarak türleri vardır.

Dizel motoru tahrikli olanlar, Dizelli mototren (DMU - diesel multiple units), elektrikli olan otomotris taşıtlar da elektrikli mototren (EMU - electric multiple units) olarak isimlendirilmektedir (Şekil 1.26).

Şekil 1.26. Otomotris taşıtlar a) Hızlı Tren Seti, b) Metro ve Tramvay

Yüksek hızlı tren (YHT) setleri, kent içi raylı taşıtlar (metro, tramvay ve hafif raylı taşıt) otomotris taşıtların elektrikli olanlarına örnektir. Ülkemizde Dizelli mototrenler "bölge yolcu trenlerinde" yaygın olarak kullanılmaktadır.

BÖLÜM 2

HAT DÖŞEMENİN ESASLARI VE ÖN ÇALIŞMA

2.1. Hat Döşemenin Esasları

Kitabın amacı, **üstyapıyı** meydana getiren ekipmanların platform üzerine montajına veya mevcut hat'ta yıpranmış üstyapının sökülerek, yerine yenisinin döşenmesine (Poz) ait yöntemleri, makine ve ekipmanları tanımak ve en uygun kullanma esaslarını tespit etmek olacaktır.

Raylı sistemde iki çeşit üst yapı vardır:

- Balastlı üstyapı
- Balastsız üstyapı (Doğrudan tespitli üst yapı)

Hangi çeşit üstyapı olursa olsun, üstyapının platform üzerine döşenmesi veya mevcut yıpranmış üstyapının sökülerek yerine yenisinin döşenmesi işine, raylı sistem literatüründe "Poz" denilmektedir. Poz (üstyapı döşenmesi) yöntemi, genellikle yapılacak işin yeri, miktarı, mevcut teknik ve ekonomik imkânlar, üstyapı tipi ve çalışılacak mevsim özelliği dikkate alınarak seçilir ve uygulanır.

Poza başlamadan önce iyi bir ön çalışma yapılmalı, bu çalışmanın ışığı altında poz yapım yöntemi seçilmeli ve bu yönteme en uygun poz programı hazırlanmalıdır.

Poz sırasında doğacak olumsuzluk pozu aksatacağı gibi, işin kalitesini de olumsuz etkileyecektir. Tecrübeler göstermektedir ki, iyi bir poz çalışması yapabilmek için, iyi bir ön çalışma ve detaylı bir poz programı hazırlamak, yapılan programa uygun uzman personel, makine ve ekipmanı seçmek gereklidir.

İyi bir poz çalışması için:

- Hat'tın döşeneceği platformun eksiksiz hazır olması,
- Hat üst yapı malzemesinin ortamda bulundurulması,
- Yapılan programa uygun Poz personeli, makinesi ve ekipmanın hazır olması gereklidir.

Poz sırasında çıkabilecek olumsuzlukları önceden belirlemek ve gerekli önlemleri almak, ancak bu şekilde mümkündür. Bu sayede zaman ve para israfı da önlenmiş olacaktır.

2.2. Ön Çalışma

Poz yapılacak bölge bir veya birkaç defa gezilerek, bir sürvey (alan incelemesi) çalışması yapılır. Bu çalışma sırasında pozu yapılacak bölgesinin tamamını kapsayacak şekilde, aşağıda belirtilen hususlar incelenir ve gerekli notlar alınır:

a. Bölgenin coğrafik ve topoğrafik yapısı (dağ, ova, plato, vs.),
b. Karayolu ulaşımının olup-olmadığı ve kalitesi, karayolu yoksa servis yolu ihtiyacı,
c. Şantiye kurulacak yerler (her 45 - 50 km aralıkla),
d. Malzeme stok alanları (45 - 50 km'lik yola ait malzemeyi alacak büyüklükte),
e. Balast ocakları ve verimleri, balast ocaklarının arası 100 km'den fazla ise balast stok alanları,
f. Altyapının durumu (yarma, imla, köprü, viyadük, tünel gibi sanat yapıları),
g. İstasyonlar ve saydingler: Yol adedi, boyu ve şantiye ve lojistik ihtiyaçları için istasyon sahasında kullanılabilecek boş alanları,
h. Hemzemin geçitler ve trafik yoğunlukları,
i. Demiryolu üzerinden geçen enerji hatları,
j. Demiryolu altından geçen enerji hatları, drenaj büzü, sinyal kablosu vs. gibi tesislerin yerleri,
k. Mevcut yollarda balastın durumu ve kalınlığı,
l. Platform genişliği,
m. Hattın elektrifikasyon tesisleri ve trafolar,
n. Hattın sinyalizasyon tesisleri ve sinyal yerleri,
o. Hattın trafik yoğunluğu (tren/gün),
p. Rayların hat kenarına indirilmesi ve kaynak ile birleştirilmesine engel olabilecek tesis ve yapılar,
q. Üstyapı malzemesinin taşınması için demiryolu hattına ulaşım imkânları, servis yolu yapma imkânları ve yapılıp-yapılmayacağı,

r. Yeni yapılan hatlar için alt yapının tamamının hazır olup-olmadığı, hazır değilse, ne kadarının hazır olduğu ve kalan kısmının hazırlanacağı tarihi belirleyen iş programı.

Yukarıda maddeler halinde sıralanan konularda yapılan tespitler, hazırlanacak poz planı için taban veri oluşturur.

BÖLÜM 3

POZ PROGRAMININ HAZIRLANMASI

3.1. Poz Programı Kuralları

Ön çalışma sırasında tespit edilen hususlar doğrultusunda, yapılacak pozun yöntemine karar verilir. Karar verilen yönteme uygun olarak poz programı hazırlanır.

Poz programı hazırlanırken göz önüne alınacak konular aşağıdaki gibidir:

a. Poz yönteminin tespitinin yapılması: hat nasıl serilecek? (manuel, elle veya makineli),
b. Çalışılacak mevsim, çalışma saati (sabah, öğleden sonra, gece) ve süresi,
c. Yapılması istenilen günlük poz miktarı,
d. Mevcut yollarda poz için trafik yönetim sistemi? (TMİ, TSİ, DRS, vs.),
e. İstasyon aralıkları, tren trafik yoğunluğu (poz için yolun kapatıldığı saatler dışında çalışma yapılabilecek saatler),
f. Bölgedeki yol bakım üniteleri, yerleri, ekipman ve personel durumu,
g. Mevcut hat sökülerek poz yapılacak ise, hattın sökülme metodu, sökülen malzemenin nakliyesi, yükleme - boşaltma yöntemleri, stok ve istif alanları ve buralarda yapılacak çalışmaların detayları,
h. Doğrudan tespitli (balastsız, slab track) yollarda beton temini, taşınması ve dökülmesi için gerekli ekipman,
i. Poz için gerekli üstyapı malzemesi miktarının tespiti, temini ve stok yerlerine taşınarak istiflenmesi,
j. Yeni döşenecek üstyapı malzemesinin poz mahalline taşıma, yükleme ve boşaltma yöntemleri,
k. Poz için gerekli makine ve ekipmanları,
l. Poz için gerekli tecrübeli ve teknik personel, tecrübeli işçi,
m. Yeterli şantiye tesisleri,
n. Yapılacak işlerin bir kısmı taşeronlara verilecekse, taşeronların tespiti,
o. Poz için yapılacak her faaliyet için yapım metodu ve iş güvenliği esasları,
p. Poz ekiplerinin teşkili, çalışma sırası ve kontak noktalarında koordinasyon sağlanması gibi konuları kapsar.

3.2. Poz Ekipleri ve Görevleri

Poz işleri genel olarak bir "ekipler çalışması" şeklinde yürütülür. Poz içerisinde her ekibin ayrı bir işlevi ve görevi vardır. Poz çalışmasının sağlıklı yapılabilmesi için ekiplerin görevlerini eksiksiz yapması ve ekipler arasındaki koordinasyonun kesintisiz sağlanması gereklidir. Bir önceki ekibin noksan bırakacağı bir işlem bir sonraki ekibin çalışmasını olumsuz etkileyeceği gibi, poz çalışmasının da aksamasına neden olacaktır.

Pozun yapım yöntemine bağlı olarak, poz sırasında yapılacak işler aşağıda sıralanacak ekiplerce yapılır. Bu ekiplerin kuruluşu personel, makine ve ekipman donanımları ile çalışma koşulları, poz programı ile belirlenir. Her ekibin ayrıca bir çalışma programı ve yapacağı iş ile ilgili çalışma prosedürü olmalıdır. Gerektiğinde ekipte görevlendirilecek personel yapacağı iş konusunda önceden eğitilmelidir.

3.2.1. Ölçü ve Aplikasyon Ekibi

a. Ekibin Görevi

1) Poz bölgesinde tüm ölçü işlerini yapar, hat'tın projesini ve profilini hazırlar.
2) Nirengi noktalarına göre tespit ettiği referans noktalarının km, hat eksen ve kot değerlerini listeler.
3) İşe başlanınca hat'tın eksen ve kotlarını platforma aplike ederek, listelerini montajı yapacak poz ekiplerine verir.
4) Pozdan sonra referans noktalarını kontrol ederek, bozulmalar varsa düzeltir ve hattın "Geodezi" kitabını ve nihai profilini hazırlar.
5) Montajı yapılan hat'ta ölçüm yapar, tespitlerini düzeltilmesi için buraj ekibine verir.

b. Kullanılacak Makine ve Ekipmanlar

1) Çalışma koşullarına uygun araç,
2) Topoğrafik ölçü aletleri. Distomat, nivo, teodolit, vs.

c. Personel

Harita mühendisi, topoğraf ve yeteri kadar alet operatörü (şenör).

3.2.2. Üstyapı Malzemelerinin Temini ve Ön Hazırlık Ekibi

a. Ekibin Görevi

1) Poz için gerekli üstyapı malzemesini temin eder, stok sahalarına taşır ve usulüne uygun olarak istifler.
2) Stok sahasındaki malzemeyi gerektiğinde hat'ta taşır.
3) Poz bölgesinde pozu engelleyecek olumsuzluklar varsa, onları giderir.
4) Eski yollarda poz nedeniyle yoldan çıkan malzemeyi toplar, stok sahalarına taşır, boşaltır, tasnif eder ve usulüne uygun olarak istifler.
5) Gerektiğinde servis yollarını yapar veya yaptırır.

b. Kullanılacak Makine ve Ekipmanlar

1) Çalışma koşullarına uygun araç,
2) Karayolu taşımacılığı için TIR, kamyon, kamyonet,
3) Demiryolu taşıması için lokomotif, çekici oto, Unimog, platform ve balast vagonu,
4) Yükleme ve boşaltma için yükleyici, forklift, vinç, ray ve travers yükleme ve boşaltma aparatları.

c. Personel

Tecrübeli mühendis, formen, araç sürücüleri, vinç operatörleri, yeteri kadar uzman ve düz işçiler.

3.2.3. İş Güvenliği, Trafik ve Koordinasyon Ekibi

a. Ekibin Görevi

1) Tüm şantiye personelini iş güvenliği ve işçi sağlığı konusunda eğitir. Çalışmalar sırasında alınacak tedbirleri belirler, ilan eder ve uygulamaları denetler.
2) Poz bölgesinde çalışan ekiplerin çalışma sırasında arasındaki koordinasyonu ve montaj için hat kulanım planını ekiplerin verimli çalışmaları sağlar.
3) Trafik altındaki yolda poz yapılıyor ise, ilgili demiryolu birimi ile anlaşarak, çalışma bölgesinin tren trafiğine kapatılmasını ve iş sonunda açılmasını sağlar, çalışma bölgesinde gerekli emniyet tedbirlerini alır.
4) Poz ekibine ait makinelerin istasyonda manevralarını yaptırır, işe çıkış süresini düzenler, çalışma yerine gidiş ve dönüşlerinde makinelerin uyacakları kuralları belirler ve uygulamaları denetler.
5) Yolu trafiğe kapamak dışında, balast dökmek, ray ek kaynağı yapmak, malzeme toplamak veya ekiplerin diğer istasyona intikal,

vs. gibi işler için ilgili demiryolu işletme yetkilileri ile görüşerek, hat'ta giriş izni alır ve hat'ta çalışılırken, refakat ederek güvenliği sağlar.

6) Muhtemel bir kaza ve deray hadisesinde ekibine ait araç ve makineler ile derayın kaldırılması ve yolun bir an evvel trafiğe açılması için demiryolu işletmesinin deray ekibine yardımcı olur.

b. Kullanılacak Makine ve Ekipmanlar

Çalışma koşullarına uygun araç ve güvenlik ekipmanları bulundurulur.

c. Personel

Tecrübeli demiryolu trafik uzmanı ve işin büyüklüğüne göre yeterli eleman bulunmalıdır.

3.2.4. Birinci Tabaka Balast Serme Ekibi

a. Ekibin Görevi

Birinci tabaka balastı platforma taşır, projesine ve iş programına uygun olarak sererek, sıkıştırır.

b. Kullanılacak Makine ve Ekipmanlar

Çalışma şartlarına uygun pikap, kamyon, yükleyici, finisher, greyder ve silindir gibi makinelerden oluşur.

c. Personel

Formen, makine kullanıcıları ve uzman işçiler.

3.2.5. Hat Montaj Ekibi

a. Ekibin Görevi

1) Tespit edilen yol montaj yöntemine uygun olarak, yol üstyapı malzemesini montaj mahalline taşır ve hat'tın montajını yapar.
2) Montajını yaptığı hat'tı kot ve eksen bakımında düzeltir ve gerekirse buraj uygular.

b. Kullanılacak Makine ve Ekipmanlar

Poz programında belirlenen yol yapım metoduna uygun hat döşeme makine ve ekipmanları.

c. Personel

Tecrübeli mühendis, demiryolu montajında tecrübeli uzman formen, makine kullanıcıları ve yeteri kadar uzman işçiden oluşur.

3.2.6. İkinci Tabaka Balast Taşıma ve Serme Ekibi

a. Ekibin Görevi

İkinci tabaka balastı stok sahasında vagonlara yükler, hat'ta taşıyarak döker. Dökülen balastı travers aralarını dolduracak şekilde ve travers başlarına dağıtarak serer.

b. Kullanılacak Makine ve Ekipmanlar

İş büyüklüğüne göre lokomotif, ünimog veya çekici oto, balast vagonları, yükleyici ve balast regülatöründen oluşur.

c. Personel

Ekip; formen, makine kullanıcıları ve uzman işçilerden oluşur.

3.2.7. Buraj Ekibi

a. Ekibin Görevi

1) Hat'tı projesindeki kotuna, eksenine getirir ve hat'tı burajlar.
2) Hat'tın stabilizasyonunu sağlar.
3) Hat'tın ikinci ve üçüncü burajlarını yaparak EN standartları ve teknik şartname koşullarına uygun hale getirilerek, yolu "emniyetle trafiğe" açılacak hale getirir.

b. Kullanılacak Makine ve Ekipmanlar

Balast regülatörü, buraj makinesi, makas buraj makinesi ve dinamik stabilizatör'den oluşmaktadır.

c. Personel

Buraj ekibinde, formen, makine kullanıcıları ve uzman işçiler bulunur.

3.2.8. Ray Kaynak Ekibi

a. Ekibin Görevi

1) Makineli yakma ray ek kaynağı ve alüminotermit ray kaynağı yapar.
2) SKR haline getirilmiş rayların gerilimini alır.

b. Kullanılacak Makine ve Ekipmanlar

Çalışma koşullarıma uygun pikap, yakma ray ek kaynağı makinesi, ray taşlama makinesi, kaynak taşlama makinesi, alüminotermit kaynak ekipmanları ve kaynak sarf malzemesi, ray ısıtma ve gerdirme ekipmanıdır.

c. Personel

Kaynak mühendisi, gerilim alma uzmanı, formen, makine kullanıcıları, uzman kaynakçılar ve uzman işçilerden oluşur.

3.2.9. Makas Montaj Ekibi

a. Ekibin Görevi

1) Makasların montaj planına ve montaj metoduna göre montajını yapar.
2) Eski yollardan çıkarılacak makasları söker ve istifler.
3) Montajı yapılan makasın tamiratını yapar, işletmeye hazır hale getirir.
4) Makasların kaynaklarını aluminotermit ray kaynak ekibi uygularken, Burajını da, buraj ekibi yapar.

b. Kullanılacak Makine ve Ekipmanlar

Çalışma koşulları ve montaj metoduna uygun vinç, yol döşeme makine ve ekipmanı kullanılır.

c. Personel

Formen, makine operatörü, usta ve uzman işçiler kullanılır.

3.2.10. Makine Bakım Onarım Ekibi

a. Ekibin Görevi

Özellikle makineli pozlarda çalışan tüm makine ve ekipmanların tamir ve bakımlarını yapar, her gün çalışır durumda kalmalarını sağlar.

b. Kullanılacak Makine ve Ekipmanlar

Çalışma koşullarıma uygun kamyon, kamyonet, motor bakım ve onarım donanım.

c. Personel

Formen, makine bakım elemanları ve motor tamir ayar elemanları.

3.2.11. Konaklama ve Sosyal İşler Ekibi

a. Ekibin Görevi

1) Poz'da çalışan personelin konaklama, sağlık, iaşe ve seyahat ihtiyaçlarını karşılar.
2) Şantiye güvenliğini sağlar.
3) Şantiyedeki sosyal aktiviteleri hazırlar ve takip eder.

b. Kullanılacak Makine ve Ekipmanlar

Çalışma koşullarına uygun pikap, minibüs, vd. teçhizat.

c. Personel

Kamp sorumlusu, doktor, aşçı, çaycı, sağlık ve güvenlik elemanları.

3.2.12. Mali işler ve Satın Alma

a. Ekibin Görevi

1) Personelin puantajlarını tutar, hak edişlerini hazırlar ve diğer ihtiyaçlarını satın alarak, tedarik eder.
2) Poz için gerekli yedek parça ve ekipmanları temin eder.
3) Akaryakıt, iaşe, ofis malzemesi vs. gibi ihtiyaçları temin eder.
4) Şantiye tesislerini temin eder ve kurar.

b. Kullanılacak Makine ve Ekipmanlar

Çalışma koşullarına uygun araçlar temin edilir.

c. Personel

Muhasebeci, satın alma elamanı, puantör ve şoför'den oluşur.

BÖLÜM 4

ÖLÇÜ VE APLİKASYON

Pozu yapılacak hat'ta ait platformda topoğrafik ölçü aletleriyle ölçü yaparak, platformun mevcut durumu tespit edilir. Tespit edilen durum esas alınarak, pozu yapılacak hat'tın yanal ve düşey eksenlerini belirleyen uygulama projesi hazırlanır.

4.1. Projede Hat Parametrelerinin Belirlenmesi

4.1.1. Yatayda

a. Aliymanların uzunlukları ve yatay kurbların yarıçapları, uzunlukları, kullanılan parabol veya klotoid boyları, PO, TO, PF, PF, TF, PO noktaları,
b. Dever rampası eğimi, dever rampası uzunlukları ve dever değerleri,
c. Hat'tın eksen ve kot değerleridir.

4.1.2. Düşeyde

a. Hat'tın eğimi,
b. Eğimlerin birleştiği noktalar ve bu noktalardaki düşey kurbların yarıçapları, uzunlukları, TO ve TF noktaları belirlenir.

4.2. Proje ve Hazırlanan Profilin Platforma Aplike Edilmesi

a. Platform üzerinde ileri ve geri kontrol noktalarına olan görüşün mevcut olduğu durumda, yaklaşık 200 m, diğer durumda görüşü sağlayacak şekilde yaklaşık 100 - 150 m aralıklarla nirengi noktaları oluşturulur (Şekil 4.1).
b. Bu noktalar, doğru yollarda hat boyunca, kurblarda iç hat tarafında tespit edilir. Nirengi noktaları platformun dışında sabit yerlere yerleştirilir. Yerleri yatay ve düşey jeodezi ağ noktalarına bağlantı yapılabilecek şekilde tasarlanır.

Şekil 4.1. Nirengi noktası

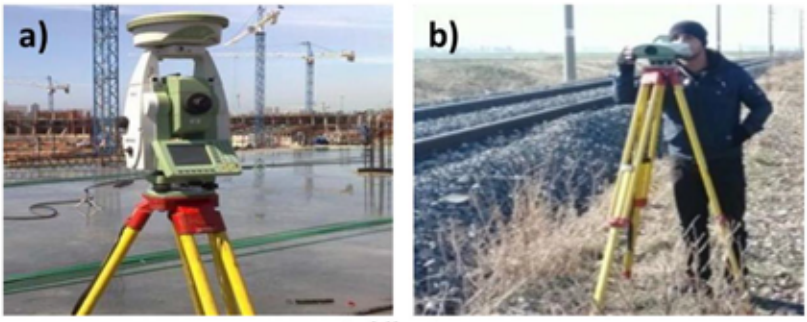
c. Kontrol noktaları köprü, menfez kanişlerine, kataner direk üzerlerine ve diplerindeki beton temellere işaretlenerek veya beton kazıklar konularak oluşturulur.Başlangıç noktasına göre mesafelendirilir ve numaralanarak işaretlenir.

d. Katener direk diplerinde ve direk üzerindeki noktalar isimlendirilirken, ait olduğu kataner direk numarası verilir (Şekil 4.2).

Şekil 4.2. Katener direk numaralama

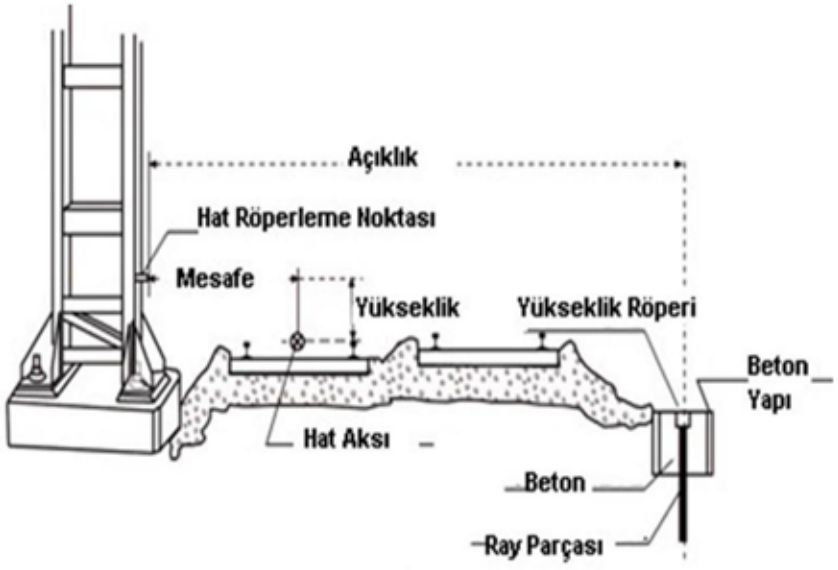
e. Numaralandırma ve işaretleme işleri tamamlandıktan sonra, hat'tın montajı, montajdan sonra kaldırılması, hizalanması ve buraj miktarlarının hesabı için ölçüm yapılır.

f. Hat'tın yatay konumu" total station" ile, düşey konumu da "dijital nivo" yardımıyla ölçülür ve ölçüm sonuçları kaydedilir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3.

g. Yapılan ölçü işlemi ile hat ekseni ve kotu, balastlı hatlardaki kurblarda 10 m aliymanlarda 25m aralıklarla, doğrudan betona tespitli hatlardaki kurblarda 2,5 m aliymanlarda 5 m aralıklarla referans noktaları tespit edilir ve platforma aplike edilerek röperlenir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Referans noktaları tespiti ve platforma aplike ile röperlenme

h. Tespit edilerek röperlenen bu referans noktalarının km, hat eksen ve kot değerleri liste halinde poz ekiplerine verir.

i. Poz sırasında bozulan röper noktaları düzeltilir.
j. Hat döşendikten sonra, hat'tın yatay ve düşey geometrik değerlerini oluşturan (To, Tf, Po, Pf, vb.) noktalar ve dever miktarları ray gövdesine yazılarak sabitlenir.
k. Pozdan sonra referans noktaları ve montajı yapılan yol kontrol edilerek bozulmalar varsa, düzeltilir.

BÖLÜM 5

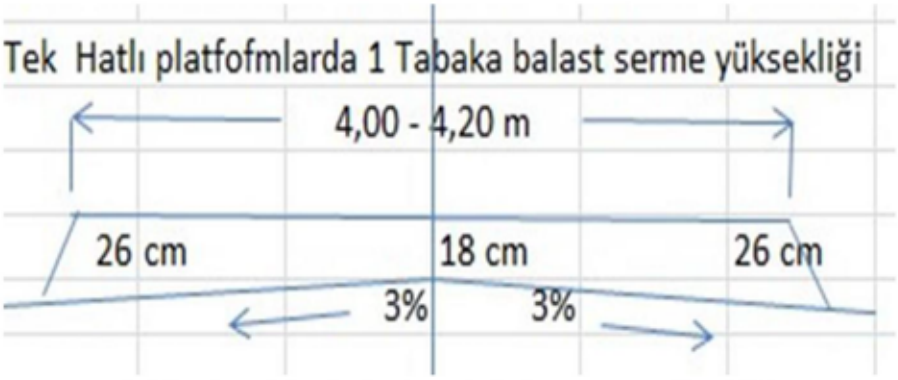
BİRİNCİ TABAKA BALASTIN SERİLMESİ

Birinci tabaka balast serilmesi işlemi aşağıdaki basamaklar halinde yapılır.

a. Birinci tabaka balast sermeye başlamadan önce, alt balastta (sub-balast) bozulan kısımlar greyder ile tesviye edilir ve ıslatılarak vibrasyonlu silindir ile iyice sıkıştırılır (Şekil 5.1).

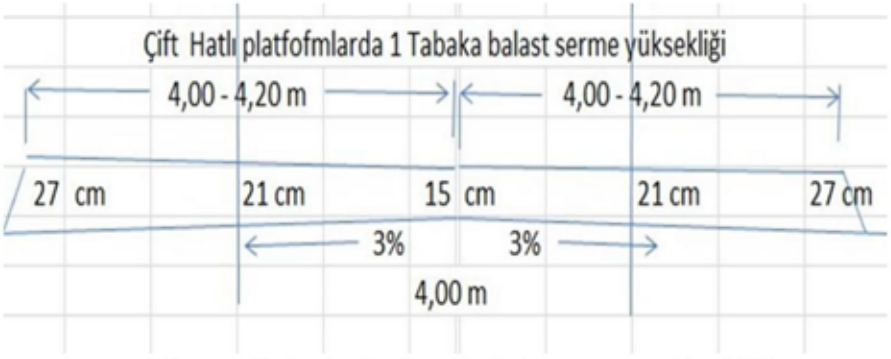
Şekil 5.1. a) Greyder ile tesviye, b) Vibrasyonlu silindirle sıkıştırma

b. Birinci tabaka balast serilirken, tek hatlı demiryollarında balast genişliği 400 - 420 cm, balast kalınlığı hat ekseninde 18 cm (+/- 2 cm), kurblarda iç ray altında 19 cm (+/- 2 cm) ve kenarlarda 20 cm (+/- 2 cm) olmasına dikkat edilir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Tek hatlı platformda balast serme yüksekliği

c. Çift hatlı demiryollarında balast genişliği her hat için 400 - 420 cm olacak, balast kalınlığı hat eksenlerinde 21 cm (+/- 2 cm), kurblarda çift hat merkezine yakın ray altında 20 cm (+/- 2 cm) ve kenarlarda 27 cm (+/- 2 cm) olacak şekilde serilir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Çift hatlı platformda balast serme yüksekliği

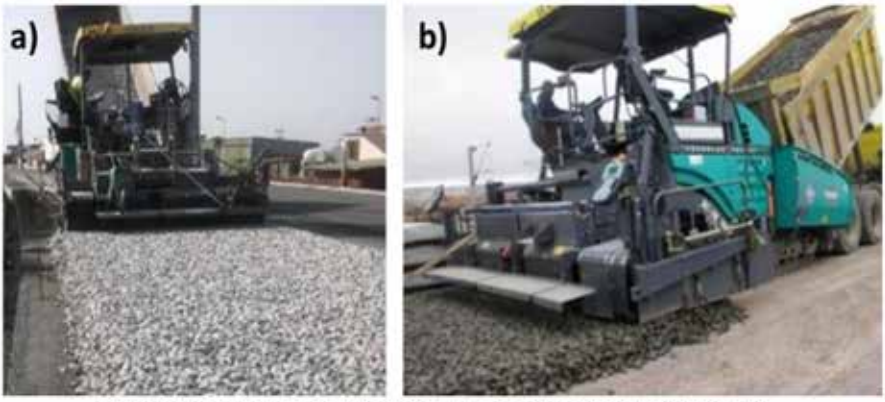
d. Üç hatlı demiryollarında balast genişliği her hat için 400 - 420 cm olacak, balast kalınlığı 1 ve 2 hat eksenlerinde 21 cm (+/- 2 cm), kurblarda çift hat eksenine yakın ray altında 20 cm (+/- 2 cm) ve kenarlarda 27 cm (+/- 2 cm), 3 hat eksenlerinde 33 cm (+/- 2 cm), kurblarda çift hat eksenine yakın ray altında 20 cm (+/- 2 cm) ve kenarlarda 27 ve 39 cm (+/- 2 cm), olacak şekilde serilir (Şekil 5.4).

Şekil 5.4. Üç hatlı platformda balast serme yüksekliği

e. Düzgün bir balast yüzeyi ve ekseni elde etmek için, platforma balast kenarlarını gösteren çizgiler çizilir ve referans ipi çekilerek, serme işlemi sırasında bu referanslardan yararlanılır (Şekil 5.5).

Şekil 5.5. Balast sermede referans çizgisi uygulaması

f. Birinci tabaka balast'ta düzgün bir yüzey elde edilebilmesi için serim işlemi "balast serme finisheri" ile yapılır. Balast platforma kamyonlarla taşınarak, finishere boşaltılır ve serilir. Balast serme işlemi sırasında alt balast tabakasının bozulmaması için, kamyonların hareketinin minimum seviyede tutulmasına dikkat edilmelidir (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. a) Balast serme finisheri, b) Balastın serilmesi

g. Finisherler'le balast serilemeyen yerlerde, balast serme işlemi greyder vasıtası ile de yapılır.

h. Balast platforma kamyonlarla taşınarak belirli aralıklarla boşaltılır. Greyderin rahat çalışması için boşaltılan balast öbekleri alt balasta zarar verilmeden bir yükleyici ile dağıtılır ve greyder ile serilir (Şekil 5.7).

Şekil 5.7. Greyder ile ballast serme

i. Sonradan oluşacak "oturmaları" mümkün olduğu kadar azaltmak amacıyla, birinci tabaka balast, düz bandajlı bir silindirle, titreşimsiz olarak sıkıştırılacaktır (Şekil 5.8).

Şekil 5.8. Silindirle sıkıştırma

BÖLÜM 6

BALASTLI HATLARIN MONTAJI

Balastlı hatların montajı çok çeşitli olarak, tamamen işçi marifeti ile yapılabildiği gibi, hat döşeme için yapılmış özel makineler kullanılarak da yapılmaktadır. Hat montaj metodu poz programı ile seçilir. Yapılacak işin gereği, birden fazla hat montaj metodunun aynı anda uygulanması mümkündür. Önemli olan bütün hat montaj metotlarını bilmek gerektiğinde metot değiştirerek montajın aksamasını önlemektir.

Demiryolu döşemelerinde çok sık kullanılan montaj metotları; yerinde montaj, panel montaj ve poz trenleri olarak üç türdedir.

6.1. Yerinde Montaj

Yerinde montaj metodu, basit olması, kolay programlanabilmesi ve alternatifli uygulamaları içermesi nedeniyle, çok sık kullanılan bir hat döşeme metodudur. Yerinde montaj, çok engebeli arazilerde, altyapının tamamının zamanında bitirilemediği durumlarda ve kısa mesafelerde hat montajı yapılması gerekli olması gibi olağanüstü durumlarda başarı ile uygulanmaktadır.

Bu montaj çeşidi genellikle büyük işgücüne dayanmaktadır. İşçi ile yapılacak bazı işlemler için küçük makine ve aparatlar kullanıldığında, hem yol montajı hızlanmakta, hem de işçi adedi azaltılabilmektedir.

6.1.1. Traverslerin taşınması ve serilmesi

Traverslerin hat'tın inşa edileceği yere taşınması ve serilmesi aşağıdaki basamaklarda yapılmaktadır:

a. Yeni yapılan tek hatlı demiryollarında, birinci tabaka balast serilmeden ray ve traversler taşınarak hat kenarına balast serilmesini etkilemeyecek şekilde uygun yerlere indirilerek istiflenir.
b. Birinci tabaka balast serildikten sonra montaja başlanır.
c. Yeni yapılacak çift hatlı demiryollarında hat'tın birinin balastı serilir. İkinci hat'tın güzergâhı servis yolu olarak kullanılarak, ray ve traversler

buradan taşınır ve hat montajı da ikinci hat güzergâhı kullanılarak yapılır.

d. İkinci hat'tın ray ve traversleri bu defa döşenmiş olan 1'nci hat üzerinden demiryolu vasıtaları ile taşınarak, 2'nci hat'tın montajı da 1'nci hat üzerinden yapılır.

e. Eski hatların yenilenmesi için yapılan poz çalışmalarında, yol sökülmeden önce hat kenarında hazırlanmış kısımlara traversler demiryolu ile taşınarak istiflenir. Çift hatlı yollarda ise, hat söküldükten sonra diğer hat'tan demiryolu ile taşınarak getirilir (Şekil 6.1).

Şekil 6.1. a) İstifli travers kullanımı, b) Traverslerin taşınması

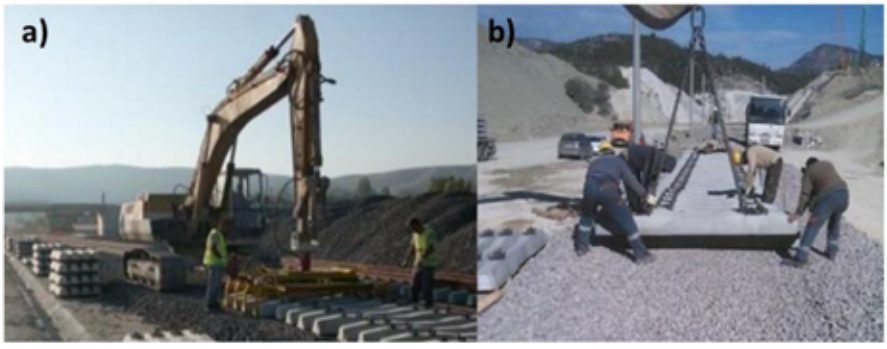
f. Traversler şantiyeden travers yükleme aparatı takılı vinç veya ekskavatörlerle vagonlara veya TIR'lara yüklenir ve platforma taşınır.

g. Platforma gelen traversler banketlerde müsait yer varsa oraya, yoksa 2'nci hat'tın platformuna, Travers yükleme aparatı takılmış vinç veya ekskavatör kullanılarak indirilir (Şekil 6.2.a).

h. Travers serilecek 1'nci hat'tın ekseni belirlenerek travers başlarının geleceği yere ip çekilerek boya ile işaretlenir (Şekil 6.2.b).

i. Travers dizme aparatı takılmış paletli ekskavatör veya klasik usullerle traversler yol ekseninde, yol eksenine dik ve projede belirtilen aralıklarla dizilir (Şekil 6.3).

Şekil 6.2. a) Vinç veya ekskavatörle travers indirme, b) Travers başlarının ip çekilerek boya ile işaretlenmesi



Şekil 6.3. a) Travers dizme aparatlı paletli ekskavatörle travers dizilmesi, b) Klasik usulle ve boşluk bırakarak travers dizilmesi

j. Raylar konulmadan önce travers ara mesafeleri ve eksenlerinin projedeki ölçülerde uygunluğu kontrol edilir, hatalar düzeltilir (Şekil 6.4).

k. 2'nci hat'tın traverslerinin taşınması ve serilmesinde çok çeşitli alternatifler vardır. Traversler tırla getirilerek, platformda uygun yerlere indirilir veya döşenmiş 1'nci yolun üzerine indirilebilir. Sonra da oradan alınarak serilir.

l. Bir diğer alternatif olarak da vagonla 1'nci yoldan getirilerek, doğrudan vagondan alınarak dizilir. Arazi şartlarına göre en uygun metot seçilir.

m. 2'nci hat'tın traverslerinin serilmesinde **(d)** maddesinde belirtilen şekilde yapılır.

Şekil 6.4. Travers arası mesafelerin ayarlanması

6.1.2. Rayların taşınması ve dizilmesi

Rayların taşınmasında, demiryolu ile taşıma öncelikli taşıma olarak tercih edilir. Yol döşeme yöntemi arazi yapısı ve şantiye imkânları göz önüne alınarak en uygun yöntem seçilir.

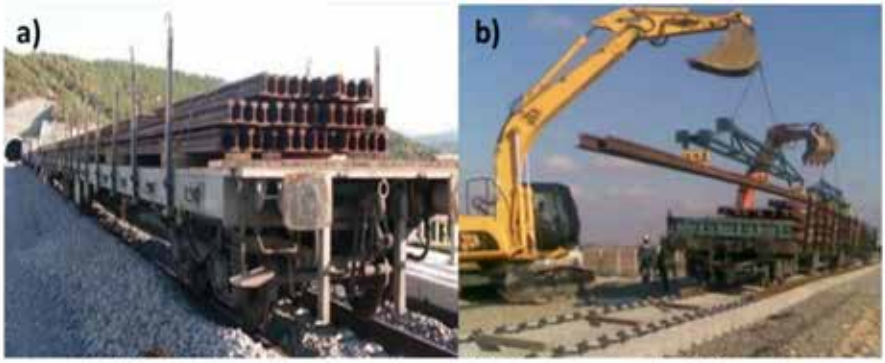
Operasyon sırası aşağıda verilmiştir:

a. Raylar şantiyeden yükleme aparatı takılmış 2 vinç (yüklenecek rayların 1/3 boyunda, rayın mantar kısmından en az 2 noktadan raya zarar vermeyecek şekilde kavrayan) veya ekskavatörler kullanılarak, tırlara veya vagonlara yüklenerek montaj mahalline getirilir.

b. Ray yüklü vagonlar bir Lokomotif, Poz otosu veya Ünimog tarafından hareket ettirilerek döşenecek yolun başına (Ray ucuna) getirilir.

c. Önce traversleri serilmiş 1'nci hat'tın rayları konulur. Ray koyma işlemi 2'nci hat güzergâhında balast üzerinde hareket eden paletli bir veya iki adet ekskavatörler kullanılarak yapılır.

d. Raylar, ray yükleme aparatı takılı paletli iki ekskavatörle vagondan alınır. Paletli ekskavatörler 2inci hat'tın platformunda serili balast üzerinde hareket ederek ilerler ve rayları traverslerdeki bağlantı malzemesi üzerine oturacak şekilde travers üzerine koyar (Şekil 6.5).



Şekil 6.5. a) Rayların taşınması, b) Rayların yerleştirilmesi

e. Konulan raylar cebire ve cebire mengenesi kullanılarak birbiri ile bağlanır. Ray travers bağlantısını sağlayan, klipsler yerlerine sürülerek, 3 travers ara ile geçici olarak bağlanır (Şekil 6.6).

f. Ray vagonu, son bağlanan çerçeve üzerine getirilerek **(d)** maddesinde olduğu gibi raylar vagondan alınarak hat'ta serilir.

g. 2'nci hat'tın rayları aynı şekilde serilir. 2'nci hat'tın raylarını seren ekskavatörler 1'nci hat'tın rayları üzerinde hareket edeceğinden, ray üzerinde hareket edecek ataşmanı bulunan ekskavatörlerin kullanılması tercih edilmelidir (Şekil 6.7).

Şekil 6.6. Rayların cebire ve cebire mengenesiyle bağlanması

Şekil 6.7. Birinci ray yardımıyla ikinci rayın döşenmesi

6.1.3. Yolun bağlanması

a. Rayları konulmuş hat'ta travers aralıkları ve ekerleri (eksen kaçıklıkları) kontrol edilir, bozulma varsa düzeltilir. Bu işlem sırasında raylar en az 2 adet olmak üzere yeter sayıda 5 tonluk kriko ile yukarı yönde kaldırılır.

b. Traversler, çevresi plastikle kaplanmış manivelalar kullanılarak itilmek sureti ile yerlerine getirilir. Traversler yerlerine getirilirken ray altı plastik seletlerin yerlerinden kaymamasına dikkat edilir (Şekil 6.8).

Şekil 6.8. Traversler üzerindeki altı plastik seletlere ray yerleştirilmesi

c. Bütün traverslerdeki bağlantı malzemeleri yerlerine alınır. Bağlantı malzemesinin tipine uygun ekipmanla kullanılarak ve yapım prosedürüne uygun şekilde takılır veya sıkılır.

Vossloh tipi bağlantılarda tirfonların sıkılması, tirfon sıkma makinesi ile yapılır (Şekil 6.9).

Şekil 6.9. a) Tirfon sıkma makinesi uygulaması, b) Vossloh tipi bağlantılarda Vossloh tirfon sıkma makinesi

Pandrol tipi bağlantıların Fes - Kliplerde (Şekil 6.10) makine ve ekipman kullanılır. **"a"** klipsli bağlantılarda ise (Şekil 6.11) makine ve ekipman kullanılır.

d. Herhangi bir nedenle hat ekseninde gözle görülebilecek bir bozulma olup olmadığına bakılır. Bozulma varsa, az 3 kişi olmak üzere yeter sayıda işçi ve manivela yardımı ile düzeltilir.

Şekil 6.10. Pandrol tipi bağlantıların Fes – Kliplerde ekipman

Şekil 6.11. "a" klipsli bağlantılar ekipmanı

6.2. Panel Sistem (Çerçeve Montaj)

Panel sistemde demiryolu üstyapısını meydana getiren ray, travers ve bağlantı malzemelerinin, özel tasarımlanmış bir şantiyede, montajı yapılarak çerçeve haline getirilmesi, bu çerçevelerin vagonlarla döşenecek hat mahalline taşınarak, özel montaj makinesi veya büyük vinçler kullanılarak yerine konulmasıyla yapılan hat montajı metodudur.

Özellikle yerinde montaj metoduna göre daha az işçi istihdamını gerektirdiğinden, işçi ücretlerinin yüksek olduğu ülkelerde tercihen kullanılmaktadır.

Şantiyede çerçeve montaj için özel tesis kurulması gerektiğinden, mobilizasyon (şantiyenin yerleşmesi) süresi uzun olmaktadır. Hat'tın döşenmesi için, döşenecek hat kesiminin tamamının montaj için hazır olması ve ön montaj şantiyesi ile döşenecek hat arasında doğrudan demiryolu bağlantısının yeterli ve devamlı olması gereklidir.

6.2.1. Demiryolu çerçevelerinin (panellerin) ön-montajı

a. Çerçevelerin montajı için şantiyeye, 108 m boyunda hat üzerinde çalışan ve 20 m açıklığında, beton traversli 36 m boyda çerçeveyi kaldıracak kapasitede bir kreyn bulunan çerçeve ön-montaj sahası yapılır.

b. Ön montaj sahsı döşenecek hat için gerekli tüm malzemenin (ray, beton travers ve bağlantı malzemeleri) ve ön-montajı yapılan

çerçevelerin stoklanması için yeterli büyüklükte olmalıdır (Şekil 6.12.a ve Şekil 6.12.b).

Şekil 6.12.a

Şekil 6.12.b

c. Döşenecek hat 36 m'lik parçalara bölünerek her parça projede numaralanarak işaretlenir. Bu numaralama sırasına göre panellerin (çerçevelerin) ön montajı yapılır ve hat'taki montaj sırasına göre istiflenir.

d. Ön-montaj aşağıdaki sırayla yapılır:

1) Montaja başlamadan önce, montaj yerinde projedeki travers aralıklarına uygun bir şablon yapılır.
2) Beton traversler kreyn'le taşınarak, bu şablon üzerine projesindeki aralıklara göre konur.
3) Şablon üzerine konulan traverslerin, eksen ve travers aralıkları bakımından kontrolü yapılır. Standart dışı bir uygunsuzluk varsa, çevresi plastikle kaplanmış manivelalar kullanılarak düzeltilir.
4) Raylar, ray kaldırma ataşmanı kullanılarak istiften alınır ve traversler üzerine konur.
5) Bütün traverslerdeki bağlantı malzemeleri yerlerine alınır. C maddesinde de belirtilen şekilde bağlantı malzemesinin tipine uygun ekipmanla yerlerine takılır veya sıkılır.
6) Ön-montajı yapılan Panel (çerçeve) ölçülür, kayda alınır ve numaralanarak istiflenir (Şekil 6.13).

Şekil 6.13. Panel istifleme

6.2.2. Panellerin (çerçevelerin) hat'ta taşınması ve montajı

a. Paneller, panel yükleme aparatı takılı kreyn veya vinçlerle vagonlara, montaj sırasına göre yüklenir. Taşıma yapılırken vagonun boyu 12 m ise, üç vagona üst üste üç panel, vagonun boyu 18 m ise, iki vagona üst üste üç çerçeve konulmalıdır.

b. Lokomotifin çekme gücü ve günlük programlanan iş miktarına göre 12 veya 15 panel alınarak montaj mahalline getirilir.

c. Panel döşenecek hat'ta gerekli ölçü işlemleri yapılır ve belirli aralıklarla platforma kazıklar çakılarak, hat ekseni tespit edilir. Gerekirse Panellerin konulacağı hat ekseni boyanarak işaretlenir (Şekil 6.14).

d. Panel yüklü vagonlar döşenecek hat başına getirilir, özel panel taşıma kreyni veya panel taşıma aparatı takılı vinçler kullanılarak, bir panel alınır ve birinci tabaka balast üzerinde önceden belirlenmiş eksende konularak panel yüklü vagonların bulunduğu hatla birleştirilir. Birleşim noktası cebire ve mengene ile bağlanır (Şekil 6.15.a ve Şekil 6.15.b).

Şekil 6.14. Panel taşıma kreyni ile hat serilmesi

e. Panel yüklü dizi yeni konulan panel üzerinde yürütülerek, hat sonunda durulur, ikinci ve diğer paneller sıra ile vagonlar üzerinden alınarak, yerlerine konulur. Bu şekilde bütün panellerin hatta numara sırasına göre dizilerek hat'tın montajı yapılmış olur.

Şekil 6.15.a

Şekil 6.15.b

6.3. Hat Döşeme Makineleri (Poz trenleri) İle Hat Montajı

Poz trenleri özel amaca göre tasarlanmış makineler olup, bu trenler ile mevcut hatlarda üst yapı yenilemesi yapılabildiği gibi, yeni yapılan hatlarda da üst yapı malzemesinin montajı yapılmaktadır. Eski hatların pozu sırasında poz trenlerine Elek makinesi ilave edilerek, yapılan çalışma sırasında altyapı iyileştirilmesi, balastın temizlenmesi ve yenilenmesi işlemleri de bir seferde yapılabilmektedir.

Poz makineleri ile yapılan çalışmalarda, demiryolu üstyapı malzemelerinin değiştirilmesi ve montajı işlemlerinin tamamı bir defada hızlı şekilde yapılabilmektedir. Bu da poz için hat'tın trafiğe kapatılma süresinin azami şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır.

Poz trenleri, yerinde montaj metoduna göre daha az işçi istihdamını gerektirdiğinden, işçi ücretlerinin yüksek olduğu ülkelerde tercih edilmektedir. Hat'tın döşenmesi için, döşenecek hat kesiminin tamamının montaj için hazır olması ve poz treni hazırlık şantiyesi ile döşenecek hat arasında doğrudan demiryolu bağlantısı olması gereklidir (Şekil 6.16).

Şekil 6.16. Poz treni ile hat döşenmesi

6.3.1. Poz treni ile hat yenilecek kesimde yapılacak ön çalışmalar

a. Balast regülatörü ile hat'tın her iki yanındaki balast banketi düzeltilir ve rayların dizileceği düzgün alanlar yapılır.

b. Hat'ta döşenecek raylar demiryolu ile taşınarak, vagonlardan kaydırma aparatları ile bu alanlara ve hat'tın iki tarafına indirilir. İndirilen raylar uç uca gelecek şekilde dizilir.

c. Dizilen raylar kurb yarıçapları ve gerilim alma imkanları dikkate alınarak; 144, 162, 180, 298, 360 m gibi boylarda yakmalı ray kaynak makinesi ile kaynaklanırlar. Kalan aralıklar cebire ve cebire mengenesi kullanılarak birleştirilir (Şekil 6.17).

Şekil 6.17. Yakmalı ray kaynak makinesiyle ray birleştirilmesi

d. Mevcut hat'taki raylar 18 veya 36 m boylara kesilerek, kesilen yerler cebire ve cebire mengenesi kullanılarak bağlanır (Şekil 6.18).

Şekil 6.18. Rayların kesilmesi

e. Hat'tın ray travers bağlantısını sağlayan küçük malzeme, poz makinesinin çalışacağı gün sökülür. Makinenin emniyeti için sadece 5 ila 8 traversde bir traversin malzemesi sökülmez. Bu traversin malzemesi poz treni çalışması sırasında yapılır.

6.3.2. İkmal Şantiyesi

a. Poz treni; çalışma şartları ve program hızına göre hat montajı yapan bir poz makinesi, poz makinesine traversleri taşıyan portal vinç vagonu ve yapılacak işe yetecek kadar travers taşıyan platform

vagonundan oluşur. Platform vagonlarının kenarlarında portal vincin hareket etmesi için ray döşenir (Şekil 6.19).

Şekil 6.19. Portal vinç operasyonu

b. Poz treninin çalışmasında ikmal şantiyesinin önemi çok büyüktür. Bu şantiyedeki demiryolu hat'tı, poz teninin manevra yapacağı genişlikte ve poz makinesi ile çalışan diğer makineleri ve vagonları alacak uzunlukta yola sahip olması gereklidir.

c. Hat'ta döşenecek traversler ile, bağlantı malzemeleri ve hattan çıkartılan traversle ile bağlantı malzemeleri burada stoklanması gerektiğinden, ikmal şantiyesi yeterli depolama alanına da sahip olmalıdır.

6.3.3. Poz makinesinin hazırlanması ve çalışması

Poz makinesine, günlük yapacağı yol yenilemesine yetecek kadar travers yüklü vagon takılarak, hazırlanır. Poz treni bir lokomotif ile çekilerek çalışma mahalline getirilir, burada lokomotif ayrılır. Poz makinesi yol yenilemesi yaparak ilerlerken, travers dolu vagonları da iterek ilerletir. Rampa yukarı çalışırken vagonların "rampa aşağı kaçma tehlikesine" karşı önlem alınmalıdır.

Poz makinesi çalışma mahalline getirilir. Makinenin hat düzeltme bıçağı ve travers serme bölümü altında kalan yol sökülür, ray uçları makara sistemi ile çekilerek ray sökme makarasına yerleştirilir. Traversler

toplanarak eski travers toplama kanalına konulur. Boşalan bu alana poz makinesinin paletli ayağı ve balast serici bıçağı indirilir (Şekil 6.20). Daha sonra aşağıda sıralanan işlemler uygulanır:

a. Yeni konulacak ray uçları ray koyma makarası üzerine alınır (Şekil 6.21).

Şekil 6.20

Şekil 6.21

b. Makine çalıştırılarak, poz işlemi başlatılır.

c. Çalışma ilerledikçe eski raylar sökülerek, hat'tın iki yanındaki balast banketlerine konulur.

d. Eski traversler sökülerek, toplama bandı ile yukarıya alınır ve buradan da portal vinçle platform vagonlarına taşınarak istiflenir (Şekil 6.22).

Şekil 6.22

Şekil 6.23.

e. Balast düzeltme bıçağı yardımıyla platformdaki balast tabakası düzeltilir (Şekil 6.23).

f. Yeni traversler portal vinçle getirilerek, travers dizme rampasına konur ve dizme aparatı ile istenilen aralıklarda dizilir (Şekil 6.24).

g. Dizilen traversler üzerine yeni raylar konulur (Şekil 6.25).

Şekil 6.24.

Şekil 6.25.

h. Küçük bağlantı malzemeleri yerlerine konulur ve özel aparatı ile bağlantı malzemeleri yerlerine takılır (Şekil 6.26 ve Şekil 6.27).

Şekil 6.26.

Şekil 6.27.

i. Bu şekilde çalışılarak hat'tın montajı tamamlanır, poz makinesi toplanarak paletli ayak ve balast düzeltme bıçağı kaldırılır (Şekil 6.28).

j. Yeni ve eski ray ruloları boşaltılır.

k. Yeni yol ile eski yol arasına travers dizilir ve ray uygun boyda kesilerek, traversler üzerine konulur ve tespitlenir (Şekil 6.29).

Şekil 6.28.

Şekil 6.29.

l. Ray uçları cebire ve cebire mengenesi ile bağlanır.

m. Diziden ayrılan lokomotif poz trenine bağlanır ve ikmal şantiyesine götürülür.

n. Platform vagonlarındaki eski traversler boşaltılır ve yeni traversler yüklenerek, ertesi günkü çalışmaya hazırlık yapılır.

BÖLÜM 7

BALASTLI MAKAS DÖŞENMESİ

Makaslar raylı sistemlerin üstyapıları içerisinde çok önemli bir bölümünü oluşturur. Bu nedenle makasların projelendirilmesi, imalatı, hat'ta montajları ve bakımları da özel bilgi ve tecrübe ister. Makas montajları mutlaka, fabrikasınca hazırlanan makas montaj planına göre ve makas montajı konusunda tecrübeli en az bir eleman nezaretinde yapılmalıdır.

Makasın montajına başlamadan önce, makasın konulacağı yerin aplikasyonu yapılarak, makas teorik ekseni (nazari mihveri), makas başlangıç ve bitiş noktaları tespit edilerek işaretlenir ve röperlenir.

7.1. Balastlı Makasların Doğrudan Hat'ta Döşenmesi

Balastlı hatlardaki makasların hat güzergâhına döşenmesi aşağıdaki işlem basamakları halinde yapılır:

a. Daha önceden serilen 1'nci tabaka balast kontrol edilir ve ihtiyaç duyulması halinde yeniden hassas bir şekilde düzeltilir.

b. Eksen kazıkları esas alınarak makasın doğru yol tarafına, travers başlarına gelecek şekilde, makasın boyunca bir ip çekilir ve ip güzergâhı boya ile işaretlenir.

c. Makas traversleri vagonlara veya tırlara yüklenerek montaj mahalline getirilir. Makas poz planındaki sıra ve aralıklarla montaj sahasına dizilir. Travers dizme işlemine makas dili tarafındaki contasından başlanması montajı kolaylaştırır.

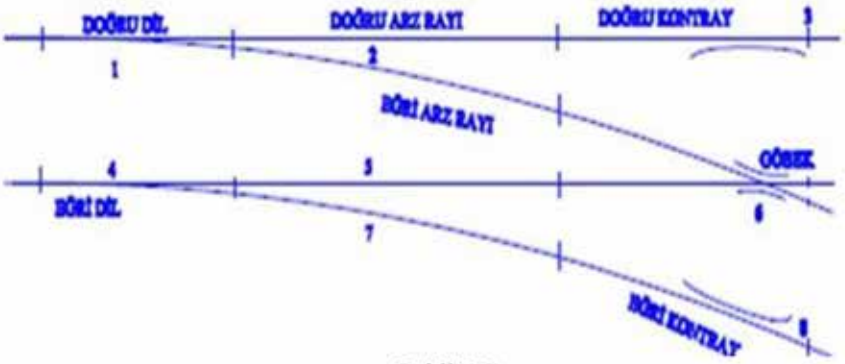
Kruvazman makas ve İngiliz makası montajlarında traverslerin dizilmesine makas teorik ekseninden başlanır ve dizim işlemi her iki yöne doğru ayrı ayrı yapılır (Şekil 7.1 ve Şekil 7.2).

Şekil 7.1.

Şekil 7.2.

d. Makasın ray aksamı, ray taşıma usullerine uyularak vagonlara veya tırlara yüklenerek montaj mahalline getirilir.

e. Makas montaj planı esas alınarak, sırası ile dil ve yaslanma rayları, doğru yol ara rayları, göbek, doğru yol kontrayı, sapan yol ara rayları ve sapan yol kontrayı traversler üzerine konulur (Şekil 7.3-7.4).



Şekil 7.3

f. Montajda uygun vinç ve ray kaldırma kullanılır. Ray uçları dil rayından başlanarak, karşılıklı olarak gönyesine getirilir.

Şekil 7.4

g. Makasın ray aksamı cebire ve cebire mengenesi kullanılarak birbirine bağlanır. Bu bağlama sırasında ray uçları arasında, makas montaj planında belirtilen genleşme aralıkları bırakılır.

h. Çalışmalar sırasında bırakılan aralıkların kapanmaması için ray uçları arasına özel Kal'ler* konur (Şekil 7.5).
* Kal, ray uçlarının cebire ile bağlanmasında, birleşmeyi önlemek için araya konulan yuvarlak çelik parçadır.

Şekil 7.5

Şekil 7.6

i. Travers aralıkları kontrol edilir. Traversler, ray tabanında önceden işaretlenmiş yerlerine denk getirilmelidir.
Traverslerin kaydırma işleminde özellikle beton traverslerde plastikle kaplanmış manivelalar kullanılır (Şekil 7.6).

j. Ray travers bağlantısı takılır ve uygun ekipman kullanılarak bağlantı malzemeleri yerlerine alınır.
k. Makas eksen ve kot bakımından kontrol edilir. Bozukluk varsa, işçi marifeti ile düzeltilir.
l. Makasın ekartmanı ve boyu ölçülerek montaj planındaki değerlere uygun olup olmadığı kontrol edilir. Bir hata tespit edilirse düzeltilir. Makasın dilleri doğru yol istikametine tanzim edilir ve her iki dil hareket etmemesi için dil ucu kilidi ile kilitlenir.

Bu operasyonlarla makasın montajı tamamlanmış olur (Şekil 7.7).

Şekil 7.7. Montajı bitmiş makas

7.2. Ön Montajlı Makas Döşenmesi

7.2.1. Makasların ön montajı (makas prefabrikasyonu)

Makaslar kullanılacağı bölgeye gelmeden montajlanır. Makas prefabrikasyonu adı verilen bu işlem sayesinde, Makas'ın yerleştirilmesi hassas ve hızlı yapılmaktadır.

İşlem adımları aşağıda sıralanmıştır:

1. Şantiye sahasında makasın kurulabileceği büyüklükte bir alan, ön montaj alanı olarak düzenlenir. İlave nakliye yapılmasını ve nakliye

sırasında makas parçalarında kusur oluşmasını önlemek için, montaj alanı makas parçalarının istiflendiği sahanın yanında almalıdır.

2. Ön montaj alanına montajı yapılacak makas planına uygun olarak bir montaj şablonu yapılır.
3. Makas traversleri vinç vasıtası ile makas başlangıç contasından itibaren dizilir. Kruvazman ve İngiliz makası montajlarında traverslerin dizilmesine teorik eksenden başlanır ve dizim işlemi her iki yöne doğru ayrı ayrı yapılır.
4. Makasın ray aksamı montaj planına uygun olarak, sırası ile dil ve yaslanma raylar, doğru yol ara rayları, göbek, doğru yol kontrayı, sapan yol ara rayları ve sapan yol kontrayı traversler üzerine konulur. Bu çalışmada uygun vinç ve ray kaldırma aparatı kullanılır. Ray uçları dil rayından başlanarak karşılıklı olarak gönyesine getirilir. Ray aksamı cebire ve cebire mengenesi kullanılarak birbirine bağlanır. Bu bağlama sırasında ray uçları arasında, makas montaj planında belirtilen aralık bırakılır.
5. Travers aralıkları kontrol edilir. Traversler ray tabanında işaretli yerlerine getirilir. Traverslerin kaydırma işleminde özellikle beton traverslerde ahşap veya plastikle kaplanmış demir manivelalar kullanılır.
6. Ray travers bağlantısı takılır ve uygun ekipman kullanılarak bağlantı malzemeleri yerlerine alınır.
7. Makasın ekartmanı ve boyu ölçülerek montaj planındaki değerlere uygun olup olmadığı kontrol edilir. Bir hata tespit edilirse düzeltilir.
8. Makasların ön montajı tamamlandığında gerekli kontroller ilgili personel tarafından yapılarak sonuçlar "Makas Ön Montaj Kontrol Formuna" işlenir.

7.2.2. Ön montajı tamamlanan makasların hat'taki yerine montajı

a. Ön montajı yapılan makas özel taşıma vagonuna sığacak uzunlukta parçalara ayrılarak, vagonlara yüklenir ve vagonlar lokomotif, çekici oto veya Unimog ile çekilerek montaj sahasına getirilir (Şekil 7.8 ve Şekil 7.9).

Şekil 7.8. Makas taşıma vagonu

Şekil 7.9. Makas montaj makinesi

b. Makasın konulacağı yerdeki balast düzeltilir. Ön montajlı makas uygun bir vinç veya bu iş için imal edilmiş yol ve makas döşeme portal vinci ile makas yerine indirilir. Yerine indirilen makasın ray aksamı birbiri ile ve mevcut rayla cebire ve cebire mengenesi kullanılarak birleştirilir.

c. Makasların montajı tamamlandıktan sonra gerekli kontroller yapılır ve kontrol sonuçları "Makas Montajı Kontrol Formuna" işlenir.

7.2.3. Montajı Yapılan Makasın Kaynakla Birleştirilmesi ve Burajı

Yerine montaj edilen makasların, kaynakla birleştirilmesi ve buraj işlemi aşağıdaki basamaklarda yapılmaktadır:

a. Makasın İkinci tabaka balastı BÖLÜM 8 de belirtilen yöntemle dökülür ve serilir.

b. Makasın burajı ve stabilizasyonu BÖLÜM 9.7. de belirtildiği gibi yapılır.

c. Makasın ray aksamının kaynağı BÖLÜM 12.2 de belirtildiği şekilde aluminotermit ray kaynağı metodu ile yapılır. Makas Uzun Kaynaklı Ray (UKR) bölgesinde ise, BÖLÜM 12.3 de belirtildiği gibi gerilimi alınır.

d. Makas kumanda sistemi, makas motoru, makas ısıtıcısı, vb. yardımcı ekipmanların montajı yapılır ve makas işletmeye hazır duruma getirilir.

BÖLÜM 8

İKİNCİ TABAKA BALASTIN TAŞINMASI VE SERİLMESİ

Hat'tın burajının yapılabilmesi için ikinci tabaka balastın dökülmesi şarttır. İkinci tabaka balast boşaltmalı vagonlarla hat'ta getirilir ve boşaltılır. Balast hat ortasına ve hat'tın her iki kenarında travers başlarına şerit şeklinde dökülür (Şekil 8.1). Balast, serme sistemi olan vagonlar ile boşaltılıyorsa, boşaltma işlemi sırasında balast serilebilir (Şekil 8.2).

Serme sistemi olmayan vagonlarla boşaltılan balast, balast regülatörü ile veya işçi yardımı ile traverslerin buraj mahalli'ne alınır.

Şekil 8.1

Şekil 8.2

a. İkinci tabaka balast şantiyede Fb (otomatik boşaltmalı) tipi vagonlara ekskavatörlerle yüklenir. Boşaltma mahalline getirilir (Şekil 8.3).

Şekil 8.3

b. Boşaltma mahallinde, her **Fb** tipi vagonda bir uzman işçi görevlendirilir.

c. Hareket yönüne göre önce, birinci vagondan başlanarak, balast hat ortasına ve travers başlarına şerit şeklinde dökülür. Daha sonra ikinci ve diğer vagonlardaki balast dökülür (Şekil 8.4).

Şekil 8.4

d. Dökülen balast burajdan önce işçi yardımı ve balast regülatörü ile travers aralarına doldurulur. Burajdan sonra yine balast regülatörü kullanılarak balast banketi teşkil edilir ve hat'taki balastın ilk düzenlemesi yapılır.

e. Hat'taki balast miktarı yeterli olmadığı görülürse, ikmal balastı dökülerek serilir. Hat'tın projesine uygun şekilde balast banketleri düzeltilir (Şekil 8.5).

Şekil 8.5. Balast banketinin düzeltilmesi

f. Balast dökülürken, hat'tın tamamına eşit bir şekilde dökülmesine dikkat edilmelidir. Hat'ta buraj çalışmaları bitirildikten sonra, travers üzerinde balast olması, balastın raya ve bağlantı malzemeleri ile temas etmesi hiçbir şekilde istenmez. UIC ve EN Standartlarına göre, balastın üst yüzeyi, travers üst yüzeyinden 3 - 5 cm aşağıda kalmalıdır.

Tecrübeler göstermiştir ki, traversin üst yüzeyinde balastın bulunması, yüksek hızlı tren işletmeciliğinde, taşıt hızının etkisiyle "balast fırlaması ve trenlerin alt kısmına çarparak, zarar vermesi" mahzurunu doğurmaktadır.

g. Travers üzerinde kalan balastın uzaklaştırılması için, buraj işlemi tamamlandıktan sonra, hat balast regülatörüne bağlı süpürge ekipmanı ile süpürülerek fazla balast alınır (Şekil 8.6).

Şekil 8.6. Fazla balastın süpürülmesi

BÖLÜM 9

HAT'TIN BURAJI VE STABİLİZASYONU

Buraj, balastlı sistemlerde, yeni döşenmesi veya bakım yapılması sırasında hat'tın kotuna ve eksenine getirilmesi ile travers altında boşalan kısıma balast doldurulması ve sıkıştırılması işlemi olarak tanımlanır.

Buraj işlemi, traverslerin ray altına gelen kısımlarında, ray eksenine 40 - 45 cm mesafede ve travers alt yüzeyinden 10 - 15 mm aşağıya uygulanır. Traverslerin orta kısmına asla buraj yapılmaz. Ahşap ve demir traversli yollarda kaldırma yapılarak buraj yapıldıktan sonra, burajın uzun ömürlü olması için travers ortalarının balastla doldurulması gerekir.

Bu işlem çeşitli alet ve makineler ile yapılır. Buraj işlemi; insan gücü ve Buraj kazması kullanılarak (Şekil 9.1), hidrolik veya elektrik gücü ile çalışan küçük ekipmanlarla (Şekil 9.2) yapılabilir.

Şekil 9.1

Şekil 9.2

Diğer bir Buraj yöntemi ise, Şekil 9.3'de gösterilen özel makinelerle buraj yapılmasıdır.

Burajdan önce, hat'ta yeterli balast dökülmeli ve dökülen balast el ile veya balast regülatörü ile burajı yapılacak travers aralıklarına doldurulmalıdır. Çalışmalara başlamadan önce, döşenen veya bakımı yapılacak hat'tın, proje ve teknik şartnamesinde belirtilen geometrisine getirmek için kullanılacak olan buraj makinesi, balast regülatörü ve dinamik stabilizatör gibi makinelerin kalibrasyonları yapılmalı ve bu

makineleri kullanacak olan operatörlere ait kullanma sertifikaları alınmalıdır.

Şekil 9.3. Özel makinelerle buraj

Bakım sırasında gerilimi alınmış hatlarda, üstyapı çalışmaları 5 - 35 °C arasındaki hava sıcaklıklarında yapılmalıdır.

Günlük çalışmalar için kalıcı veya geçici olarak yerleştirilen hat eksen ve seviye kontrol noktaları ölçülür, tasarım projesine uygun olup-olmadıkları incelenir. Bozukluklar varsa, ölçüm ekibi tarafından giderilir. Hat eksen ve seviye değerleri ölçme ekibi tarafından buraj makinesi sorumlusuna verilir. Buraj işlemlerinde bu ölçüler dikkate alınmalıdır.

Notlar:

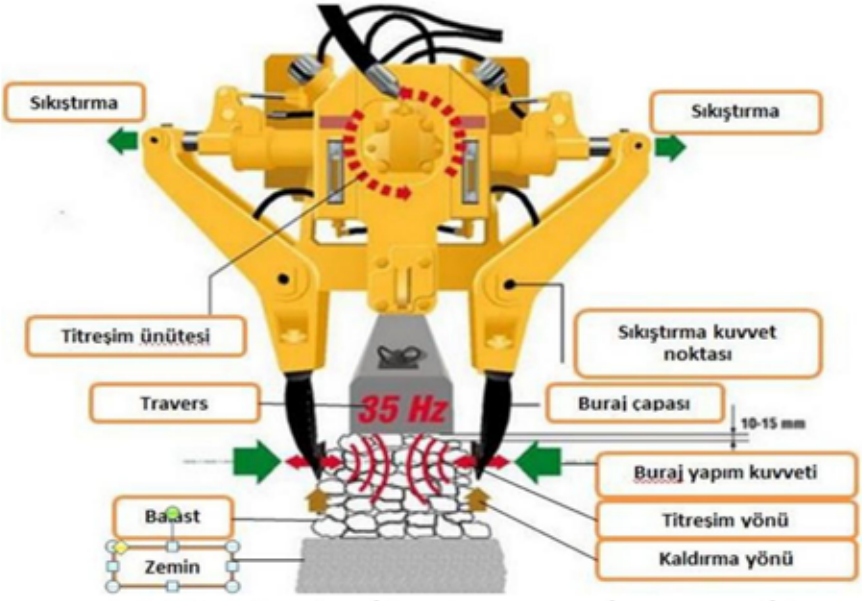
1. **Kalibrasyon:** Bu terim makine ve cihazların kullanım öncesi ayarlanmış olmasını ifade etmektedir. Hat inşa ve bakım işlerinde kullanılan makineler de kalibre edilerek, hizmete alınırlar. Aksi takdirde yapılan ölçüm ve işler hatalı çıkacaktır.
2. **Sertifika:** Raylı sistemlerde işgören makineleri kullanacak operatörlerin, gerekli eğitimi alarak, sertifika sahibi olmaları zorunludur.
3. **Ortalama sıcaklık:** Sürekli kaynak yapılırken, ray geriliminin alındığı ray sıcaklığını ifade etmektedir. Bu sıcaklık ülkelere ve bölgelere göre,

değişir. Mesela TCDD İstanbul için ortalama sıcaklığı 25 °C almaktadır. Marmaray'da bu değer 28 °C dir. Bu sıcaklık değeri, raylı sistem yapım şartnamelerinde belirtilir.

9.1. Buraj Makineleri

9.1.1. Buraj makinesi özellikleri

Buraj makinesi yapısı ve çalışma mekanizması Şekil 9.4'de gösterilmiştir.



Şekil 9.4. Buraj makinesi yapısı ve çalışma prensibi

Buraj makinelerinin aşağıdaki özelliklere sahip olması istenir:

a. Buraj makinenin nivelmanlı, dresajlı, burajlı çalışma hızı yapılacak çalışma için yeterli olmalı, çalışma sırasındaki hızı, yol şartlarına ve diğer makinelerin çalışma kapasitesine uygun şekilde ayarlanabilmelidir.

b. Makine, nivelmanlı buraj ve dresaj işlemlerini beraber veya ayrı ayrı yapabilmelidir.

c. Nivelmanlı buraj ve dresaj işlemleri sırasında, kaldırma ve dresaj sistemleri sadece ray üzerinden destek alarak çalışmalıdır.

Kaldırma ve dresaj kuvveti hat'tın her iki rayı üzerinde en az ikişer noktada etkili olmalıdır.

d. Dresaj işlemi sadmesiz (darbesiz) olmalı, önceden ölçü alınmadan dresaj işlemi ve makine yol kaldırmadan da dresaj yapılabilecek kapasitede olmalıdır.

e. Makine bir traversin buraj işlemini en az 16 kazma ile yapabilmeli ve çapaların buraj derinliği ayarlanabilir olmalıdır (Şekil 9.5 ve Şekil 9.6).

f. Makine de travers başlarını tokmaklayarak, sıkıştırma ekipmanı ile donatılmış olmalıdır.

g. Makine hat bünyesindeki "ekerli traversleri de" buraj yapabilmelidir.

Not: Ray'ın uzama veya kısalmasından dolayı, traverslerin ray eksenine paralelliklerinin bozulmasına "eker hatası veya ekerli travers" denir. Paralellik bozulma sınırı 20 mm'dir, ancak işletme esnasında bu durum 50 mm'ye kadar çıkabilir. Buraj makinesi bu tür traversleri de burajlayabilmelidir.

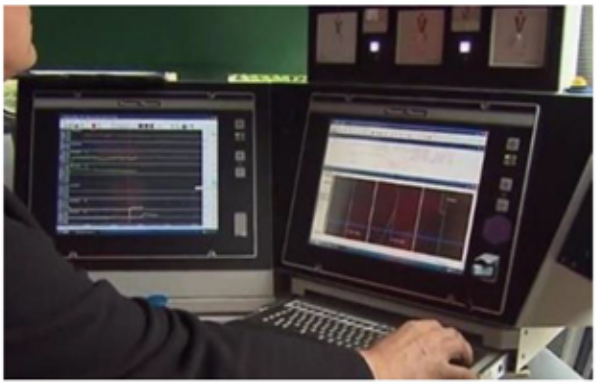
Şekil 9.5

Şekil 9.6

h. Makine SKR'li ve cebireli bağlantılı contaların bulunduğu hatlarda çalışabilmelidir.

i. Makine, çifte (birleşik) traversleri de burajlayabilecek bir tertibatla donatılmış olmalıdır.

j. Makine, hat parametrelerini ölçen ve depolayan bir bilgisayarlı ölçüm sistemi ile donatılmış olmalıdır. Ölçü sistemi ile hat'ta en az 6 parametreden ölçü yapabilmeli ve kâğıda basılabilmelidir (Şekil 9.7).



Şekil 9.7

9.1.2. Balast regülatörü özellikleri

a. Balast regülatörü yapılacak çalışmanın iş hızına yetişecek kapasitede olmalı, sürekli ve düzenli balast serebilmelidir. Makinenin çalışma sırasındaki hızı, yol şartlarına ve diğer makinelerin çalışma kapasitesine uygun olarak ayarlanabilmelidir.

b. Makine balast pullukları ile, sağ raydan veya balast banketinden sol raya, sol raydan veya balast banketinden sağ raya, balast banketinden ortaya, hat ortasından balast banketine ve bir balast banketinden diğer balast banketine balast aktarabilmelidir.

c. Banket pullukları açısı, yatay ve dikey olarak ayarlanabilmelidir. Banket pullukları, çalışma sırasında hat'tın kenarlarındaki kot kazığı, kilometre taşı gibi engellere zarar vermeden çalışmayı temin etmek için açısal durumları bozulmadan seri bir şekilde ayarlanabilmelidir. Banket pulluklarının biri ile ve aynı anda ikisi ile de çalışmak mümkün olmalıdır.

d. Makine hem hat'ta, hem de makaslarda fazla balastı süpürecek kabiliyette olmalıdır.

e. Süpürme sırasında çıkacak fazla balastı depolayacak ve istenilen bölgeye götürebilecek kabiliyeti olmalıdır (Şekil 9.8 ve Şekil 9.9).

9.1.3. Dinamik hat stabilizatörünün özellikleri

a. Dinamik hat stabilizatörü, yapılacak çalışmanın hızına uygun sürekli ve düzenli bir şekilde stabilizasyon yapabilmelidir.

b. Makine, bojiler arasına yerleştirilmiş iki adet hat stabilizatör ünitesiyle donatılmış olmalıdır.

c. Buraj işleminden sonra oluşan kontrolsüz hat oturmalarını önlemek için, yatay vibrasyonlar dikey kuvvet kombinasyonu ile hat, kontrollü ve düzgün bir şekilde oturtulmalıdır.

Şekil 9.8

Şekil 9.9

Stabilizatör ünitesinin uygulayacağı minimum dikey yük 340 kN ve minimum frekans da 0 - 42 Hz arasında olmalıdır.

d. Makinede, raylar üzerine uygulanan kuvveti ayarlayarak hat'tın oturma değerini kontrol etmek için, bir nivelman sistemi ile ölçme ve kontrol sistemleri bulunmalıdır.

e. Makine kurblardaki deverli bölümlerde kendini otomatik olarak ayarlayabilmelidir.

f. Stabilizatör hat'tın durumunu gösteren bilgisayarlı bir kontrol, ölçü ve depolama tertibatına sahip olmalıdır. Bu sistem ile hat'tı en az 6 parametre ile ölçebilmeli ve kâğıda basılabilmelidir

9.1.4. Makas buraj makinesi özellikleri

a. Makas buraj makinesi; nivelmanlı ve dresajlı buraj yapmalı, uygulanacak çalışmaya uygun ve yeterli performansta bulunmalıdır. Makinenin çalışma hızı, yol şartlarına ve diğer makinelerin çalışma kapasitesine uygun şekilde ayarlanabilmelidir.

b. Makine; düz hatlarda, makaslarda ve kruvazman bölgelerinde, nivelmanlı buraj – dresaj işlemlerini beraber ve ayrı ayrı yapabilmeli, ayrıca beton traversli ağır makasların kaldırılması ve burajı ile dresajını da yapabilecek kapasitede olmalıdır. Makas buraj makinesi Şekil 9.10'da gösterilmiştir).

c. Makine, her seferde 16 (on altı) kazma ile bir traversin altını buraj yapabilmelidir.

d. Makine, birbirinden bağımsız ama eş zamanlı çalışan dört buraj ünitesine sahip olmalı, böylece çapraz ve kruvazman, makas göbekleri, yaslanma rayı, kontray gibi ulaşılması güç olan makas sahalarındaki parçaların altındaki traverslerinde burajını yapabilecek kapasitede olmalıdır.

Şekil 9.10. Makas buraj makinesi

e. Buraj kazmaları, küçük boşlukların burajının yapılabilmesi amacıyla, açılabilir tipte olmalıdır.

f. Makine, özellikle beton traversli ağır makaslarda, sapan yol kısmında ek kaldırma yapabilecek 3 nokta kaldırma tertibatıyla donatılmış olmalıdır. Makinenin çalışma yönüne göre, bu sistem sağ ve sol tarafta çalışabilmelidir.

Bu sistem ana ve sapan hat'tı senkronize olarak sadece ray üzerinden destek alarak kaldırabilmelidir (Şekil 9.11 ve Şekil 9.12).

g. Dış buraj üniteleri, yol ekseninden en az 2.700 mm mesafede buraj yapabilecek durunda olmalı, uzun traverslerin bir geçişte burajlanabilmesine imkân sağlamalıdır.

h. Makine, çifte traverslerin burajına izin veren bir tertibatla donatılmış olmalıdır.

Şekil 9.11

Şekil 9.12

i. Makine, kaldırmayı kontrol eden otomatik tesviye sistemine sahip olmalıdır.
j. Nivelmanlı buraj ve dresaj işlemleri sırasında, kaldırma ve dresaj sistemleri sadece ray üzerinden destek alarak çalışmalıdır.
k. Makine; makasta, kruvazmanda, düz yolda ve kurbta her türlü yol geometrisini otomatik olarak tanzim edecek şekilde bir bilgisayarla teçhiz edilmiş olmalıdır. Gerek görüldüğünde bu bilgisayar devre dışı edilerek, makine manuel olarak da çalıştırılabilmelidir.
l. Makine, hat parametrelerini ölçen ve depolayan bir bilgisayarlı ölçü sistemi ile donatılmış olmalıdır. Bu sistem ile hat ve makaslarda en az 6 parametreden ölçü yapabilmeli ve kâğıda basılabilmelidir.

9.2. Dökülen Balastın Serilmesi

Demiryolu hat'tına balast döküldükten sonra serilmesi gerekli olup, bu işlem aşağıda sıralanan basamaklar halinde yapılmaktadır.

a. 2'nci tabaka balast döküldükten sonra, balast travers aralarındaki buraj mahallerine gelecek şekilde serilir (Şekil 9.13).
b. İkinci buraj için dökülecek ikmal balastı serilir. Fazla dökülmüş balast varsa, toplanarak noksan yerlere taşınır.
c. Balast banketleri, projesine ve teknik şartnamesinde belirtilen ölçü ve esaslara göre düzenlenir.

Şekil 9.13

d. İş sonunda hat içinde balast kalmaması, ray ve bağlantı malzemesinin balastla temas etmemesi için, hat süpürülerek temizlenir (Şekil 9.14).

Şekil 9.14. Hat'tın süpürülmesi

9.3. Birinci Buraj İşlemi

a. Dökülen 2'nci tabaka balast, regülâtör ile serildikten sonra, ölçüm ekibi tarafından projesindeki değerlere göre belirlenen ve kontrol sırasında tespit edilen kot ve eksen değerlerine uygun olarak, birinci buraj işlemine başlanır.

b. Buraj işlemi sırasında, hat'tın kaldırılma değeri "bir defada" 50 - 75 mm arasındadır. Hat kaldırma 75 mm'yi geçmemeli ve 25 mm üzerindeki kaldırmalarda, buraj işlemi 2 kere kazma vurarak gerçekleştirilmelidir.

c. Birinci buraj işlemi sırasında kaldırma miktarı 75 mm'yi geçiyorsa, balast takviyesi yapılarak, bir kere daha buraj işlemi yapılmalıdır. Dökülecek ikmal balastının hesabında gerekli olacak kaldırma miktarı ve dever miktarda göz önünde bulundurulmalıdır.

d. Birinci buraj işlemi sırasında hat bir defada 50 mm'den fazla yanal olarak kaydırılmaz. Genelde 25 - 50 mm kaydırılır. 50 mm'den fazla olan kaydırmalar bölünerek ikinci defa buraj yapılarak yapılır.

e. Birinci buraj işleminden sonra elde edilen kot ve eksen değerleri kayıt altına alınır, röper noktalarına göre ulaşılmak istenen nihai kot ve eksen değerlerine göre kontrol edilir.

Eğer buraj sonrası istenen kot ve eksen değerlerine ulaşılamamış ise, buraj işlemi tekrarlanır (Şekil 9.15).

Şekil 9.15

9.4. İkinci Buraj İşlemi

a. İkinci buraja başlamadan önce, montajı yapılan hat'tın ve makasların ray ek kaynak işlemleri tamamlanır.

b. Hat'ta ikinci buraj yapılması için yeterli seviyede balast olup olmadığı kontrol edilir. Gerektiği takdirde ilave balast dökülerek, balast regülatörü ile serilir.

c. Balast banketleri, regülatör kullanılarak projede belirtilen en kesit değerlerine getirilir ve düzlenir.

d. Güncel nivelman ve eksen verilerini teyit etmek için, daha önceki aşamalarda yapılan tüm ölçüm faaliyetleri tekrarlanır.

e. İkinci Buraj İşlemi, projeye göre en düşük ray üst kotunun, birinci buraj işlemi bitmiş rayların -15 mm'ye gelene kadar tek seferde kaldırma işlemi ile gerçekleştirilir.

f. Kaldırma işlemi yapılırken her 4,80 m'de bir işaretlenmiş olan traverse ait ray kotları arasındaki fark 3 mm'yi geçip geçmediği kontrol edilir.

g. İkinci buraj yapılırken buraj makinesinin travers başlarını sıkıştıran tokmakları mutlaka çalıştırılmalıdır. Aksi halde dresaj işlemi sırasında boşalan travers başlarındaki balast sıkışmayacağından, hat'tın kaldırma işlemi ve buraj sırasındaki hareketlerden etkilenerek eski yerine kayar ve burajın kalitesinin bozulmasına neden olur (Şekil 9.16).

h. İkinci buraj işleminden sonra elde edilen kot ve eksen değerleri kayıt altına alınır, röper noktalarına göre ulaşılmak istenen nihai kot ve eksen değerlerine göre kontrol edilir.

Eğer istenen kot ve eksen değerlerine ulaşılamamış ise, buraj işlemi tekrarlanır.

Şekil 9.16

9.5. Stabilizasyon İşlemi

Yeni yapılan hatlarda Sürekli Kaynaklı Ray (SKR) yapımında hat'tın stabilizasyonunu almasını beklememek ve işletme altındaki hatlarda burajdan sonra hatta stabilizasyonunu sağlayıncaya kadar sürat azaltılması uygulamamak için, burajdan sonra hat stabilizatörü çalıştırmak gereklidir.

Stabilizasyon işlemi aşağıdaki işlem adımlarıyla yapılır.

a. Stabilizasyon işlemi yeni yapılan hatlarda ikinci burajdan sonra ve bakım sırasında maksimum 30 mm'lik kaldırma işlemi ile buraj yapılmış yerlerde yapılmalıdır.

b. Dinamik hat stabilizasyonu üç boyutlu tam balast yatağı stabilizasyonunu elde etmek amacı ile ikinci buraj işleminden sonra yapılır. Bu işlem, hem yatay, hem de boyuna yönde hat'tın stabilitesinin artmasına yardımcı olur. Düşey yönde balast yatağı homojen olarak dağıtılır ve bu şekilde traversin asimetrik olarak mesnetlenmesi engellenmiş veya azaltılmış olur.

c. Dinamik hat stabilizatörü işaretlenen röper noktaları ve diğer buraj kayıtlarına göre ve mevcut hat'tın pozisyonunu içeren kayıtlara göre çalıştırılır.

d. Hat tasarım ve hat mevcut durum kayıtları öncelikle hat'tın stabilizasyonunu yapacak ekibe verilir.

e. Hat stabilizasyonu yapmaya başlamadan önce, aşağıda sıralanan işlemler yapılmalıdır:

1. Makas bölgelerinin düz hat kısmı, ana hat ile kesintiye uğramadan stabilize edilmelidir.
2. Makasın doğru ve sapan yollarının buraj ve dresaj işlemleri tamamlandıktan sonra stabilize edilmelidir (Şekil 9.17).
3. Sanat yapıları ve tünellerde stabilizatör kullanılmamalıdır.

Şekil 9.17. Stabilizatör operasyonu

f. Stabilizasyon operasyonu "otomatik düşürme fonksiyonu" kullanılarak yapılmamalıdır.

Bazı ekstra makine operasyon parametreleri Çizelge 9.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 9.1. Stabilizasyonda makine operasyon parametreleri

Madde	Dinamik Hat Stabilizatörü	
	Başlangıç burajı ve 2'nci Buraj	Son Buraj
Otomatik düşürme modu	Hayır	Evet
Çalışma hızı	≈ 1100 m/saat	≈ 1 800 m/saat
Düşey yükleme ile hidrolik silindirde basınç	80 - 90 bar	40 - 50 bar
Titreşim çalışma frekansı	≈ 33 Hz	≈ 33 Hz
Yatay yükleme ile hidrolik silindirde basınç	50 - 60 bar	50 - 60 bar
Multi-kanal ile çalışma	Evet	Evet

g. Dinamik stabilizatör özel bir gereklilik yoksa otomatik mod'da çalıştırılır.

h. Tüm stabilizasyon işlemi esnasında ekipmanın fonksiyonlarının tam ve doğru şekilde çalıştığından emin olmak için, bu işlemler işe başlamadan önce ve iş sonunda ve tüm iş süresi boyunca da aralıklarla tekrarlanır.

i. Hat pozisyonu dinamik stabilizatör geçtikten sonra, ikinci buraj ve stabilizasyon işleminin mevcut hat pozisyonuna uygun olarak elde edilip edilmediği doğrulanıp, kayıt altına alınır. Eğer kriterler sağlanamamış ise, buraj ve stabilizasyon işlemi tekrarlanır.

9.6. Üçüncü / Son Buraj İşlemi ve Stabilizasyon

Üçüncü ve son buraj operasyonu ile, hat stabilizasyonunun sağlanması amacıyla, aşağıdaki işlemler uygulanır:

a. Üçüncü buraj işleminden önce hat ve makaslardaki kaynak işlemleri tamamlanır. SKR için hat ve makaslardaki gerilimler alınır ve gerilim alma kaynakları yapılır. Varsa genleşme contaları ve makas dillerinin prospektüsüne uygun şekilde montaj sonu ayarları yapılır.

b. Son buraj işleminden önce burajı yapılacak hat kesiminde ve makaslarda balast miktarının yeterli seviyede olup-olmadığı kontrol edilir. Balast üniform olarak hat kesiti boyunca ve tip kesite uygun olarak balast regülatörü vasıtası ile yayılır.

c. Üçüncü buraj işlerine başlamadan önce yatay ve düşey referans noktalarının konumlarının doğruluğu kontrol edilir, gerekli düzeltmeler yapılır. Böylelikle yatay ve düşey kontrol ağının, son tamirat öncesi kontrol ve güncellemesi yapılmış olur.

d. Üçüncü Buraj İşlemi ile hat ve makas yatay eksen koordinatları ve kotları, tasarımdan gelen güzergâh data'larına uygun olması sağlanır.

e. Eğer dinamik stabilizasyon işlemi son buraj işleminden sonra da yapılacaksa, hat tasarım kotundan 5 mm yukarıda "fazla-kaldırma" olacak şekilde bırakılmalıdır. Tam doğru "fazla-kaldırma" değeri sahada dinamik stabilizatörden yapması beklenen oturma miktarına göre belirlenir.

f. Üçüncü buraj yapılırken buraj makinesinin travers başlarını sıkıştıran tokmakları mutlaka çalıştırılmalıdır. Aksi halde dresaj işlemi sırasında boşalan travers başlarındaki balast sıkışmayacağından, hat'tın kaldırma işlemi ve buraj sırasındaki hareketlerden etkilenerek eski yerine kayarak, burajın kalitesinin bozulmasına neden olur.

g. Multi-kanal ekipmanı yardımı ile tüm geometrik ölçüler kayıt altına alınır.

h. Hat'tın son stabilizasyonu 9.5. maddesinde belirtilen şartlarla yapılır.

9.7. Makasların Burajı

9.7.1. Makasın birinci burajı

a. Dökülen 2'nci tabaka balast, regülâtör ile serildikten sonra, ölçüm ekibi tarafından belirlenen ve kontrol edilen kot ve eksen değerlerine uygun olarak birinci buraj işlemine başlanır.

b. Buraj işlemi sırasında makas bir defada 50 mm'den fazla kaldırılmaz. Genelde 25 ila 50 mm kaldırılır. 25 mm üzerindeki kaldırmalarda, buraj işlemi 2 kere kazma vurarak gerçekleştirilir.

c. Birinci buraj işlemi sırasında kalkma miktarı 50 mm'den fazla ise, balast takviyesi yapılarak bir kere daha buraj işlemi yapılır.

d. Makas bölgelerinin önce düz hat kısmı, daha sonra da sapan yol kısmı burajlanır. Buraj sırasında uzun traverslerin bulunduğu göbek bölgesine gelindiğinde, buraj makinesinin ikinci hat'tı kaldıran kaldırıcı kullanılması gereklidir (Şekil 9.18).

e. Birinci buraj işleminden sonra elde edilen kot ve eksen değerleri kayıt altına alınır, röper noktalarına göre ulaşılmak istenen nihai kot ve eksen değerlerine göre kontrol edilir. Eğer istenen kot ve eksen değerlerine ulaşılamamış ise, buraj işlemi tekrarlanır.

9.7.2. Makasın ikinci burajı

a. İkinci buraja başlamadan önce montajı yapılan makasların ray aksamının ek kaynak işlemleri tamamlanır.

b. Makasta ikinci buraj yapılması için yeterli seviyede balast olup-olmadığı kontrol edilir. Gerektiği takdirde ilave balast dökülerek, balast regülatörü ile serilir.

c. İkinci buraj işlemi, projeye göre en düşük ray üst kotunun, birinci buraj işlemi bitmiş rayların -15 mm'ye gelene kadar tek seferde kaldırma işlemi ile gerçekleştirilir.

d. Makas bölgelerinin önce düz hat kısmı, sonra da sapan yol kısmı burajlanır. Buraj sırasında uzun traverslerin bulunduğu göbek bölgesine gelindiğinde, buraj makinesinin ikinci hat'tı kaldıran kaldırıcısı kullanılır.

e. Makasın birinci stabilizasyonu 9.5. madde'de belirtilen şartlarla yapılır.

f. İkinci buraj işleminden sonra elde edilen kot ve eksen değerleri kayıt altına alınır, röper noktalarına göre ulaşılmak istenen nihai kot ve

eksen değerlerine göre kontrol edilir. Eğer istenen kot ve eksen değerlerine ulaşılamamış ise buraj işlemi tekrarlanır.

Şekil 9.18. Makas burajı

9.7.3. Makasın üçüncü burajı

a. Üçüncü buraj işleminden önce burajı yapılacak makaslarda balast miktarının yeterli seviyede olup-olmadığı kontrol edilir. Balast uniform olarak makas boyunca tip kesite uygun olarak balast regülatörü vasıtası ile yayılır.

b. Üçüncü buraj işlerine başlamadan önce makasın yatay ve düşey raferans noktaları konumlarının doğruluğu kontrol edilir ve gerekli düzeltmeler yapılır.

c. Makas bölgelerinin önce düz hat kısmı, daha sonra da sapan yol kısmı burajlanır. Buraj esnasında uzun traverslerin bulunduğu göbek bölgesine gelindiğinde, buraj makinesinin ikinci hat'tı kaldıran "kaldırıcısı / kaldıraç" kullanılır.

d. Üçüncü Buraj İşlemi makaslar yatay eksen koordinatları ve kotları, tasarımdan gelen güzergah verilerine uygun olması sağlanır.

e. Makasın son stabilizasyonu 9.5. madde ile belirtilen şartlarla yapılır.

f. Alınan neticeler makas kontrol fişine işlenir, tarihlenir ve yetkililerce imzalanarak dosyalanır.

BÖLÜM 10

BETONA TESPİTLİ HAT DÖŞENMESİ

Betona tespitli hatlar (slab track), düşük bakım gerekleri nedeniyle genellikle tünel içlerine, viyadüklere yapılan demiryollarında ve kent içi raylı sistemlerde tercih edilen ve uygulanan bir sistemdir. Kent içinde caddelere yapılan tramvay hatları çoğunlukla caddeleri lastik tekerlekli araçlarla müşterek kullandıklarından, hatlar betona tespitli ve caddeye gömülü olarak yapılmaktadır. Kent içi hafif raylı sistemler ve metroların tünel içlerinde ve viyadük üstlerinde tercihen betona tespitli hat yapılmaktadır.

Betona tespitli hatlar yapıları itibariyle farklı özellikler arz etmekte ve buna göre de yapım usul ve yöntemleri bir birinden ayrılmaktadır. Bu yöntemler hakkında birkaç örnek aşağıda verilmiştir.

1. **Demiryolu hatları:** Bu sistemde traversler yerine, ray altlarına taşıyıcı kirişler yapılır. Raylar taşıyıcı kiriş betonu içine gömülen ekipmanlar vasıtası ile sabitlenir (Şekil 10.1 ve Şekil 10.2).

Şekil 10.1

Şekil 10.2

2. **Betona doğrudan tespitli cadde tramvay hatları:** Bu tür raylı sistemde cadde; tramvaylar ve lastik tekerlekli araçlar tarafından ortak kullanılmaktadır. Hat betona doğrudan tespitli olarak yapılır.

3. Tespit ekipmanlarına koruyucu kapaklar konur, ray kenarlarına titreşim emici ve izolasyonu sağlayan plastik bantlar yapıştırılır. Daha sonra hat'tın içerisi betonla doldurularak, hem tramvayların ve hem de lastik tekerlekli araçların caddede rahat hareket etmesi sağlanır (Şekil 10.3 ve Şekil 10.4).

Şekil 10.3

Şekil 10.4

4. **Beton mesnetler kullanılarak yapılan demiryolları:** Bu uygulamada Raylar, beton mesnetlere bağlanır ve mesnetler bir tespit betonu ile platforma sabitlenir (Şekil 10.5 ve Şekil 10.6).

Şekil 10.5

Şekil 10.6

5. **Normal veya iki parçalı traversli demiryolları:** Bu uygulamada raylar normal traverslere ve iki parçalı traverslere bağlantı ekipmanları kullanılarak bağlanır ve traversler Şekil 10.7 ve Şekil 10.8'da gösterildiği gibi, tespit betonu ile platforma sabitlenir.
6. **Belirli boydaki beton bloklar kullanan demiryolları:** Fabrikada özel kalıplar kullanılarak, 4-8 m boyda yapılmış beton bloklar tespit betonu ile platforma sabitlenir ve raylar bu beton bloklar üzerine bağlantı ekipmanları kullanılarak bağlanır (Şekil 10.9 ve Şekil 10.10).

Şekil 10.7

Şekil 10.8

Şekil 10.9

Şekil 10.10

10.1. Betona Doğrudan Tespitli Hat Döşenmesi

10.1.1. Rayların taşınması

Betona Doğrudan Hat Döşenmesi, aşağıdaki basamaklarla yapılır:

a. Stok sahasındaki raylar, TIR'lara yüklenerek en uygun giriş noktalarına (şaftlara), tünel girişlerine ve istasyonlardaki erişim noktalarına taşınır.

b. Raylar bir vinç ve özel ray yükleme aparatı ile rayın kafa (mantar) tarafından ve en az iki noktasından dengeli tutularak yüklenir ve indirilir. Vinç kullanılmayacak yerlerde, uygun kaldırma sistemi kullanılarak indirilir.

c. İndirilen raylar montajı yapılacak bölgenin her iki yanına tabanları üzerine konularak, baş başa gelecek şekilde dizilir (Şekil 10.11).

Şekil 10.11. Rayların hat bölgesine indirilmesi

d. Raylar dizilirken, yeteri kadar işçi ile ray maşasına (ray kıskacı) ihtiyaç vardır. Rayların kaydırılması gerektiğinde ise, ray kaydırma ruloları kullanılır (Şekil 10.12).

Şekil 10.12. Ray kıskacı ve ray kaydırma rulosu

10.1.2. Yol Bağlantı Malzemesinin Taşınması

Yol bağlantı malzemeleri hat bölgesine aşağıdaki işlemlerle taşınır:

a. Hat'tın montajında kullanılacak bağlantı malzemeleri, şantiyeden fortliftle kamyona yüklenerek, erişim noktasından tünel içerisine alınıp taşınır ve montaj sahasındaki yürüme yolları üzerine indirilir.

b. Küçük yol bağlantı malzemesinin zayiatını önlemek için, malzemeler ambalajlı olarak depodan alınır ve montaj mahalline taşınır.

c. Bağlantı malzemeleri kukla kullanılmadan doğrudan yerine monte edilecek ise, beton dökülmesi sırasında aralarına beton artıkları girmemesi için, elastömerler ve plastik seletler uygun bir yapıştırıcı kullanılarak, şantiyede çelik seletlere yapıştırılır.

Daha sonra, Paletlere yüklenerek montaj mahalline getirilir (Şekil 10.13 ve Şekil 10.14).

Şekil 10.13

Şekil 10.14

10.2. Demir İşleri

a. Tünel invert betonu içerisine konulan taşıyıcı kiriş aderans filizleri projeye uygun şekilde bükülür (Şekil 10.15 ve Şekil 10.16).

Şekil 10.15

Şekil 10.16

b. Filizler kontrol edilir, noksan olanların yerine ilave filiz ekilir. Eksenleri kontrol edilir, pas payı olmayan filizler kesilerek, yerlerine yenileri ekilir.

c. Taşıyıcı kiriş içindeki demir donatılar yerlerine konulur ve aderans filizlerine bağlanır.

10.3. Rayların Montajı

a. Günlük iş programına göre, yapılacak yol boyu kadar önceden dizilmiş raylar özel kaldırma ekipmanı ile kaldırılır, filizler üzerine konur (Şekil 10.17).

b. Rayları çerçeve halinde sabitleyecek askı tertibatları getirilir ve 2,5 ile 3,00 m ara ile dizilir. Raylara askı tertibatı bağlanır (Şekil 10.18).

Şekil 10.17

Şekil 10.18

c. Askı tertibatı üzerindeki raylar cebire ve kör cebire mengenesi kullanılarak birbiri ile bağlanır.

d. Askı tertibatı ile birbiri ile bağlanmış raylara, projesindeki ekartman (yol açıklığı), dever, kot ve eksen değerleri verilerek, hat çerçevesi haline getirilir.

e. Raylara projesinde verilen aralıklara göre bağlantı ekipmanları veya bağlantı ekipmanı yerini oluşturacak Kukla'lar* bağlanır. Şekil 10.19 ve Şekil 10.20'de kukla kullanılarak yapılan bağlantılar görülmektedir.

Şekil 10.19

Şekil 10.20

***Kukla:** Betona tespitli hatlarda, tespit betonu döküldükten sonra, bağlantı malzemelerinin altında hava boşlukları oluşur. Bu nedenle, bağlantı malzemeleri yerine, benzeri kukla'lar konularak, hat montajı yapılar ve betona sabitlenir. Daha sonra, kuklalar sökülerek, yerine asıl bağlantı elemanları takılır.

f. Hat, yol açıklığı, dever, eksen ve kot bakımından, topografik ölçü aleti İle son kez ölçülerek kontrol edilir. Askı tertibatı tünel duvarlarına ve tabanına özel ekipmanlar kullanılarak sabitlenir (Şekil 10.21 ve Şekil 10.22).

Şekil 10.21

Şekil 10.22

10.4. Kalıp İşleri

a. Taşıyıcı kiriş kalıpları projesine uygun olarak yapılır ve köşelere pah çıtaları konulur.

b. Kablo geçiş boruları ve drenej kanallarının montajı yapılır.

c. Yapılan kalıplar sabitlenir (Şekil 10.23 ve Şekil 10.24).

Şekil 10.23

Şekil 10.24

d. Beton dökülecek sahadaki malzeme ve ekipman montaj sahası dışına alınır.

e. Beton dökülecek saha her türlü atıktan temizlenir ve gerekirse saha yıkanır.

f. Raylar ve bağlantı malzemeleri beton dökülmesi sırasında, betonla temas ederek kirlenmesini önlemek için streç film ile sarılır.

10.5. Tespit Betonunun Dökülmesi

a. Tünel içinde betonun mikserle doğrudan dökülmesi, "tünel gabarisinin sınırlı olması nedeniyle" hemen hemen olanaksızdır. Beton yüklü mikser, tünel içerisine pompa ile akıtılacak uygun bir yere getirilir.

Yapılacak işin durumu, yapım metodu göz önüne alınarak, beton taşıma amacı ile hazırlanmış ray üzerinde hareket eden vagonet veya adapte edilmiş forklift'e yüklenmiş bir kazan ile, tünel içerisinde taşınarak, el arabaları yardımıyla kalıplar içerisine dökülür (Şekil 10.25).

b. Beton dökülürken vibratör kullanılarak sıkıştırılır (Şekil 10.26).

Şekil 10.25

Şekil 10.26

c. Tespit betonu dökülürken dikkat edilecek en önemli konu, çelik seletler altında "hava boşluğu" kalmasını önlemektir.

Beton işi bitirilip, Kalıplar alındıktan sonra çelik selet altları kontrol edilmeli, hava boşluğu sebebiyle oluşan bozukluklar varsa, epoksi maddesi kullanılarak düzeltilmelidir (Şekil 10.27 ve Şekil 10.28).

Şekil 10.27

Şekil 10.28

10.6. Askı Tertibatının Sökülmesi

a. Askı tertibatları betona zarar vermeden sökülür.
b. Askı tertibatlarının beton içinde kalan ayakları çıkartılır.
c. Sökülen askı tertibatı temizlenir ve bir sonraki etaptaki montaj yerlerine taşınır.

10.7. Kalıpların Sökülmesi

a. Kalıplar usulüne uygun şekilde sökülür.
b. Bir sonraki etaptaki montaj mahalline taşınır.
c. Varsa beton atıkları vs. döküntüler temizlenir.
d. Böylece hat'tın döşenmesi tamamlanır.

Bu aşamadan sonra, Hat'tın hizmete girebilmesi için, kontrol ve sertifikasyon süreci başlayacaktır (Şekil 10.29).

Şekil 10.29

BÖLÜM 11

BETONA TESPİTLİ MAKAS DÖŞENMESİ

11.1. Makasın Ray Aksamı ve Tespit Ekipmanlarının Taşınması

İşlem basamakları aşağıda sıralanmıştır:

a. Stok sahasındaki makaslar, tırlara yüklenerek tünel erişim noktalarından tünel içerisine girilerek makas montaj sahasına getirilir.

b. Makasların ray aksamı vinç ve özel ray yükleme aparatı ile rayın kafa (mantar) tarafından, en az iki noktasından dengeli tutularak yüklenir ve indirilir. Vinç kullanılmayacak yerlerde, indirme için uygun caraskal sistemi kullanılır.

c. Montaj sahasına getirilen makaslar parçaları, işçi marifeti ile bir sonraki çalışmaları kolaylaştıracak şekilde montaj mahalline dizilir.

11.2. Makasın Döşenmesi

11.2.1. Demir işleri

a. Birinci faz beton sırasında konulan aderans filizleri kontrol edilir. Hatalı olanlar varsa düzeltilir.

b. Konmamış ve kırılmış filizlerin yerine yenileri ekilir.

c. Filizler projesindeki ölçülere göre bükülür.

d. Projesine uygun boy ve kalınlıkta yeteri kadar çubuk demirlerin uçları bükülerek yerlerine konur ve filizlere bağlanır (Şekil 11.1).

Şekil 11.1

11.2.2. Makas ray aksamının montajı

a. Montaj mahalline getirilen makas ray aksamı özel caraskal tertibatı ile kaldırılır ve demir bağlanmış filizler üzerine montaj planına uygun olarak konur.

b. Ek yerleri cebire ve kör cebire mengenesi kullanılarak birbiri ile bağlanır. Makas parçalarına 2,5 - 3 m ara ile askı tertibatları bağlanır.

c. Makas montaj planında ve projesindeki ekartman (yol açıklığı), dever, kot ve eksen değerlerine getirilir.

d. Makasın betona tespit ekipmanları projesindeki aralıklarla raylara bağlanır (Şekil 11.2 ve Şekil 11.3).

Şekil 11.2

Şekil 11.3

e. Topoğrafik ölçü aletleri kullanılarak, Askı tertibatı ile birbiri ile bağlanmış çerçeve haline getirilmiş makas, projesindeki ekartman, (yol açıklığı) dever, kot ve eksen değerlerine getirilir.

f. Makas bağlanan askılar, tünel zeminine çakılacak çivilere veya tünel duvarlarına konulacak dayamalara bağlanarak sabitlenir.

g. Kalıp yapıldıktan sonra, makasın yeniden yol açıklığı, dever, eksen ve kot bakımında hassas kontrolü topografik ölçü aleti kullanılarak yapılır ve askı tertibatı sabitlenir.

11.2.3. Kalıp işleri

a. Askıya alınmış makasın projede belirtilen şekilde kalıpları ve kanalı kalıpları, kalıp içine yerleştirilerek sabitlenir.

b. Kalıplar uygun şekilde sabitlenir ve yağlanır.

c. Makasın ray aksamı ve bağlantı malzemeleri, dökülecek betondan olumsuz etkilenmemesi için streç filmle sarılır.

d. Bölgedeki tüm malzeme ve ekipman toplanarak kaldırılır.
e. Beton dökülmesini engelleyecek her türlü atık süpürülerek temizlenir.

11.2.4. Tespit betonunun dökülmesi

a. Tespit betonu baştan başlanarak sıra ile dökülür, çelik selet altlarında hava boşluğu kalmaması için beton seletin dolu olan tarafından mala ile itilerek selet altına doldurulur.
b. Beton dökülürken özellikle selet altlarındaki beton etkin şekilde vibratör kullanılmasına kullanılarak sıkıştırılır.

11.2.5. Askı tertibatlarının ve kalıpların sökülmesi

a. Askı tertibatlarını makasa bağlayan bağlantılar sökülür.
b. AskıTertibatlarının beton içinde kalan ayakları çıkartılır. Sökülen askı tertibatı parçaları temizlenerek, bir sonraki etaptaki montaj yerlerine taşınır.
c. Kalıplar usulüne uygun şekilde sökülür ve temizlenerek bir sonraki etapta kullanılmak üzere yeni montaj mahalline taşınır.
d. Varsa beton atıkları vs. döküntüler temizlenir.

11.2.6. Kalıpların sökülmesi

Kalıpların sökülmesi aşağıda sıralanan basamaklar şeklinde yapılır:

a. Kalıplar usulüne uygun şekilde sökülür.
b. Bir sonraki makas montaj mahalline taşınır.
c. Varsa beton atıkları vs. döküntüler temizlenir.
d. Makasların montajı tamamlandıktan sonra gerekli kontroller yapılır ve kontrol sonuçları **"Makas Montajı Kontrol Formuna"** işlenir. Montajı tamamlanmış olan betona tespitli makas Şekil 11.4'de gösterilmiştir.

Şekil 11.4

BÖLÜM 12

KAYNAK YAPILMASI VE GERİLİM ALINMASI

Raylar taşıma kolaylığı nedeniyle, genelde ray fabrikalarında 12, 18, 24 ve 36 metre boylarda imal edilirler. Yerli üretici Kardemir A.Ş.'de TCDD için, 72 m boya kadar ray üretmektedir.

Diğer yandan makineli pozlar için raylar belirli uzunluğa kadar (120, 160 veya 180 m gibi) fabrikada "sabit yakma alın kaynağı makinesi" ile kaynaklanırlar. TCDD'nin Ankara Behiçbey'deki "Ray Kaynak Fabrikası" bu görevi yapmaktadır.

Kaynaklanan raylar özel taşıma vagonları ile kullanılacak yerlere gönderilir ve özel boşaltma sistemleri ile poz yapılacak bölgeye serilerek, sıralanırlar. Ancak uzun rayların arazide boşaltılması, serilmesi ve sıralanması zor bir işlemdir.

Genelde nakliye kolaylığı nedeniyle yeni demiryolu yapımlarında ve yol yenileme çalışmalarında 18, 24, 36 m boylardaki raylar kullanılır. Bu ray boyları, döşenmeden önce veya döşendikten sonra (180, 240, 360 m ve daha uzun) boylara yakma alın kaynağı veya alüminotermit kaynağı metotlarından biri ile kaynaklanarak birleştirilir. Daha sonra bu rayların "gerilimi" alınarak, birleştirilmesi sureti ile Sürekli Kaynaklı Ray (SKR) haline getirilir.

12.1. Makineli Yakma Alın Kaynağı Yapılması

Döşenmiş veya hat kenarında serilmiş vaziyette bulunan raylar elektrikli direnç kaynağı metodu ile kaynatılarak, birleştirilir ve istenen servis boyları elde edilir. Birleştirilen bu rayların gerilimi alınarak, yine kaynak makinesi ile kaynaklanır. Bu şekilde SKR'li demiryolu hatları oluşturulur.

Makineli yakma alın kaynağı, elektrik ark sistemi ile ray başları eritilip iki ray birleştirilerek yapıldığından, hiçbir ilave madde (elektrot, eritici madde, koruyucu gaz vb.) kullanılmaz.

Kaynak sırasında gerekli olan güç makine üzerinde bulunan 400 kW'lık bir jeneratörle sağlanır. Jeneratörün çalışma gerilimi 380 Volt ve nominal kaynak akımı 20.000 Amper'dir (Şekil 12.1).

Şekil 12.1. Makineli yakma alın kaynak makinesi

12.1.1. Kaynak öncesi yapılacak işler

a. Kaynağa başlamadan önce hat ve raylar kontrol edilir. Ray uçlarında eziklik, çatlak ve cebire deliği bulunmamalıdır. Rayda delik varsa, en yakın delik kenarı ray ucuna 100 mm'den yakın olmamalıdır. Aksi halde ray uçları ray kesme makinesi ile kesilerek, bu kusurlardan temizlenir.

b. Kaynağı yapılacak ray uçlarındaki, bulonla veya cebire mengenesi ile bağlanmış cebireler sökülür. Ray travers bağlantılarının tamamı, bağlantı tipine uygun sökme ekipmanları kullanılarak sökülür. Kaynaklanacak raylar kaynak kafasının sığacağı kadar yükseltilerek altı takozlarla beslenir.

c. Yağışlı, çok soğuk ve sıcak havalarda kaynak yapılmamalıdır. Böyle havalarda çalışılmak zorunda kalındığında, kaynak bir şemsiye altında yapılır ve kaynak bölgesinin ani soğumasını önlemek için tedbir alınır.

d. Mevcut hatlarda, trafik arasında yapılan çalışmalardan gerekli verimin alınabilmesi için, yeterli çalışma zamanının olması gereklidir. Bu zaman 3 saatten az olmamalıdır.

e. Yaz mevsiminde veya sıcak havalarda yol kenarında bulunan kurumuş otlar veya ekili alanlar kaynak sırasında etrafa yayılan kıvılcımlarla tutuşabilir. Yangın çıkmasını önlemek için gerekli tedbir alınır.

f. Kaynaklanmadan dolayı, rayların baş kısımlarından toplam 30 - 35 mm'lik kısalma doğar. Bu nedenle yeteri kadar yedek ray çalışma mahallinde hazır bulundurulur.

g. Makineli yakma alın kaynağına başlamadan önce kaynak makinesinin kalibrasyon ayarları yapılmalıdır. Kaynatılacak ray tipine uygun başlık montajı yapılır ve ray tipine göre uygun sıyırma bıçakları takılır. Bu başlıkla 4 adet kaynak yapılarak şartnamedeki testler yaptırılır.

12.1.2. Alın kaynağının yapılması

a. Kaynak makinesi çalışma bölgesine getirilerek, hazırlanır. İlgili demiryolu işletmesinin veya poz şantiyesinin belirlediği çevre, iş güvenliği ve işçi sağlığı ile ilgili tedbirler alınır.

b. Kaynak sırasında raylara akım verildiğinden, iletkenliğin sağlanması için elektrotların geldiği ray uçları el taşlama taşı ile taşlanarak yağ, pas ve kirler temizlenir (Şekil 12.2 ve Şekil 12.3).

Şekil 12.2

Şekil 12.3

c. Elektrodların kavranmasının sağlanması amacıyla raylar kafaya uygun hale gelecek şekilde kaldırılır ve 2 m'lik mastar kullanılarak yatay ve düşey eksende bir olacak şekilde hizalanır.

Hızalanmanın sağlanıp-sağlanmadığı 100 cm'lik mastarla, kaynaklanacak ray uçlarının taban, mantar yanağı ve mantar üst kısmında hiza kontrolü yapılır (Şekil 12.4 ve Şekil 12.5).

Şekil 12.4

Şekil 12.5

d. Kaynak kafası ray üzerine indirilerek, ray uçları uygun bir kavrama sistemi ile sabitlenir. Kavrama pabuçlarının şekil ve profili, kuvvet uygulandığında raylarda hasar ve çatlak meydana getirmeyecek şekilde seçilir (Şekil 12.6 ve Şekil 12.7).

Şekil 12.6

Şekil 12.7

e. Kaynak makinesi programı doğrultusunda programlanır. Kaynak program sistemi kaynak esnasında aşağıdaki verileri, gösterir;
- Kaynak akımı,

- Yığma kuvveti veya basıncı,
- Ray ilerleme mesafesi,
- Kaynak süresi

f. Kaynak parametreleri izlenebilmeli ve kayıt altına alınabilmelidir. Herhangi bir nedenle sıcaklığın -5 °C'den az olması durumunda ön ısıtmada doğabilecek değişikliklere dikkat edilmelidir.

g. Kaynak işlemi 4 aşamada tamamlanır;

1) Kavrama Kuvveti (Clamping Force)

Ray uçları uygun bir kavrama sistemi ile sabitlenir. Kavrama pabuçlarının şekil ve profili, kuvvet uygulandığında raylarda hasar veya çatlaklar meydana getirmeyecek şekilde seçilir.

2) Ön Isıtma - Kıvılcımlanma (Preheating - Flashing)

Bütün işlem boyunca ısıtılmış bölge yüzeyleri düzgün ve dik olarak yuvarlanma eksenine paralel olarak ilerletilir. Ön ısıtma - Kıvılcımlanma sırasında rayların uçlarında fazla ısınma belirtisi oluşturulmaz. Kaynağa başlatıldıktan sonra kıvılcımlanma sürecinde de herhangi bir kesintiye meydan verilmez.

3) Şişirme (Upsetting)

Şişirme kıvılcımlanmadan hemen sonra yapılır. Boşlukların kapatılması ve oksitlerin çıkarılması için yeterli düzeyde basınç tatbik edilir ve böylece kaynatılan ray uçlarının kaynak ara yüzünde asgari seviyede tutulmaları sağlanır. Kaynak ara yüzeyi şişirmenin ortasına kadar uzatılır.

4) Kavramanın Açılması (Unclamping)

İki rayın ekseninin bozulmaması için, kavrama şişirme işlemi bittikten asgari 4 saniye sonra kavrama açılır (Şekil 12.8).

h. Kaynak sıyırma

Rayların kaynağı bitince, kalıntı malzemeler aşağıdaki biçimde temizlenir:

- Ray profili üzerindeki fazla metal otomatik olarak sıyırılır.
- Fazla metal sıyrılırken kaynak bölgesi basınç altında tutulur.
- Fazla metal sıyrılırken kaynak merkezi sıcaklığı 500 ^{o}C'nin üzerinde olmalıdır.

Şekil 12.8

- Fazla metalin sıyrılması sırasında ve sonrasında raylarda mekanik veya ısıya bağlı hata meydana gelmesine müsaade edilmemelidir.
- Sıyrılan bölge gözle muayene edilip, çatlak olup olmadığı görülmelidir.
- Ray tabanının alt kısmındaki sıyırma kontrol edilir.
- Ray eksenlerinin bozulmaması için kavrama, yığma işlemi bittikten 4 saniye kadar sonra açılır.
- Sıyırma sonucu çıkan malzeme ve cüruf, uygun şekilde uzaklaştırılır (Şekil 12.9 ve Şekil 12.10).

Şekil 12.9

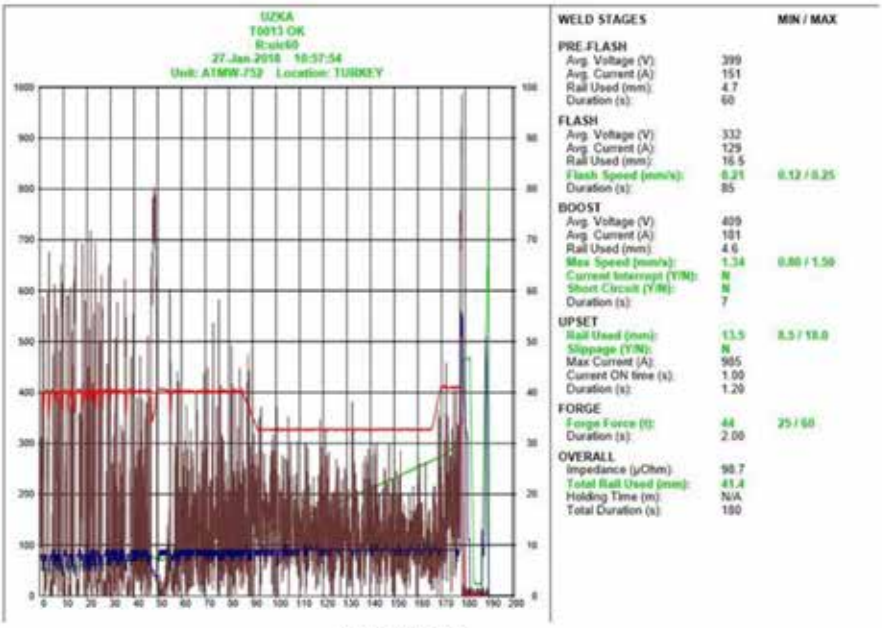
Şekil 12.10

- Sıyırma sonucu fazla metal kalınlığı Çizelge 12.1'deki değerler içerisinde olmalı, fazla olan kısımlar taşlanarak, izin verilen ölçülere getirilmelidir.

Çizelge 12.1. Kaynak sıyırma sonrası kriterleri

Bölge	Sıyırma bölgesinin konumu	İzin verilen azami fazlalık
1	Mantar alt kavisinin başlangıcından diğer yandaki alt kavise kadar olan tüm mantar bölgesi	2 mm
1+	Mantar alt kavisi ile gövde bölgesinin başlangıcı arasındaki bölge	2,5 mm
2	Gövdenin başlangıç bölgesinden, ray tabanının başlangıç kavisine kadar olan bölge	2 mm
3	Ray tabanı başlangıç kavisinden başlayarak ray tabanı köşesine kadar olan tüm bölge	2 mm

- Kaynak makinesinden kaynakla ilgili elektronik bilgi çıktısı alınarak incelenir. Bu belge arşivlenerek saklanır (Şekil 12.11).
- Kaynak işlemi bittikten sonra kaynaklanan bölge taşlanmalıdır. Bu taşlama işlemi kaynak bölgesinin soğumasından (ray ile aynı sıcaklığa gelmesinden) sonra yapılmalıdır. Kaba taşlama yapılırken ray kafasında kalan yığma fazlalıkları, rayın yüzeyinde en fazla 0,5 mm bırakılacak şekilde taşlanır (Şekil 12.12).
- Kaynağın yapılma yöntemi arşivlenerek saklandığı gibi, tüm bilgileri (Bölge, kilometre, sıra numarası, yapılış tarihi ve yapan firma gibi) gösteren bir etiket hazırlanarak, kaynak kenarına ray gövdesine yapıştırılır (Şekil 12.13).



Şekil 12.11

i.

Şekil 12.12 Şekil 12.13

j. İnce taşlama, kaynaklı bölgenin ray geometrisine uydurulması amacı ile yapılan son işlemdir. Ray taşlama uzunluğu 1 m Mastar boyunda (kaynak bölgesinin 0,5 m solu ve 0,5 m sağı) olmalıdır. Kaynaklı bölgenin ray geometrisine gelip gelmediği mastar yardımıyla kontrol edilip, gereken düzeltmeler ray taşlama makinesi ile yapılır.

k. Taşlama sırasında uygulanacak kriterler Çizelge 12.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 12.2. Kaynak taşlama kriterleri

Fazlalığın ray üstündeki konumu	**İzin verilen azami fazlalık** (mm)
Yuvarlanma yüzeyinin merkez çizgisi üzerinde dikey olarak	0,5
Mantarın 14 mm altında hizalanmış üst veya kenar üzerinde yatay olarak	0,5
Ray tabanının her iki kenarında yatay olarak	2,0

12.2. Alüminotermit Ray Ek Kaynağı Yapılması

Termit denilen malzemenin ateşe dayanıklı potalar içerisinde eritilerek, 1300 °C ısıtılmış iki ray ucu arasında bırakılan aralığına akıtılmak suretiyle yapılan kaynağa alüminotermit ray kaynağı denir.

Alüminotermit kaynağı pota içine konulan Demir oksit + Alüminyum karışımından oluşan "Termit" yakılır ve başlayan reaksiyondaki karışım 2.500 °C civarında bir katı eriyik oluşturur. Potadaki eriyik 1300 °C ısıtılmış ray uçlarının içinde bulunduğu kalıba dökülür. Kalıp içinde 15-30 saniye süren reaksiyon sonucu oluşan demir metali ağır olduğu için, alta çöker ve kalıbın şeklini alır, yanan alüminyum oksit ise (cüruf) hafif olduğundan potanın üstünde kalır. Kalıp çıkarıldıktan sonra fazlalıklar sıyrılarak kaynak bölgesine ray profili verilir.

12.2.1. Kaynak öncesi yapılacak işler

a. Kaynağa başlamadan önce hat ve raylar kontrol edilir. Ray uçlarında eziklik, çatlak ve cebire deliği bulunmamalıdır. Delik varsa, en yakın delik kenarı ray ucuna 100 mm'den yakın olmamalıdır. Aksi halde ray uçları ray kesme makinesi ile kesilerek, bu kusurlardan temizlenir.

b. Kaynağı yapılacak rayların bulunduğu yol, eksenine ve kotuna getirilmelidir. Eksenine ve kotuna getirilmemiş rayların kaynak sırasında hizalanması vakit aldığından, kaynak ekibinin çalışmalarından yeterli verim alınamaz.

c. Kaynağı yapılacak ray uçlarındaki, bulonla veya cebire mengenesi ile bağlanmış cebireler sökülür. Kaynak bölgesinde yeterli miktarda

travers bağlantılarının tamamı, bağlantı tipine uygun sökme ekipmanları kullanılarak sökülür.

d. Kaynak yapılacak contada travers araları açılır ve balastı boşaltılır.

e. Yağmurlu ve karlı havalarda kaynak yapılmamalı, ancak zorunlu hallerde, kaynatma işlemi yalnız kaynak bölgesine su geçirmeyecek özellikte olan çadır altında yapılmalıdır. Pota, baga, kalıp, tapa ve termit gibi malzeme ve donanımın her zaman kuru olması, güvenli ve kaliteli bir kaynak yapmak için mutlak gereklidir.

f. Alüminotermit ray ek kaynağının; + 3 ^{o}C'nin altında ve + 45 ^{o}C'yi aşan ray sıcaklıklarında yapılması uygun değildir.

g. Hava sıcaklığı teknik şartnamelerin izin verdiği aralık içerisinde olmalıdır. Zorunlu hallerde, ray sıcaklığının teknik şartname alt sınırından düşük olması durumunda, ray başlarının 50 - 100 cm'lik kısmı 50 - 120 ^{o}C ısıtıldıktan sonra, kaynak işlemine başlanmalıdır. Isıtma işlemi ray ısıtıcılarıyla veya ısıtıcı üfleç (şalomanın) ray üzerinde ve gövdede gezdirilmesi ile yapılabilir.

12.2.2. Alüminotermit kaynak malzemeleri

a. Alüminotermit Porsiyonu

Alüminotermit porsiyonları "Demir oksit ve Alüminyum" karışımından oluşmaktadır. Kullanım kolaylığı sağlamak için porsiyon torbaları üzerinde; Karışım oranı, saklama süresi, kullanılacak rayın sertliği, kullanılacak ray aralığı ve ısıtma yöntemi gibi bilgiler verilmektedir.

1) Termit miktarı ve kompozisyonu kullanılan rayın profiline ve çekme mukavemetine göre belirlenir.
2) Eğer ısıl işlem ile sertleştirilmiş ray, sertleştirilmemiş bir Ray'a kaynaklanıyorsa, termit malzemesi sertleştirilmemiş Ray'a göre seçilir.
3) 1100 kalitesinde bir ray, 900 A kalitesinde bir ray'a kaynaklanıyorsa, termit kalitesi 900 A kalitesindeki raya göre seçilir (Şekil 12.14 ve Şekil 12.15).
4) 1100 kalitesinde olan rayların kaynağı için özel termit, sertleştirilmiş rayların kaynağı için, yine farklı bir özel termit kullanılır.
5) Kesitleri farklı raylar birbiri ile kaynatılarak geçiş rayı yapılacak ise, mutlaka bu iş için hazırlanmış özel termit porsiyonları kullanılır.

Şekil 12.14

Şekil 12.15

6) Porsiyonlar kuru bir yerde saklanmalı ve nemden korunmalıdır.
7) Nemlenmiş veya nemden sonra kurumuş termit asla kullanılmamalıdır.

b. Kalıp

1) Kalıplar kaynaklanacak ray kesitine ve kaynakta kullanılacak termit porsiyonuna uygun olmalıdır.
2) Kalıplar kuru bir yerde saklanmalı ve kırılgan olduklarından dolayı taşıma esnasında hasar görmemesi için özen gösterilir.
3) Kalıplar kaynak açıklığına uygun olmalıdır.
4) Kesitleri farklı raylar birbiri ile kaynatılarak geçiş rayı yapılacak ise, mutlaka bu iş için hazırlanmış özel kalıp kullanılır (Şekil 12.16 ve Şekil 12.17).

Şekil 12.16

Şekil 12.17

c. Birleştirme Macunu

1) Macun kuru toz halinde ise, (yaklaşık % 6) su ile günlük yapılacak kaynak sayısı ve kullanılabilecek miktar göz önünde bulundurularak nemlendirilir.
2) Macun kutusunun kapağı daima kapalı tutulur (Şekil 12.18).

Şekil 12.18. Birleştirme macun kutusu

d. Pota

Potalar tek ve çok kullanımlık olarak iki çeşitlidir.

Tek kullanımlık potalar: Bir defa kullanılır ve kullanım sonrası atılırlar. Tünel içlerinde aluminotermit kaynağı yapılırken, hava kirliliğini önlemek için bu potalara filtre takılarak kullanılır (Şekil 12.19).

Çok kullanımlı potalar: Bu potalar ile çok sayıda kaynak yapılabilir (Şekil 12.20).

1) Potanın içindeki çatlaklar tamir edilemeyecek boyutlara geldikten sonra değiştirilmeli, bir potayla en fazla 50 kaynak dökülmelidir.

Şekil 12.19

Şekil 12.20

2) Potalar kuru bir yerde muhafaza edilir ve bir yerden başka bir yere taşınırken azami şekilde dikkat gösterilir.
3) Mutlaka her kaynak ekibinin yanında en az bir yedek pota bulundurulur.

e. Tutuşturucular (Maytap)

1) Tutuşturucular termitlerden ayrı tutulur ve asla aynı yerde saklanmaz ve taşınmaz.
2) Tutuşturucular nemlenmeyecek şekilde kapalı bir yerde muhafaza edilmelidir (Şekil 12.21 ve Şekil 12.22).

Şekil 12.21

Şekil 12.22

f. Baga

1) Baga kullanılan pota ile uyumlu olarak seçilir.
2) Nemden korunmalı ve nemlenmiş baga kullanılmamalı, müsait bir ısı kaynağında ateşle karşılaştırılmadan kurutulmalıdır (Şekil 12.23).

Şekil 12.23. Baga

12.2.3. Kaynağın yapılması

a. Kaynaklanacak contanın hazırlanması

1) Ray uçlarına bağlı bulonlu veya mengeneli cebireler sökülür.
2) Ray uçları tel fırça veya zımpara taşı ile pas, yağ, boya ve tüm pisliklerden temizlenir, oksijen ile kesilmiş ray yüzeyleri cüruftan tamamen arındırılarak, pürüzsüz olması sağlanır.
3) Ray uçları arasında bulunacak aralık kullanılacak termit porsiyonuna uygun olarak ayarlanır.
4) Ray kesme işlemi mümkün olduğunca diskli ray testeresiyle yapılır. Ray kesme testeresi ray tipine uygun aparatla raya monte edilir ve ray dikey olarak düzgün bir şekilde kesilir.
5) Zorunlu hallerde üfleç ile yapılacak ray kesimlerinde mutlaka kılavuz kullanılır (Şekil 12.24).

Şekil 12.24

b. Kaynak aralığının ayarlanması

İki ray arasındaki açıklığa "kaynak açıklığı" adı verilir ve bu açıklık ölçü aleti ile ray mantarının ve tabanın her iki tarafından olmak üzere dört yerden ölçülerek ayarlanır. Alınan tüm ölçüler toleranslar içinde olmalıdır.

Conta ayarlanırken 4 esas göz önünde bulundurulur. Bunlar;

- Kaynatılacak açıklık,
- Yatay düzlük,
- Düşey düzlük ve

➢ Burulma şeklinde sıralanır.

Bu ayarlamaların kaynak yapımı sırasında herhangi bir şekilde bozulmaması için gereken önlemler alınmalıdır.

Ayarlama yaparken tahta kamalar veya ray'a zarar vermeyen malzemelerden yapılmış kamalar kullanılmalıdır. Bu kamalar ray tabanı ile travers arasına konularak ayarlama yapılır.

Contayı doğru hale getirebilmek amacıyla kaynağın her iki tarafından en az 3 (üç) travers bağlantısı (eğer kurbta ise kurb yarıçapına göre daha fazla) gevşetilir.

Kaynak açıklığı tüm kaynak işlemi boyunca sabit kalmalı, ray'ın itilmesi veya çekilmesi gibi boylamasına hareketin tespit edilebilmesi amacıyla,her iki rayın tabanına ve conta traverslerine işaret konulur. Ön ısıtma sırasında kullanılan yönteme göre izin verilen limitler dışında bir aralık oluşursa, çalışma durdurulmalı ve düzeltmeler yapılır.

Düşey ayarlama: Kaynağın soğuma ile çekileceği ve düşüklük meydana gelebileceği göz önüne alınarak, kaynaktan önce kaynatılacak kısma belirli bir yükseklik verilir. Bu yüksekliğin ayarı, bir metrelik mastarın contayı tam ortalayacak şekilde ray mantarına konulması, mastarın her iki ucundaki raylar arasındaki yükseklik farkına bakılması ile ayarlanır (Şekil 12.25).

Şekil 12.25. Düşey ayarlama

Düşey ayarlama esnasında verilecek bu yükseklik, yapılacak kaynak tipine göre değişiklik gösterir. Kaynak aralığı ve ayarlamalar kullanılacak malzemenin spesifikasyonuna uygun olarak yapılır.

Yatay ayarlama: Bir metrelik mastarla yapılır. Ayarlama yapılırken kurb yarıçapı ve yönü dikkate alınır (Şekil 12.26).

Şekil 12.26. Yatay ayarlama

Ayarlamalar sonucunda ray uçları hareket etmeyecek şekilde sabitlenir.

c. Kalıp bağlama

1) Kalıbın her parçası nem, çatlak, delik vb. yönlerden kontrol edilir, kusurlu olanlar kullanılmaz/
2) Kalıplar kaynaklanacak contaya merkezlenerek bağlanır. Kalıp bağlama işlemi aşağıdaki şekilde yapılır:
   a) Kalıp mengenesi bağlanır. Kalıplar özenli bir şekilde kalıp kutularına yerleştirilir.
   b) Kalıbın bir tarafı contaya iyice merkezlenerek yerleştirilir.
   c) Kalıbın diğer yarısı da, birinci parçanın tam karşı karşıya gelecek şekilde yerleştirilir.
   d) Her iki kalıbın da tam merkezlendiğinden emin olduktan sonra, kalıp tutuculara mengene ile kalıbı çatlatmayacak şekilde sıkılır (Şekil 12.27 ve Şekil 12.28).

Şekil 12.27

Şekil 12.28

3) Kalıp üç parçalı ise, alt parçası da düzgün şekilde tabana yerleştirilir.
4) Kalıp bağlama esnasında kalıbın içerisine kesinlikle kum dolmamasına dikkat edilir. Bunu sağlamak için kalıpların üzeri kapatılır. Eğer kum girmiş ise, mutlaka temizlenmelidir.
5) Kalıpların doğru olarak bağlanmasından sonra macun ile birleşme yerleri dikkatlice kapatılır.
6) Kaynak sonucu kalıptan taşan cürufun balasta karışmaması amacıyla, cüruf tablaları kalıbın her iki kenarlarındaki yerlerine yerleştirilir (Şekil 12.29).

Şekil 12.29

d. Ön ısıtma

Ön ısıtma süresi, üfleç yüksekliği, eğer oksipropan ile ön ısıtma yapılacaksa tüplerin basıncı; ray kesitinin büyüklüğüne, ön ısıtma ve kaynak sistemine bağlı olarak değişkendir. Ön ısıtma süresi kullanılacak malzemenin spesifikasyonuna uygun olarak ayarlanır ve uygulanır.

Ön ısıtma işlemine başlanmadan önce;

- Üfleç memeleri kontrol edilmeli, delik çapı büyümüşse, yeni üfleç kullanılmalıdır.
- Oksipropan gazı ile çalışılıyorsa, oksijen tüpüne bağlı olan çekvalf ve saatlerin, LPG tüpüne bağlı olan otomatik gaz kesici, çekvalf ve gaz saatlerinin çalışıp çalışmadığına bakılmalı ve bağlantıları kontrol edilmelidir.
- Hortumların sağlamlığı, rekorlarında herhangi bir sorun olmadığı kontrol edilmeli, arızalı hortumla kesinlikle çalışılmamalıdır.

Benzinli ısıtma: Isıtma düzeneği benzin+basınçlı hava karışımıyla çalışılıyorsa, benzin - hava motoru 5/6 oranında doldurulmalıdır.

Motorun daha fazla doldurulması sakıncalıdır. Yakıt doldurulurken, suyun veya bir katkının karışması önlenmelidir. Benzin pompalanırken temizlenmesini sağlamak amacıyla, çıkışına bir filtre konulmalıdır.

- Motorun yakıtı doldurulduktan sonra, civarda hiçbir şekilde ateş bulundurulmamalıdır. Yakıt deposu en az 4 günde bir temizlenmeli, dibine çöken yabancı madde ve toz artıklarından arındırılmalıdır.
- Üfleç sehpasından ayar yapılarak, üflecin kalıbı tam ortalaması ve en uygun ısıtma konumuna getirilmesi sağlanır.

Oksipropan ile Ön Isıtma: Gereken önlemler alınıp, kontroller yapıldıktan sonra, uygulanacak işlem sırası aşağıdaki gibidir:

- Kaynak tekniğine göre tüplerin üzerindeki manometrelerde basınç kaynak yöntemine uygun olarak ayarlanır.
- Üfleçten çıkan oksijen ve LPG'nin tutuşması için tüplerin vanaları birlikte ve biraz açılır. Karışım tutuştuktan sonra alev ayarlanır. (Bu işlem kalıpların dışında yapılmalıdır.).
- Isıtıcı Üfleç yerine yerleştirilir.
- Kalıpların 20-25 cm üzerinde "sarı bir alev" olması için Üfleç vanalarıyla ayarlanır.

Not: Kaynak tekniğinde Sarı renkli üfleç alevi, "asetileni çok veya karbonlayıcı alev" olarak isimlendirilir.

- Isıtıcı Üfleç ile, ısıtma işleminin iyi yapılması amacıyla, kalıp üstüne deliği kapatmayacak şekilde yerleştirilir (Şekil 12.30).

Şekil 12.30

- Üfleçten çıkan alev kesintisiz ve düzgün olmalıdır.
- Ön ısıtma süresi, kaynak yöntemine uygun olmalıdır ve bu sayede Isıtma sonucunda ray başlarının tüm yüzeyi "turuncu renk" almalıdır.
- Isıtma bitince ön ısıtma ekipmanı durdurulur. (Tüp vanaları kapatılıp alev söndükten sonra, en son Üfleç üzerindeki vanalar kapatılmalıdır).

e. Potanın hazırlanması

Potayı hazırlamak için aşağıdaki kurallar geçerlidir:

- Pota büyük bir dikkatle hazırlanmalıdır. İyi bir kaynak yapmak için temiz ve sağlam potaya daima ihtiyaç vardır.
- Potanın iç kısmında arıza oluşmuş ise, pota macunu ile onarılmalı, kumla onarmadan kaçınılmalıdır. Kumla onarılma halinde kaynama esnasında, kaynak metali içerisine fazla miktarda kum (silis) karışır, bu da kaynak bölgesinin gevrek olmasına sebep olur. Ayrıca karışımın içerdiği nem de kaynağa zarar verir.
- Pota içindeki curuf potayı koruyacağından pota kalması gerekir, ancak her 15-20 kaynakta bir, mutlaka temizlenmelidir.
- Pota kaynak dökümünden önce, dış yüzeyi 100 °C oluncaya kadar şiddetli olmayan bir ateşle Üfleç iç yüzeyinde yaklaşık 20 dk gezdirilerek, ısıtılmalıdır.
- Eğer son 1 saat içerisinde kaynak dökülmüşse, potayı ısıtmaya gerek yoktur (Şekil 12.31 ve Şekil 12.32).

Şekil 12.31

Şekil 12.32

- Potanın hazırlanması şu sıraya göre yapılır:

- Önce pota yerine (pota direğine) oturtulur. Pota altı ile Kalıp arasındaki mesafenin 20 - 30 mm'den fazla olmamasına dikkat edilir.
- Dökümden önce pota, kalıp tapasını "merkezleyecek" şekilde yerleştirilmelidir.
- Otomatik baga, baga maşası ile potaya yerleştirilir.
- Otomatik baganın çevresine reaksiyon bitimine kadar baga'nın açılmamasını sağlamak için, magnezyum oksit dökülür (Otomatik baga reaksiyon bitiminde kendiliğinden açılır.).
- Kaynak şarjı (termit) potaya dökülür. Termit, her kaynak için bir torba olarak kullanılmalı, asla diğer bir paketle birleştirilmemeli, yarım kullanılmamalı veya ekleme yapılmamalıdır.

f. Döküm

Döküm işlemi aşağıdaki sırayla yapılmaktadır:

- Ön ısıtma işlemi bittikten sonra ön ısıtma ekipmanları kenara alınır ve kalıp tapası sıkı bir şekilde kalıp ağzına kapatılır.
- Daha önceden hazırlanmış olan pota, kalıbın üzerine Kalıbı tam olarak merkezlenecek şekilde kalıp üzerine yerleştirilir. Döküm tam olarak merkezden yapılır.
- Potadaki termit malzemesinin orta kısmı (kolay tutuşturulması amacıyla) küçük bir tepe haline getirilir.
- Maytap yakılıp, 1 - 2 cm kısmının yanmasını bekledikten sonra, termit pota içerisinde oluşturulan tepeden tutuşturulur.

Potanın ağzı kapatılarak, sıçramalardan korunmak amacıyla oradan uzaklaşılmalıdır.

- Reaksiyonun başlamasından yaklaşık 10 - 30 saniye sonra otomatik baga kendiliğinden açılarak, döküm başlar. Reaksiyon sonunda oluşan cüruf yandaki tablasında akarak, toplanır (Şekil 12.33 ve Şekil 12.34).

Şekil 12.33

Şekil 12.34

- Potanın işi biter bitmez, kenara alınır.
- Cüruf tablası kalıbın yanından alınır, fakat asla donmuş zemine, suya veya traversin üzerine atılmamalıdır (Şekil 12.35 ve Şekil 12.36).

Şekil 12.35

Şekil 12.36

g. Kalıbın sökülmesi

- Döküm işleminin tamamlanmasından sonra, kalıp içerisindeki ergiyik metalin kaynaması durunca, mengene ve kalıp tutucular kenara alınır.
- Uzun saplı çekiç yardımıyla karkasların sağı ve solundaki çıkıntılara sırayla vurulup, karkaslar kırılır ve metalin istenilen kıvamda soğumasına yardım edilir.
- Bu işlem sırasında çok dikkat edilmelidir, çünkü kalıp içindeki metal yeterli derecede soğumadıysa, metal açılacak delikten dışarı akar ve kaynak işlemi tamamlanamaz (Şekil 12.37 ve Şekil 12.38).

Şekil 12.37

Şekil 12.38

h. Sıyırma

- Döküm işleminden sonra sıyırma işlemi yapmak için beklenilen süre, kullanılacak malzemenin spesifikasyonuna uygun olarak ayarlanır.
- Sıyırma işlemi hidrolik sıyırma aletiyle gerçekleştirilir.
- Sıyırma ray üzerinde en az 2-3 mm bırakılacak şekilde yapılır.
- Cürufun balyoz ile sıyrılması sakıncalıdır, ancak başka alternatif olmadığı durumlarda balyoz ve keski ile ray üzerindeki fazlalık her iki yönde yarısına kadar kesilir, daha sonra tek tarafa doğru vurmak suretiyle tamamen koparılır (Şekil 12.39 ve Şekil 12.40).

Şekil 12.39

Şekil 12.40

- Mantarın yan tarafındaki fazlalıklar aşağıya doğru vurmak suretiyle kesilir.
- Hidrolik sıyırma makinesi kullanılırken hızlı hareket edilmeli ve kaynağın soğumasına fırsat vermeden kesme işlemi tamamlanmalıdır. Çünkü kaynak soğuduktan sonra sertleşir ve makine ile sıyırmak mümkün olmayabilir.
- Sıyırma makinesi yerleştirilmeden önce, bıçakların geleceği yerdeki kum veya macun taneleri iyice süpürülmelidir.
- Yolluk çıkıntıları (boynuzlar) kaynak soğuduktan sonra koparılmalıdır.
- Kaynaktan sonra mastarlama için kullanılan takozlar alınmadan asla taşlama yapılmamalıdır.
- Takozlar kaynak iyice soğuduktan sonra alınır ve bağlantıların sıkılmasını takiben taşlama yapılır (Şekil 12.41).

i. Taşlama yapılması

Taşlamaya başlamadan önce yan taraftaki cüruf atma deliklerinden akarak donan (boynuzların) çıkıntıları aşağıya doğru eğilip, kırılır (Şekil 12.42).

Kaba taşlama, yolun trafiğe açılması için spiral yardımı ile yapılır. Bu işlem yapılırken ray mantarının üst ve yan taraflarında kaynak sıyırıcısının "2 bıçak arası bıraktığı" fazlalık mutlaka alınmalıdır. Eğer yeterince soğuma beklenmeden kaba taşlama yapılacaksa, Metalin soğuduktan sonra çekmesi göz önünde bulundurularak, kaynak en az 0,5 mm yüksek bırakılmalıdır.

Şekil 12.41

Şekil 12.42

Taşlama yapılacak kaynak bölgesi düz bir zemin haline getirilmeye çalışılır (Kaynağın yeterince soğuma zamanı en az 30 dakikadır).

Kaba taşlama bittikten sonra ince taşlama, ray taşlama makineleri yardımı ile yapılır. İnce taşlamada ilk önce kaynak bölgesi, ray taşlama makinesine az pasolar verilerek düşürülür (Şekil 12.43).

Şekil 12.43

İnce taşlama kaynaklı bölgenin ray geometrisine uydurulması amacı ile yapılan son işlemdir. Ray taşlama uzunluğu 1 m mastar boyunda (kaynak bölgesinin 0,5 m. solu - 0,5 m. sağı) olmalıdır.

Kaynaklı bölgenin ray geometrisine gelip gelmediği mastar yardımıyla kontrol edilir, gerekli düzeltmeler ray taşlama makinesi ile yapılır (Şekil 12.44).

Şekil 12.44

j. Temizleme

Kaynakçı kaynağın çevresindeki tüm çıkıntıları temizlemeli, balastlı üst yapıda kaynak yapılıyorsa, hiçbir kaynak pisliği balasta karışmamalıdır. Macun ile birleşme yerleri kapatılırken, kaynak bölgesinin altına yeterli büyüklükte bir bez parçası konularak, sıyırma işlemi yapılır.

Kaynak bölgesindeki pislikler temizlenip, boynuzlar kırılırken de kaynak bölgesinin altına ve travers arasına büyük bir tava konularak kalıp, macun, cüruf vs. pisliklerin balasta karışmasına veya çevreye yayılmasına izin verilmemelidir.

Ray çevresindeki çıkıntılar, çapaklar, yolluk çıkıntısı taşlama yoluyla temizlenmelidir. Sonra da Kaynak yapımında kullanılan tüm alet edevat toplanır.

12.2.4. Kaynak sonrası işlemler

Kaynak işlemi sona erince, aşağıdakiler yapılır:

a. Kaynak için arası açılan traversler yerlerine alınır ve Travers aralarında boşaltılan balast yeniden doldurulur.

b. Sökülen ray bağlantıları yerlerine takılarak, bağlantı malzemesi tipine göre uygun ekipmanla yerlerine montajlanır. Ray altı plastik seletlerin yerlerinde olmasına dikkat edilir.

c. Kaynak için yerinden oynatılan traversler kontrol edilir, altlarında boşalma olmuş ise, el buraj ekipmanları kullanılarak uygun şekilde burajlanır.

d. Kaynak bölgesinin ultrasonik muayenesi yapılır. Standart dışı değerler ve hatalar varsa, ilgili birimlere önlem alınması için bilgi verilir.

e. Kaynak yerleri numaralanarak işaretlenir ve raporlanır. Kaynak sonucunda elde edilen bilgi ve bir dosya halinde arşivlenir.

12.3. Gerilim Alınması

Gerek fabrikada uzun kaynaklı hale getirilerek hat'ta döşenen ve gerekse döşendikten sonra uzun kaynaklı hale getirilen raylar (120, 144, 180, 226, 360, vs. m boyda) aşağıda belirtilen yöntemler kullanılarak, birleştirilir ve Sürekli kaynaklı ray yapılır (SKR'li hat oluşturulur).

Sürekli kaynaklı ray (SKR) teşkili için raylar Yakma alın kaynağı ve Alüminotermit ray ek kaynağı metodu ile kaynaklanır. Birleştirme ortalama ray sıcaklığı ortamında yapılır. Bu işlem literatürde "gerilim alma veya stres alma" işlemi olarak isimlendirilir.

12.3.1. Ortalama ray sıcaklığı ve hesaplanması

Emniyetli uzun kaynaklı raylarda, ray stresinin (geriliminin) alınması için ortalama ray sıcaklığının tespiti çok önemlidir. Ortalama ray sıcaklığının tespiti normal iklim koşulları içerisinde bölgede en az bir yıl içerisindeki en yüksek T_{max} ve en düşük T_{min} ray sıcaklıkları ray termometresi ile ölçülerek tespit edilir. Tespit edilen en yüksek sıcaklık (T_{max}) ile tespit edilen düşük sıcaklık (T_{min}) matematiksel olarak toplanarak ikiye bölünür.

Bulunan değer yüksek sıcaklıktan çıkarılarak ortalama sıcaklık T_{ort} bulunur.

$T_{ort} = T_{max} - (T_{max} + T_{min}) / 2$ olarak hesaplanmaktadır.

Bu sıcaklığın en fazla ± 3 °C altında ve üstündeki değerlerde stres (gerilim) alma çalışılması yapılır. Ortalama gerilim alma sıcaklığı değeri

T_{ort} ± 3 °C genelde önceden hesaplanmış olarak hat'tın yapım şartnamelerinde verilmektedir.

12.3.2. Uygun bir gerilim alma işlemi için yapılması gerekenler

a. Raylı sistemlerde Sürekli kaynaklı ray (SKR) için gerilim alma işlemi çok önemlidir. Çalışmalar mutlaka uzman eleman eşliğinde yapılmalıdır. Yeterli özen gösterilmeden ve gerilimi hatalı yapılmış hatlarda, yıllar sonra çerçeve direncinde meydana gelebilecek bozulma ve ani ray sıcaklığı artması ile yanal yol hataları doğmaktadır.

Bu hatalar da hat'ta bir süre trafiğin durmasına ve yüksek zayiatlı tren kazalarına yol açmaktadır (Şekil 12.45).

Şekil 12.45. Gerilimi alınmamış hatlarda bozulma

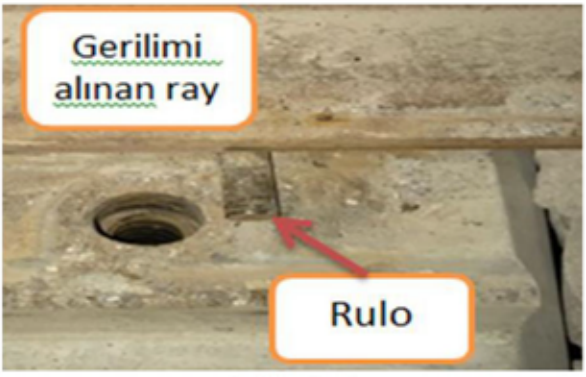
b. Gerilimi alınacak hat'tın mutlaka stabilitesini kazanmış olması gereklidir.

c. Pozu yapılan hat'ta ikinci tabaka balastın dökülmüş ve travers başlarındaki balast banketi projedeki kesitine getirilmiş olmalıdır.

d. Hat'tın en az ikinci burajı ve stabilizasyonu yapılmış olmalıdır. Hat'ta yanal ve düşey olarak 20 mm'den fazla eksiklik kalmamalıdır. Bunu temin edilen buraj makinesi veya hat stabilizasyonundaki ölçü sistemi ile yapılacak kontrolle tespit edebiliriz.

e. Stresi alınacak rayın tam boyu içerisindeki ray travers bağlantıları, tipine uygun sökme aleti ile sökülerek, ray tamamen boşa çıkartılır.

f. Genleşmenin gerçekleşmesi için "rayın sürtünme kuvvetini" yenmesi gerekir. Bunun için ray boyunca 10 - 12 travers aralıkla, rayın altına rulolar konur ve ray'a ahşap veya plastik tokmaklarla aynı aralıklarla sağlı-sollu olarak vurulur (Şekil 12.46).



Şekil 12.46

Şekil 12.47

Şekil 12.48

g. Ray sıcaklığı üç ray termometresi ile ölçülmelidir ve termometreler birbirlerinden aralıklı olarak rayın direkt güneş görmeyen yüzüne gövde kısmına konmalıdır (Şekil 12.47 ve Şekil 12.48).

h. SKR teşkili için yapılacak gerilim alma işlemi başlıca üç şekilde uygulanır:

- Ortalama sıcaklıkta rayların geriliminin alınması,
- Isıtma suretiyle rayların geriliminin alınması,
- Gerdirme suretiyle rayların geriliminin alınması.

Raylar, gerilim alma esnasında, uzamaktadırlar. Bu yüzden gerilim alınırken, sıcaklığın uzamaya etkisi dikkate alınmalıdır. Bu amaçla Çizelge 12.3 kullanılır.

Çizelge 12.3. Gerilimi alınacak ray boylarına göre uzama miktarları

Rayın sıcaklık farkı (°C)	Ray Boyu (m)ve Uzama (mm) Olarak Alınmıştır											
	30	60	90	12	150	180	210	240	270	300	330	360
1	0,3	0,7	1	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	3,8	4,1
2	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3
3	1	2,1	3,1	4,1	5,2	6,2	7,3	8,3	9,3	10,4	11,4	12,4
4	1,4	2,8	4,1	5,5	6,9	8,3	9,7	11	12,4	13,8	15,2	16,6
5	1,7	3,5	5,2	6,9	8,6	10,4	12,1	13,8	15,5	17,3	19	20,7
6	2,1	4,1	6,2	8,3	10,4	12,4	14,5	16,6	18,6	20,7	22,8	24,8
7	2,4	4,8	7,3	9,7	12,1	14,5	16,9	19,3	21,7	24,2	26,6	29
8	2,8	5,5	8,3	11	13,8	16,6	19,3	22,1	24,8	27,6	30,4	33,1
9	3,1	6,2	9,3	12,4	15,5	18,6	21,7	24,8	27,9	31,1	34,2	37,3
10	3,5	6,9	10,4	13,8	17,3	20,7	24,2	27,6	31,1	34,5	38	41,4
11	3,8	7,6	11,4	15,2	19	22,8	26,6	30,4	34,2	38	41,7	45,5
12	4,1	8,3	12,4	16,6	20,7	24,8	29	33,1	37,3	41,4	45,5	49,7
13	4,5	9	13,5	17,9	22,4	26,9	31,4	35,9	40,4	44,9	49,3	53,8
14	4,8	9,7	14,5	19,3	24,2	29	33,8	38,6	43,5	48,3	53,1	58
15	5,2	10,4	15,5	20,7	25,9	31,1	36,2	41,4	46,6	51,8	56,9	62,1
16	5,5	11	16,6	22,1	27,6	33,1	38,6	44,2	49,7	55,2	60,7	66,2
17	5,9	11,8	17,6	23,5	29,3	35,2	41,1	46,9	52,8	58,7	64,5	70,4
18	6,2	12,4	18,6	24,8	31,1	37,3	43,5	49,7	55,9	62,1	68,3	74,5
19	6,6	13,1	19,7	26,2	32,8	39,3	45,9	52,4	59	65,6	72,1	78,7
20	6,9	13,8	20,7	27,6	34,5	41,4	48,3	55,2	62,1	69	75,9	82,8
21	7,2	14,5	21,7	29	36,2	43,5	50,7	58	65,2	72,5	79,7	86,9
22	7,6	15,2	22,8	30,4	38	45,5	53,1	60,7	68,3	75,9	83,5	91,1
23	7,9	15,9	23,8	31,7	39,7	47,6	55,5	63,5	71,4	79,4	87,3	95,2
24	8,3	16,6	24,8	33,1	41,4	49,7	58	66,2	74,5	82,8	91,1	99,4
25	8,6	17,3	25,9	34,5	43,1	51,8	60,4	69	77,6	86,3	94,9	104

12.3.3. Ortalama sıcaklıkta rayların geriliminin alınması

SKR teşkili yapılacak rayın sıcaklığı, doğal ısınma sonucu ortalama sıcaklığa ulaştığı ve çalışma süresince ± 3 ^{o}C aralığında kaldığı zamanlarda yapılır. Eğer bu koşullar sağlanamaz ise, işlem durdurulur.

SKR teşkili için Ortalama sıcaklıkta ray kaynağı yapılırken aşağıdaki işlem sırası takip edilir:

a. Ray uçlarında bulonla veya kör cebire mengenesi ile bağlı cebire sökülür.

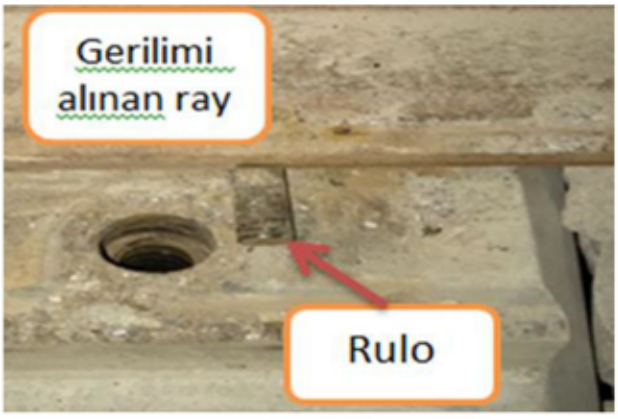
b. SKR teşkil edilecek ray boyunda bulunan bütün traverslerin ray travers bağlantıları tipine uygun ekipmanlar kullanılarak sökülür. Raylar kriko ile kaldırılarak, plastik seletler yerlerinden alınır.

Her 10 traverste bir, rayların altına, hat eksenine dik olarak 20 mm çaplı rulolar yerleştirilir (Şekil 12.50).

c. Kaynaktan başlanarak rayın açık ucuna doğru sağlı, sollu ahşap balyozlar veya vibratörlü tokmakla vurularak, rayların serbest genleşmesi sağlanır (Şekil 12.50).

d. Ray sıcaklık ortalamasının ±3 °C aralığında olduğu kontrol edilir.

e. Ray altı plastik seletler yerlerine konulur, ray altına konulan rulolar alınır ve raylar travers üzerine indirilir.



Şekil 12.49

f. Bu kontrol sırasında en az üç ray termometresi kullanılmalıdır. Çünkü, tek termometre herhangi bir nedenle arızalanmış olabilir. Kaynak ölçümü güvenilir termometre değerlerine göre yapılmalıdır.

g. Madde 10.1. veya 10.2. de belirtilen yöntemlerle Ek kaynağı yapılır.

h. Ray-Travers bağlantı malzemeleri ve plastik seletler yerlerine yerleştirilir ve kaynaktan başlanarak rayın açık ucuna doğru, bağlantıları tipine uygun ekipmanlar kullanılarak bağlanır.

Bağlama işlemleri bağlantı tipine ait ve şartnamede yazılı standartlar göz önüne alınarak yapılır.

i. Bir sonraki gerilim alınmasına ve kaynak işlemine geçilir.

Şekil 12.50

12.3.4. Ray ısıtılarak geriliminin alınması

Isıtılma suretiyle rayların geriliminin alınması ortalamanın altında ve -3 ^{o}C den düşük olduğu hallerde yapılır. Özellikle kurblu hat kesimlerinde gerilim alınırken bu yöntemin seçilmesi uygun olur.

Operasyon basamakları aşağıdaki gibidir:

a. Bulonla bağlı veya kör cebire mengenesi ile bağlı cebire sökülür.

b. SKR teşkil edilecek ray boyunda bulunan bütün traverslerin ray travers bağlantıları, tipine uygun ekipmanlar kullanılarak sökülür.

c. Raylar kriko ile kaldırılarak plastik seletler yerlerinden alınır. Her on traverste bir rayların altına, hat eksenine dik olarak en az 2 cm çapında rulo yerleştirilir.

d. Kaynaktan başlanarak ileriye doğru, raylar hat üzerinde hareket edebilen, homojen bir sıcaklığı elde edebilen ve üzerinde yeterli sayıda üfleç bulunan bir ekipmanla ortalama sıcaklığın ± 3 ^{o}C aralığında bir sıcaklığa ulaşıncaya kadar ısıtılır. Isıtmadaki üfleç adedi, gerilimin alındığı andaki ray sıcaklığına bağlıdır. Sıcaklık ortalama sıcaklığa yakınsa, üfleç adedi azaltılır, ortalama sıcaklığın çok altında ise üfleç adedi çoğaltılır.

Her ısıtma ekipmanında ray termometreleri ile ray sıcaklığı dikkatle ölçülür ve aletin (apareyin) ilerlemesi buna göre yapılır. Ray ısıtma

ekipmanında, ray termometresi ile alınan sıcaklıkları değerlendirerek ilerleyen bir sensör bulunması, çalışmaya kalite ve hız katar (Şekil 12.51 ve Şekil 12.52).

Şekil 12.51

Şekil 12.52

e. Isıtma ekipmanının arkasından raylara sağlı, sollu ahşap balyozlar veya vibratörlü tokmakla vurularak, rayların serbest genleşmesi sağlanır.

f. Isıtma işleminin tamamlanmasından sonra, Isıtma ekipmanları ray üzerinden alınır. Ray altı plastik seletleri yerlerine konulur ve ray altına konulan rulolar alınarak, raylar travers üzerine indirilir.

g. Ray-Travers bağlantı malzemeleri yerlerine yerleştirilir ve ısıtılan bölgeden başlanarak ısıtma apareyinin arkasından, bağlantıları tipine uygun ekipmanlar kullanılarak bağlanır. Bağlama bağlantı tipine ait ve şartnamede yazılı standartlar göz önüne alınarak yapılır

h. Rayların Ek kaynağı Madde 10.1. veya 10.2. de belirtilen yöntemlerle yapılır.

i. Bir sonraki gerilim alınması ve kaynak işlemine geçilir.

12.3.5. Gerdirme suretiyle ray geriliminin alınması

Doğal ısı ve ısıtma yolu ile SKR yapılamadığı durumlarda, ortalama sıcaklık altında bir sıcaklıkta rayların gerdirme sureti ile gerilimleri alınarak hat SKR'li ray haline getirilir. Bu işlem için raylara zarar vermeden 60 ton yük uygulayabilecek mekanik veya hidrolik gerdirme araçları ile yapılır (Şekil 12.53 ve Şekil 12.54).

Şekil 12.53

Şekil 12.54

Gerdirme sureti ile SKR teşkili +5 ^{o}C'den düşük sıcaklıklarda yapılmamalıdır.

a. Gerilim alınarak kaynaklanacak contada, bulonla veya kör cebire mengenesi ile bağlı cebire sökülür.

b. Sökülen contanın her iki yanındaki önceden kaynaklanarak, uzun kaynaklı hale getirilmiş çerçevelerin yarısının ray travers bağlantıları sökülür. Raylar kriko ile kaldırılarak, ray altı seletleri alınır ve her on traverste bir rayların altına, hat eksenine dik olarak en az 2 cm çapında rulo yerleştirilir.

c. Sökülen kısımda ray boyu 60 m'lik kesimlere bölünerek, ray ve travers üzerine karşılıklı olarak işaretlenir.

d. Ray gerdirme aparatı her iki rayın ucuna bağlanır. Rulo üzerindeki raylar hidrolik gerdirme aleti ile çekilerek gerdirilir.

e. Raylara sağlı, sollu ahşap balyozlar veya vibratörlü tokmakla vurularak, rayların serbest genleşmesi sağlanır.

f. Sökülmemiş kısma yakın işaretlenmiş 60 metrede, o anki ray sıcaklığına göre ray uzaması elde edilmiş ise, o bölgenin ruloları alınır, ray altı seletleri yerleştirilir ve bağlantının tipine uygun ekipmanla sıkılır. Diğer 60 metrelerde de aynı işlemler yapılır.

g. Çekme sırasında meydana gelen uzamalar, ray testeresi ile kesilir. Alüminotermit kaynağı yapılacak ise yeterli aralık bırakılır.

h. Makine ile yakma alın kaynağı yapılacak ise makinenin çektirme ve kaynak prosedürüne uyulur.

i. Rayların alın kaynağı Madde 10.1 veya 10.2 de belirtilen yöntemlerle yapılır.

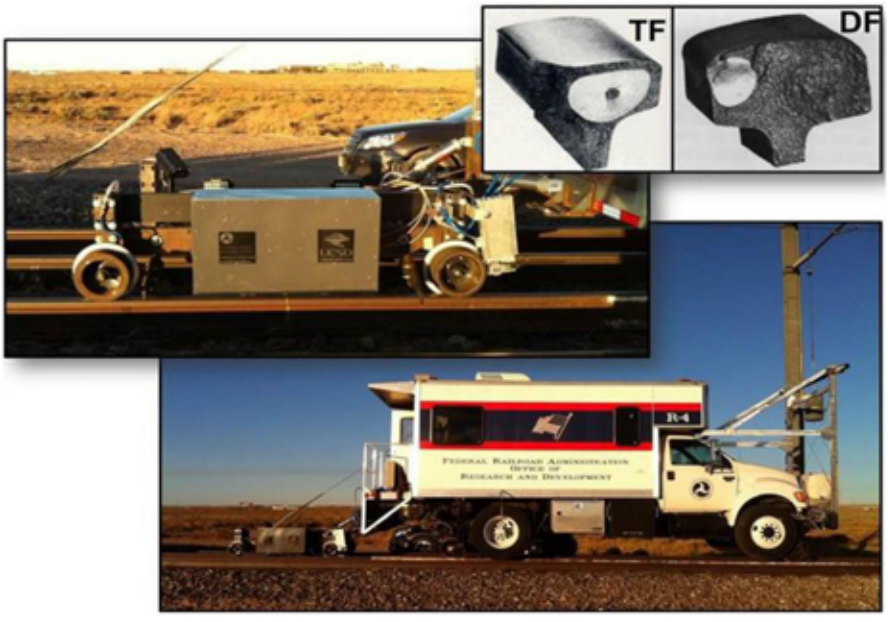
j. Bir sonraki gerilim alınması ve kaynak işlemine geçilir.

BÖLÜM 13

RAYLARIN ULTRASONİK YÖNTEMLE MUAYENESİ (TAHRİBATSIZ MUAYENE - NDT)

Demiryolu rayları işletme altında çeşitli tekerlek yüklerine maruz kalmakta ve tabiat şartlarından da olumsuz etkilenmektedirler. İşletme altındaki raylarda oluşacak bir çatlak zamanında tespit edilemeyince, ray kırılmalarına neden olmaktadır.

Ray kırılmaları da deray (tekerleğin raydan çıkması) olaylarının meydana gelmesine, işletmenin uzun süre aksamasına, can ve mal kayıplarına neden olur. Bu nedenle rayların gerek yapısında bulunan ve gerekse işletme etkisi ile oluşan kritik çatlakların saptanması demiryolu bakım mühendisi için önemli bir sorundur. Konvansiyonel muayene yöntemleri güvenli netice vermemektedir. Bu nedenle raylar yüksek frekanslı ses dalgası kullanarak, tahribatsız muayene yapan (UT) ultrason aletleri ile muayene ve kontrol yapılmaktadır (Şekil 13.1).



Şekil 13.1

13.1. Ultrasonik Muayenenin Uygulanması

Rayların ultrasonik yöntemlerle testi aşağıdaki işlem basamaklarıyla yapılmaktadır:

a. Şekil 13.2'de gösterilen makine ile rayların; mantar, gövde ve taban kısımlarında, ek kaynaklarında ve makaslarda EN 13674-1 de belirtilen esaslarda göre muayene yapılmalıdır.

Şekil 13.2

b. Otomatik ultrason cihazı ile Rayın; Mantar, gövde, cebire delikleri, ek kaynağı noktaları ve makaslarda süreklilikle muayene yapılabilmelidir.

c. Makinenin kalibrasyonu araç her açıldığında arazi ve çevre şartları değişiminde, vardiya değişiminde ve iş bitiminde tekrar yapılmalı ve muayene raporuna eklenmelidir.

d. Muayene duyarlılık kalibrasyonu EN 13674-1 de verilen kriterlere uygun ve buna göre hat'tı muayene edecek yetenekte olmalıdır. Duyarlılık kalibrasyonu ile ilgili teknik veriler detaylı olarak her kalibrasyon sonunda raporlanmalıdır. Duyarlılık kalibrasyonu sistem doğrulaması için çalışma süresi içerisinde her saat başı yapılmalıdır.

e. Yüzeysel ve yüzeye yakın çatlakların girdap akımları (Eddy current) yöntemiyle muayenesinde hat'ta kullanılan ray'da enine ve boyuna istikamette en az 2 mm +/- 0,2 veya daha büyük süreksizlik (hata, kusur) tespit edilebilmelidir

Not: TCDD şartnamelerine göre, Raylara uygulanacak NDT türü muayene Eddy Current (Girdap akımları) yöntemiyle yapılmalıdır.

f. Muayene için seçilen; test frekansı, problar, tasarım ve test hızı bulunması istenilen süreksizlikleri tespit edecek yetenekte olmalıdır.
g. Muayene sırasında muayene aracının sürati +/- % 10'dan fazla değişmemelidir.

13.2. Ultrasonik Test Aletinin Özellikleri

a. Kullanılacak olan manuel ekipman (A tarama) EN 12668-3 standardına uygun olmalıdır.
b. Ultrasonik muayenede kullanılacak problar ve girdap akım sistemleri EN 13860-3'e uygun olmalıdır.
c. Girdap akımlarında kullanılan problar EN 13860-2'ye uygun olmalıdır.
d. Otomatik cihazlarla, manuel cihazlar birbirine uyumlu olmalıdır. Otomatik cihazların ve manuel cihazların muayene raporları aynı özellikte ve birbiri ile uyumlu olmalıdır.
e. Kullanılacak proplar ve adaptörler muayene sistemine uygun ve deney tekrarına imkan verecek nitelikte olmalıdır.
f. Cihazların yıllık bakımı ve kalibrasyonu yapılmış olmalıdır.

13.3. Ultrasonik Muayene Prosedürü

a. Muayene prosedürleri, talimatları ve raporlama formu EN 13674-1'e ve ray kaynağına uygun olmalıdır.
b. Muayene prosedüründe göre verilecek raporda;
- referans dokümanlar,
- muayeneyi yapacak personelin vasfı,
- rayın tanımı ve durumu, muayene bölgesi,
- tarama yüzeyinin hazırlanması, temas sağlama ortamı,
- muayene teçhizatını tanımlanması, çevre şartları, tarama planı,
- muayene işleminin tamamlanması ve sırası, değerlendirme,
- kayıt seviyeleri, kusurların karakterizasyonu ve kabul seviyesi yer almalıdır.

BÖLÜM 14

RAYLARA KORUYUCU TAŞLAMA UYGULAMASI

Rayların yuvarlanma yüzeylerinde imalat hataları ve montaj sırasında çarpmalar sonucu kusurlar meydana gelmektedir (Şekil 14.1). Bu kusurlar işletme sırasında tekerleklerden gelen etkilerle büyüyerek, yüzeyde ondülasyon (dalgalanma) oluşturur. İşletme sırasında ondülasyonlar demiryolu üstyapı bakım mühendisinin en büyük sorununu oluşturmaktadır.

Ondülasyonu önlemek için, yeni döşenmiş hatların işletmeye açılmasından önce rayların yuvarlanma yüzeyleri (Mantar kısmı) kapsamlı bir taşlama makinesi ile taşlanarak düzeltilir.

Bu işleme "koruyucu taşlama" denilmektedir. Koruyucu taşlama yaparak; ray tekerlek ilişkisini iyileştirmiş, ondülasyon başlangıcı olan noktasal hataları gidermiş, rayın ekonomik ömrünü ve hat'ta bakım yapılma süresi uzatmış oluruz (Şekil 14.1 ve Şekil 14.2).

Şekil 14.1

Şekil 14.2

Koruyucu ray taşlamasının EN 13231 standardına uygun olarak yapılması için taşlama makinesi ve işlemine ilişkin teknik bilgiler aşağıdadır.

Şekil 14.3'de taşlama makinesi gösterilmiştir.

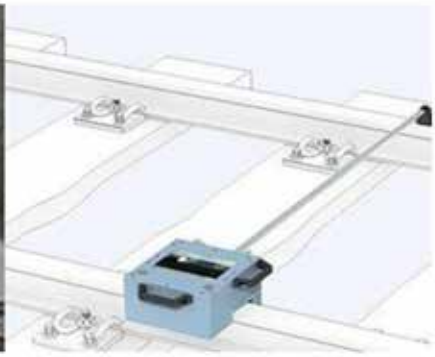
Şekil 14.3

14.1. Taşlama Makinesinin Teknik Özellikleri

Ray taşlaması makinesinde aşağıda sıralanan özellikler bulunmalıdır:

a. Makinede en az 20 taş bulunmalı ve taşlar "dairesel dönme" hareketiyle taşlama yapabilmelidir.
b. Makine kendinden tahrikli, gece ve gündüz başka bir makinaya ihtiyaç olmadan çalışabilecek donanımda olmalıdır.
c. Elektrifikasyonlu hat'larda, katener hat'tının elektriği kesilmeksizin çalışma yapabilmelidir.
d. Makine birden fazla hatlı kesimlerde, diğer hattaki trafiği aksatmadan çalışma yapabilmelidir.
e. Makinede toz (demir tozu ve partikül) toplama ünitesi bulunmalıdır.
f. Makinede yüksek basınçlı su püskürtme sistemi bulunmalı ve bu sistem taşlama öncesi yangına karşı hat'tı ıslak tutmak, taşlama sonrası rayların, travarslerin ve bağlantıları ekipmanlarının üzerinde biriken demir tozlarını temizlemeye uygun ünitesine sahip olmalıdır (Şekil 14.4).
g. Makinede yangın söndürme tertibatı bulunmalı ve yangın sisteminin çalıştığını detaylı bir şekilde gösteren döküman bulunmalıdır.
h. Makinede taşlama sonrası kontroller için, taşınabilir enine profil ölçüm tertibatı bulunmalıdır (Şekil 14.5).

Şekil 14.4



Şekil 14.5

i. Makine ile demiryolu hatlarında bulunan makasların göbek kısmı ve dil başlangıç kısımları hariç, diğer tüm parça ve bölümleri (kontray, ara ray, dil bölümü, yaslanma rayı vb.) de taşlanabilmelidir. Makine ile taşlanamayan dil başlangıcı ve göbek kısımlarının taşlanması el taşlama makinesi ile yapılmalıdır (Şekil 14.6).

Şekil 14.6

14.2. Makine ve Kullanıcısına Ait Belgeler

Raylara taşlama yapacak makineye ve makine operatörüne ait belgeler aşağıda sıralanmıştır.

a. Makinenin çalışma öncesinde kalibrasyonu yapılmış olmalı ve kalibrasyon belgelendirilmelidir.
b. Makineyi kullanacak personelin en az birisi, ray taşlama makinelerinin kullanımında asgari 5 yıl deneyimli olacaktır.

c. Makineyi kullanacak personelin bu iş için gerekli olan yeterliliğe sahip olduğunu gösterir belgeler (sertifika, eğitim, sınav, ehliyet vb.) kontrol edilebilecek şekilde hazır olmalıdır.

14.3. Çalışma Öncesi İş Planı ve Ölçümler

Taşlama işine başlamadan önce işe ait çalışma usulünü, kullanılacak ekipmanı, çalışma yöntemini, ön ölçüm sonuçlarını vs. hususları kapsayan bir plan hazırlanmalıdır.

Daha sonra aşağıdaki işlemler uygulanır:

a. Taşlama yapılacak hat kesiminin tamamında, taşlama işlemine başlanılmadan önce ray yüzey hatalarının ve derinliklerinin tespiti için;
- Ray profili enine ray profil ölçüm aleti ile her 500 m'de bir ve her makasta bir (3 noktadan) ölçüm yapılarak kaydedilmeli,
- Ray yüzeyi uzunlamasına ray profil ölçüm aleti ile taşlama yapılacak hat'tın tamamı ölçülmeli,
- Taşlama yapılacak hat'tın % 100'ünde gözle muayene yapılmalı, tüm ölçümler kayıt altına alınarak, saklanmalıdır.

b. Bu ölçümler sonucunda, hat'tın tamamı için, yapılacak olan talaş kaldırma işleminin; "kaç geçişte" yapılacağı, her geçişte kaldırılacak metal kalınlığı, talaş kaldırma kalınlıklarının değişim bölgeleri ve geçiş rampası uzunluğu ve eğimi, teknik şartnamenin öngördüğü maksimum talaş kaldırma kalınlığından fazla kaldırma gerekli görülen hat kesimleri ve bu hat'lar için çözüm önerilerini içeren çalışma prosedürünü gösterir bir rapor hazırlanmalıdır.

c. Her vardiya (çalışma periyodu) bitiminde aşağıda belirtilen hususları içeren bir "Çalışma Raporu" düzenlenerek taşlama makinesi görevlisi ve kontrol tarafından imzalanmalıdır.
- Tarih,
- Hat kesimi ve km,
- Paso (geçiş) sayısı,
- Taşlama süresi,
- Taşlaması tamamlanan kesim uzunluğu,
- İşe başlama ve bitiş saati,
- Çeşitli hususlar: Öngörülemeyen durumlar, karşılaşılan ray kusurları vs.,

- Ray uzunlamasına profil kaydı,
- Ray en kesit kayıtları ve taşlamadan sonraki pürüzlülük durumu kayıt edilir.

d. Taşlama işlemi bittikten sonra, taşlama yapılan hat'tın tamamı için enine-boyuna sonuç raporu hazırlanmalıdır.

14.4. Taşlama Toleransları

Ray taşlama operasyonunun sağlıklı yapılabilmesi için bazı toleranslar uygulanmakta olup, aşağıda incelenmiştir.

14.4.1. Profilin Boyuna Toleransı

Ray profilinin boyuna toleransı, aşağıdaki Çizelge 14.1'de verilmiştir.

Çizelge 14.1 Ray profili boyuna toleransları

Hız	Dalgalı Saha (Pürüzlü)	Dalgalı Sahanın Lokalize edilmesi	Toleranslar
Bütün Hızlar	10<λ≤30mm	0,15 m	+/- 0,01
	30<λ≤100mm	0,50 m	+/- 0,01
	100<λ≤300mm	1,50 m	+/- 0,03
	300<λ≤1000mm	5,00 m	+/- 0,10

14.4.2. Profilin Enine Çapraz Toleransı

Ray profilinin enine çapraz tolerans değerleri aşağıdaki gibidir:

- Tolerans: + 0,3 mm / - 0,3 mm değerleri arasında olacak,
- Ray kesiti dış tarafta 5° den, ekartman tarafında 65° dereceye kadar kontrol edilecektir.

14.4.3. Talaş Kaldırma

Rayda de-karbonize olmuş üst katmanı yok etmek, ray kaynaklarındaki geometrik hataları gidermek ve ray'da olası ondülasyon hatalarını düzeltmek üzere kaldırılacak metal tabakası kalınlığı 0,3- 0,5 mm arasında olmalıdır.

14.4.4. Maksimum yüzey taşlama genişliği

- 13 mm yarıçaplık alanda 5 mm,
- 80 mm yarıçaplık alanda 7 mm,
- 300 mm yarıçaplık alanda 10 mm olmalıdır.

14.4.5. Maksimum pürüzlülük

- Max. R_a = 0,008 mm (8 mikron)

14.5. Taşlanmış Bölgenin Kontrol Kriterleri

Raylarda taşlama yapılan bölgedeki durum aşağıdaki kriterlerle kontrol edilmektedir.

14.5.1. Ray boy kesitinde

- SW= 30 mm – 300 mm
- LW= 300 mm – 1 m
- SW için ölçek 1 mm/sayfa = 0,01 mm dalga
- LW için ölçek 1 mm/sayfa= 0,1 mm. uzun dalga derinliği

14.5.2. Ray en kesitinde

En kesit Ölçüm Aleti ile her 500 m'de bir (çalışma öncesinde ölçüm yapılan noktalarda) ve her makasta ölçüm yapılarak kaydedilmelidir.

14.5.3. Yüzey koşulları

Hat'tın tamamının gözle muayenesi yapılmalıdır.

14.5.4. Talaş kaldırma

Her 500'm de bir veya her vardiyada bir (hangisi önce gelirse) ve her makasta uygun bir taşınabilir aletle sıyrılan talaş (metal) kalınlığı ölçülmelidir.

14.6. Temizlik

Taşlama işlemi sonrasında oluşan kirlilik hat elemanlarını olumsuz etkileyebilir. Bu yüzden; izole cebireler, makas parçaları ve ray travers bağlantı ekipmanları, su püskürtmek suretiyle metal artıklarından temizlenmelidir.

BÖLÜM 15

HAT'TIN İŞARETLENMESİ

Hat'tın işaretlenmesi işletme sırasında makinistlerin bilgilendirilmesi, yeni döşenen hatların kabulü için gerekli geometrik kontrollerin yapılması, bakım çalışmalarının hat'tın inşa geometrisine uygun olarak yapılabilmesine yönelik olarak yapılır. Yapılacak işaretleme doğal etkilerden etkilenmemeli, gece ve gündüz görünür, okunabilir ve anlaşılabilir olmalıdır.

İşaretlemeler yapılan raylı sistem işletmesi ile yakından alakalı olduğundan, Teknik şartnamede belirtilen özelliklerde ve şekilde yapılmalıdır. Teknik şartnamede bu konuda özel bir bölüm yoksa aşağıda belirtilen kurallar dâhilinde işaretle yapılması gereklidir.

15.1. Hat Bilgilendirme İşaretlerinin Konulması

15.1.1. Kilometrelerin işaretlenmesi

Kilometreleri gösteren işaretler tek hatlı yollarda hat'tın sağ tarafına (kilometre artış istikametine göre), iki veya daha fazla hatlı yollarda hat'tın her iki tarafına ve her iki yönden okunabilir olmalıdır.

Kilometre işaretleri hat kenarına dikilmiş direkler üzerine özel levhalar şeklinde konulabildiği gibi, en yakın katener direği üzerine de konulabilir (Şekil 15.1 ve Şekil 15.2).

Şekil 15.1

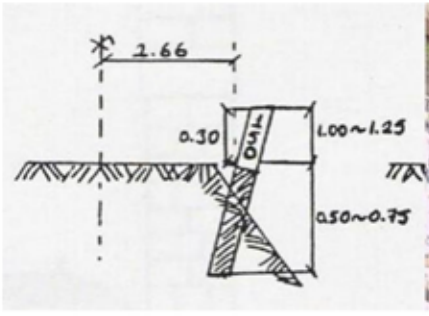
Şekil 15.2

İşaret yazıları Tünel içlerinde, tünel duvarlarına belirlenmiş beyaz bir zemin üzerine yazılabileceği gibi, levha olarak da montajı yapılır.

15.1.2. Hektometre işaretleri

Hektometreleri gösteren işaretler tek hatlı ve çok hatlı yollarda çift rakamlar hat'tın sağ tarafına (kilometre artış istikametine göre), tek rakamlar hat'tın sol tarafın (kilometre artış istikametine göre) konulmalı ve her iki yönden okunabilir olmalıdır.

Hektometre işaretleri platforma eğik olarak çakılan kupon raylar veya beton kazıklara yazılarak konulur (Şekil 15.3 ve Şekil 15.4).



Şekil 15.3

Şekil 15.4

15.1.3. Eğim levhaları

Eğimleri gösteren işaretler tek hatlı yollarda hat'tın sağ tarafına (kilometre artış istikametine göre), iki veya daha fazla hatlı yollarda hat'tın her iki tarafına ve her iki yönden okunabilir olmalıdır.

Eğim işaretleri hat kenarına dikilmiş direkler üzerine özel levhalar şeklinde konulabildiği gibi, en yakın kataner direği üzerine de konulabilir (Şekil 15.5 ve Şekil 15.6).

Şekil 15.5

Şekil 15.6

15.1.4. Hız levhaları

Hat üzerinde izin verilen seyir hızını gösteren levhalar, hat kenarındaki telefon veya kataner direkleri üzerine konulmaktadır (Şekil 15.7).

Şekil 15.7

15.1.5. Kurb yarıçapları

Hat üzerinde bulunan kurbların yarıçaplarını gösteren levhalar, hat kenarındaki telefon veya katener direkleri üzerine yerleştirilir (Şekil 15.8).

Şekil 15.8

15.2. Hat Geometrisi Bilgilerinin İşaretlenmesi

15.2.1. Kurb parabolu (klodoit) başlangıç ve bitişleri

Kurplarda kullanılan Parabol (klodoit) başlangıç ve bitiş noktaları kilometre belirtilerek ray gövdesine yazılır. Parabol (klodoit) boyu ile

dever rampası boyu arasında fark varsa, yapılan dever akordu ile ilgili bilgiler mutlaka el kitabına detaylı şekilde yazılmalıdır.

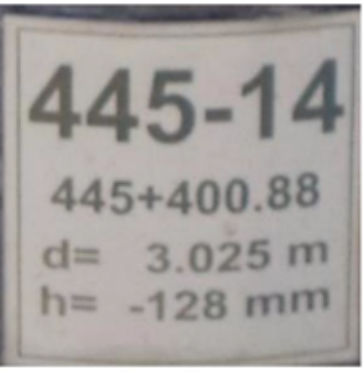
15.2.2. Kurblarda dever miktarları

Dever rampaları ve kurb içinde kullanılan dever miktarı 10 m ara ila deverli rayın gövdesine yağlı boya ile yazılır.

15.2.3. Hat'tın yatay ve düşey değerleri

Hat'tın düşey ve yatay değerleri, kurplarda 10 m doğru yollarda 25 m ara ile hat kenarına konulan beton kazıklara işlenerek veya katener direkleri üzerine kilometre belirtilerek yağlı boya ile işaretlenir (Şekil 15.9 ve Şekil 15.10).

Şekil 15.9



Şekil 15.10

15.2.4. Hat'ta yapılan ray ek kaynaklarının işaretlenmesi

Hat'ta yapılan ray ek kaynaklarının ultrasonik testle kontrolleri yapıldıktan sonra, ray gövdesine özel bir levha konularak işaretlenir (Şekil 15.11).

Şekil 15.11

15.3. Diğer İşaretlemeler

15.3.1. Hemzemin geçitler

Demiryolu ile karayolunun aynı kot'ta kesiştiği noktalara hemzemin geçit denir. Hemzemin geçitlere bulunduğu yer ve karayolu trafiğine yoğunluğuna göre ihbar işaretleri konur. Hemzemin geçitlere karayolunda hareket eden vasıta sürücülerini bilgilendirmek için aşağıdaki işaretlerin konulması gereklidir.

Bütün hemzemin geçitlere:

a. Geçit ihbar işaretleri konulur (Şekil 15.12 ve Şekil 15.13).

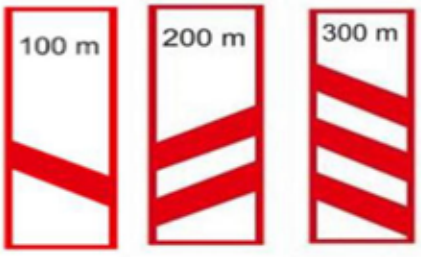
Korumasız Hemzemin geçit

Şekil 15.12

Korumalı Hemzemin geçit

Şekil 15.13

b. Hemzemin geçite yaklaşma mesafe levhası (Şekil 15.14) yerleştirilir.



Şekil 15.14

c. Geçidin başladığı yere de, Hemzemin geçit levhası (Şekil 15.15 ve Şekil 15.16) konulur. Levhalar geçidin; tek veya çift hat'lı olduğunu belirtir.

Tek hatlı hemzemin geçit;

Şekil 15.15

Çok hatlı hemzemin geçit;

Şekil 15.16

15.3.2. Limit taşları

Makaslarla birleşen hatların kesişme noktalarına, istasyon yollarında ve manevra hatlarında hat üzerinde duracak veya bekleyecek bir trenin, yandaki yoldan geçecek trenin geçişine engel olmayacak şekilde durması için gereken yerin belirlenmesi gerekir.

Bu noktaya "limit mesafesi" denir ve resimde görülen şekilde bir "beyaz boyalı taş" konularak, işaretlenir (Şekil 15.17 ve Şekil 15.18).

Şekil 15.17

Şekil 15.18

15.3.3. Makasların numaralanması

Makaslar sinyal sisteme uygun olarak işaretlenir. Bu işaretlemede makas numaraları kilometre istikametine göre yükseltilerek yapılır (Şekil 15.19).

Şekil 15.19

15.3.4. İstasyon isimleri

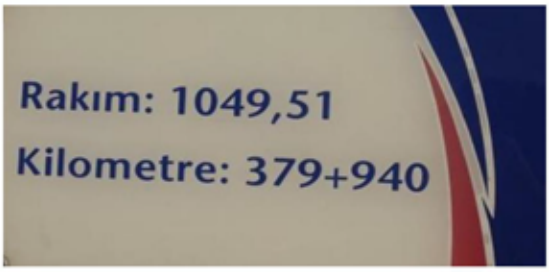
İstasyonların her iki girişine ve istasyon binası üzerine isimlerini gösterir ve tabelalar konularak, işaretlenir (Şekil 15.20 ve Şekil 15.21).

Şekil 15.20

Şekil 15.21

15.3.5. İstasyon kilometresi ve kotu

İstasyon şefinin kapısının üzerine kilometresi ve Kapı eşiğinin deniz seviyesinden yüksekliği yazılır (Şekil 15.22). Örneğin burada gösterilen istasyonunun km bilgisi 379 + 940 şeklindedir.



Şekil 15.22

Levhadaki bilgiye göre bu istasyon, bulunduğu TCDD işletme bölgesi başlangıç istasyonundan 379 km ve 940 m uzaklıkta demektir. İstasyon rakımı da 1.049,51 metredir.

Kilometre değerinin bu kadar hassasiyetle yazılmasının iki temel sebebi vardır:

1) İstasyonlar arası mesafenin tam bilinmesiyle, tren seyir sürelerinin hassas olarak hesaplanması,
2) Hat tamir – bakım işlerinde hesaplama ve para ödeme yapılmasında mali veri olarak kullanma ihtiyacı

İstasyonların deniz seviyesinden yüksekliği belirtilmesi ise, ORER grafiği denilen "hat ve tren seyir bilgilerini" bulunduran grafiklerde veri olarak kullanma ihtiyacından doğmuştur.

Hat'tın geometrisini gösteren bir el kitabı hazırlanmalıdır. Bu el kitabında hat'tın genel geometrik özellikleri, poligon ve nirengi noktalarının koordinatları ve hatta olan mesafe değerleri de yer almalıdır.

BÖLÜM 16

HAT'TIN KONTROLÜ VE MUAYENESİ

Montajı (Pozu) tamamlanan hatlar tren işletmesine açılmadan önce detaylı bir şekilde gözle ve elektronik ölçü aletleri ile ölçülerek kontrol edilir. Ancak bu kontrollerden başarıyla çıkan hat "emniyetli olarak" işletmeye alınabilir.

Not: Uluslararası Demiryolları Birliği (UIC) kriterleri ve Avrupa Normlarına (European Norms) göre, bir demiryolu veya kentsel raylı sistem hat'tının işletmeye açılabilmesi için, yetkili bir kurumun (NoBo) test ve onayından geçmesi ve sertifikalandırılması şarttır.

16.1. Topoğrafik Aletlerle Yapılan Kontrol ve Muayene

Hat ve makasların yerleşimi topografik aletlerle ölçülür, sayısal olarak kaydedilir ve ölçü neticeleri bir kitap haline getirilir. Yapılan diğer işlemler aşağıda sıralanmıştır.

a. Hat ve makasların projesindeki yerlerinde olup olmadığı kontrol edilir.
b. Hat ve makasların eksen ve kot bakımından Teknik Şartnamede verilen toleransları karşılayıp karşılamadığı tespit edilir.
c. Yapım sırasında kullanılan ve bakım süresi içerisinde kullanılacak Poligon ve Nirengi noktaları kontrol edilir.
d. Yapılan ölçü sonucunda projeye göre sapma varsa düzeltilir.
e. Montaj sırasında mücbir sebeplerle (istek dışı ve zorlayıcı etkiler) yapılan proje değişiklikleri de göz önüne alınarak hat ve makasların Ebonit Projesi hazırlanır.

16.2. Gözle Kontrol ve Muayene

Hat ve makaslar üzerinde yaya olarak gezilerek (yaya turnesi) gözle kontrol ve muayene yapılır. TCDD kurallarına göre Yaya Turnesi; hem konvansiyonel demiryolu hatlarında, hem de YHT hatlarında "yol şubesi ekiplerince" uygulanmaktadır.

Şurası unutulmamalıdır ki, hat'ta ait pek çok kusur ve hata gözle kontrol yapılarak, kolay, çabuk ve ucuz bir işlemle bulunabilmektedir. Bu

durum Türkiye gibi deprem kuşağındaki bir ülkede, düşük dereceli depremlerin hat üzerinde yapacağı bozucu etkelerin önceden fark edilmesi açısından da önem taşımaktadır.

16.2.1. Altyapıda kontroller

Demiryolu altyapısında aşağıda sıralanan kontroller yapılmalıdır:

a. Yarma ve İmlalarda (dolgulu bölgeler) akma olup olmadığı, yarma içerisindeki hendeklerin temiz olup olmadığına,
b. Köprü ve viyadüklerde, korkuluk ve yürüme yollarının muntazam olup olamadığına,
c. Tünel içlerinin temiz olup olmadığına, tünel içinde su sızıntısı bulunup bulunmadığına,
d. Menfez ve köprü debuşelerinin temiz olup olmadığına,
e. İhata fenslerinin yeterli ve tamam olup olmadığına kontrol edilir, tespit edilen eksiklikler not edilerek, raporlanır.

Notlar:

1. **Fens;** ingilizce Fence kelimesinden gelmekte olup, tel örgülü bölgedir.
2. **Köprü debuşe'si** köprü altındaki boşluğu, yani su akma alanını tarif eder.

16.2.2. Üstyapıda ve yolda kontroller

Demiryolu üstyapısında aşağıdaki kontroller uygulanır:

a. Balast en kesitinin projesine uygun olup olmadığına,
b. Travers arasındaki balast yüksekliğine, balastın ray ve küçük bağlantı elemanları ile temas edip etmediğine,
c. Ray yuvarlanma yüzeyinde (mantar kısmında) pürüz, çapak, bozukluk ve ondülasyon olup olmadığına,
d. Travers aralıklarının projesine uygun ve traverslerin eker hatalı olup olmadığına,
e. Traverslerde çatlak, hasar ve kırık olup olmadığına,
f. Varsa açık contalarda bulonların tamamının takılı ve sıkılı olup olmadığına,

g. Ray travers bağlantısı tirfonlu ve bulonlu ise, tirfon ve bulonların torkuna uygun sıkılıp takılmadığına, sürerek takmalı bağlantı malzemesi ise klipslerin yerlerine uygun şekilde takılıp takılmadığına,
h. İzole cebirelerin muntazam ve çatlak olup olmadığına,
i. Kont-raylarının projesindeki aralıkta ve doğru şekilde montajının yapılıp yapılmadığına... bakılarak eksik ve hatalar not alınarak raporlanır.

16.2.3. Üstyapıda ve Makaslarda kontroller

Demiryolu üstyapısının makas bölgelerinde aşağıdaki kontroller yapılır:

a. Dilaltı kayma yataklarının düzgün, temiz ve uygun yağla yağlanmış olup olmadığına,
b. Makas dillerinin mekanik ve elle tahrikte her iki istikamette (doğru ve sapan) sorunsuz hareket edip etmediğine,
c. Makas dillerinin her iki istikamette yaslanma rayına iyi yaslanıp yaslanmadığına,
d. Açık dil ile yaslanma rayı arasındaki boşluğun projesine uygun olup olmadığına,
e. Sabit göbeklerde göbek ucunda herhangi bir çapak, zedelenme ve aşınma olup olmadığına, Kont-ray aralıklarının projesine uygun olup olmadığına,
f. Oynar göbeklerde göbek ucunun mekanik ve elle tahrikte her iki istikamette (doğru ve sapan yol) sorunsuz hareket edip etmediğine, göbek ucu kayma yatağının temiz ve uygun yağla yağlanıp yağlanmadığına, göbek ucunda herhangi bir çapak, zedelenme ve aşınma olup olmadığına... bakılarak eksik ve hatalar not alınarak raporlanır.

16.3. Hat'tın Yol Ölçme Makinesi ile Ölçülmesi

Demiryolu üstyapısı geometrik yönden aşağıdaki parametreler esas alınarak, küçük veya kapsamlı büyük hat ölçüm makinesi ile ölçülür.

16.3.1. Ölçü parametreleri

Demiryolu hat'tının ölçülmesinde aşağıdaki parametreler dikkate alınır:

a. **Ekartman (Hat açıklığı):** Her iki rayın iç yanaklarından ve ray üstünden 14 mm aşağıdan ölçülen mesafedir. TCDD'nin kullandığı ekartmanın nominal ölçüsü 1.435 mm'dir.
b. **Dever:** Kurblarda merkezkaç kuvvetin karşılanmasını sağlamak için dış ray'a, iç ray'a göre uygulanan yükseklik farkıdır. Bu ölçüm sırasında, Dever rampası eğimleri de incelenmelidir.
c. **Doğrultu:** Hat'tın her iki rayında uzunlamasına doğrultuda oluşacak bozukluklarıdır.
d. **Nivelman:** Hat'tın her iki rayında uzunlama profilde oluşacak kot değerleri farklılıklarıdır.
e. **Burulma:** Ray üzerinde hareket eden araçlara ait bojinin (bogie, bogey, drehgstell) veya dingilin tekerlekleri aynı düzlemde olmalıdır. Dever, nivelman ve travers altında oluşan boşluklar nedeni ile boji seyir düzleminde hata doğar ve taşıtın seyir kalitesi kötüleşir.

16.3.2. Hat'tın ön ölçümü

Hat önce "Krap tipi" küçük bir makine ile ölçülür. Ölçüm sonucunda çıkacak bozukluklar düzeltildikten sonra, kapsamlı ölçü yapan büyük yol geometrisi ölçüm makinesi ile ölçülür (Şekil 16.1).

16.3.3. Hat ölçme makinesi ile hat'tın ölçülmesi

Demiryolu hat'tının makine yardımıyla ölçümünde aşağıdaki esaslar geçerlidir:

a. Makine kendinden tahrikli olmalı veya bir lokomotifle çekilir olmalı ve makine gece - gündüz ölçüm yapabilmelidir.
b. Makine katenerli ve üçüncü enerji raylı hatlarda ölçüm yapabilmelidir.
c. Hat ölçme makinesi, çok hatlı yollarda çalışırken, diğer hatlardaki trafiği etkilememelidir.
d. Yol ölçme makinesi 100 km/saat süratle ölçüm yapabilmelidir.
e. Makine ölçüm sırasında tespit ettiği kilometreler için, ölçüm sırasında veya sonradan düzeltme yapılabilmelidir. Hat'tın gerçek kilometresi ile ölçüm sırasında araç tarafından belirlenen kilometrenin eşleşmesi sağlanmalı, ölçülen kilometre ile gerçek kilometre arasındaki fark 1 m'yi geçmemelidir.

Şekil 16.1. Krap makinesi ile hat ölçümü

f. Köprü, tünel ve makaslar ve bu gibi yapılar için işaretlemeler ölçüm sırasında veya sonrasında yapılabilmeli, veya yerleri değiştirilebilmelidir.

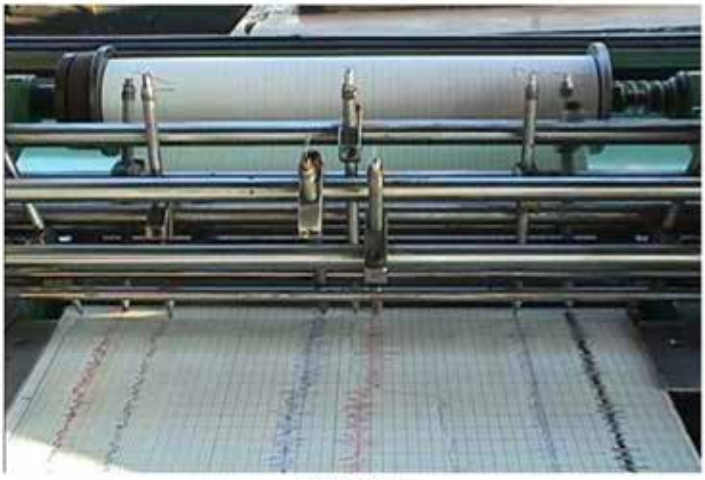
g. Araç üzerindeki bilgisayar sistemi hat'ta ait orijinal verileri dijital olarak depolayabilmeli, depolanan bilgiler araç üzerindeki bilgisayardan veya bürodaki farklı bir PC bilgisayar sisteminde değerlendirilebilmelidir.

Şekil 16.2'de Hat ölçüm treni gösterilmiştir.

Şekil 16.2. Hat ölçüm treni

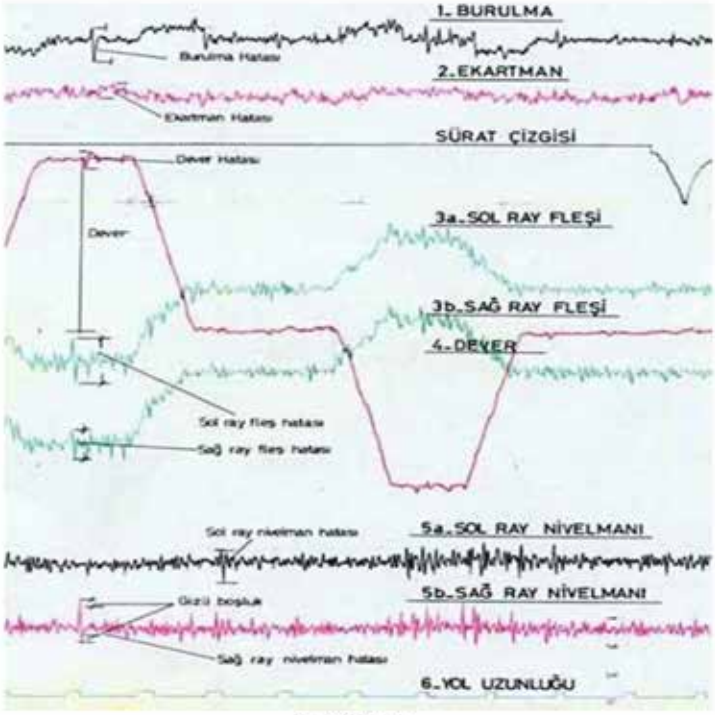
h. Ölçüm sonucu alınacak grafikte;
- Kilometrik yer ölçümü, kilometre ve hektometre işaretleri,

- Ölçüm hızı,
- Köprü, tünel, makaslar vb. yapıların işaretlenmesi,
- Sağ ve sol rayın uzunlama istikamette kot farklılığı,
- Sağ ve sol rayın uzunlama istikamette fleşi,
- Hat açıklığının (Ekartman) 1.435 mm'den farkı,
- Dever ve Burulma...değerleri gösterilmelidir (Şekil 16.3).



Şekil 16.3

i. Ölçüm parametrelerinin grafik kaydı, gidilen mesafeye orantılı ve aracın seyir yönünden bağımsız olmalıdır (Şekil 16.4).



Şekil 16.4

Baskı alınırken limit değerler değişebilir olmalı ve istendiğinde birden fazla limit çizgisi konulabilmelidir.

j. Ölçme sırasında hat'tın genel durumu ve çevresini gösterecek video kaydı yapılmasında fayda vardır.

16.3.4. Yeni hatlarda hat yapım toleransları

Yeni inşa edilen demiryolu hat'larında bazı toleranslar uygulanmaktadır. Bu toleranslar aşağıdaki Çizelge 16.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 16.1. Yeni hatlarda hat yapım toleransları

Kabul Parametreleri	Kabul toleransları
EKARTMAN - mm (Proje değerleri/Ölçülen değerler) Standart sapma 1 m de mm.	± 2 1
DEVER - mm (Proje değerleri/Ölçülen değerler) Standart sapma 10 m de mm.	± 2 2
DOĞRULTU - mm (Proje değerleri/Ölçülen değerler) Standart sapma 10 m de mm.	± 3 1
NİVELMAN - mm (Proje değerleri/Ölçülen değerler) Standart sapma 10 m de mm.	±2 1
BURULMA - mm 3 m.lik ölçme boyunda hesaplanmış eğim	2 %0,1

KAYNAKÇA

1. KUMBASAR, F., "Üstyapı ve Demiryolu Mekaniği", Güney Matbaacılık Sanayii, Ankara, 1972.
2. ERYATAGAN, M. Ali ve ÇİLLİER, M., (çeviren), "SNCF Güney-Batı Lesyonu Yol ve binalar dairesi - Kısım Şefi yetiştirme okulu - Yol ve bakım işleri cari hat bakımı, Nisan 1962", TCDD matbaası, İzmir, 1973.
3. EVREN, G., "Demiryollarında kurblara ilişkin sorular ve çözüm önerileri", İTÜ yayını, İstanbul, 1979.
4. ÖZTÜRK. Z. ve ARLI, V., "Demiryol mühendisliği'', Metro İstanbul yayını, İstanbul, 2009.
5. ÖZTÜRK. Z. ve ARLI, V., "Demiryollarında Gürültü ve Titreşim Sorunları'', İstanbul, 2010.
6. LICHTBERGER, B., "Demiryolu Cep Kitabı'', BAYKAL, N. (çeviren), Eurail Press yayını, İstanbul, 2011.
7. PROFILLIDIS, V. A., "Demiryolu Mühendisliği'', ARLI, V., (çeviren), İstanbul Ulaşım AŞ yayını, İstanbul, 2002.

8. GÜNORAL, Ş., "Ray Ek Kaynağı İle Ray Makasların Uzun Kaynaklı Hale Getirilmesi Bakım ve Arızaların Islahı" TCDD Meslek içi eğitim ders notu, Ankara, 1991.
9. GÜNORAL, Ş., "Üst Yapı Bakımı" TCDD Meslek İçi Eğitim Ders Notu, Ankara, 1992.
10. GÜNORAL, Ş., ''Balastlı Üstyapılarda Yol Bakım ve Tamiri'', II. Baskı, Karabük Üniversitesi Yayını No: 19, Karabük, 2018.
11. GÜNORAL, Ş., ''Demiryolu Makasları'', II. Baskı, İstanbul Ulaşım AŞ yayını, İstanbul, 2013.
12. GÜNORAL, Ş., "Makineli Yol Bakımı" TCDD meslek içi eğitim ders notu, Ankara, 1993.
13. Anonim, TCDD Yol Dairesi Başkanlığı'nın Üst yapı ile ilgili emir, Talimat ve Şartnameleri.

ŞEHZAT GÜNORAL

Bir demiryolcu çocuğu olan Şehzat GÜNORAL, 1942 yılında Erzurum'da doğdu. İlk ve Ortaokulu Kars ve İstanbul'da okudu 1958 yılında girdiği TCDD Meslek okulundan 1961 yılında mezun oldu.

Aynı yıl TCCD 1. Bölge Başmüdürlüğünde sürveyan olarak göreve başladı. Daha sonra sırası ile Haydarpaşa ve Gebze'de Kısım Şefliği, Lüleburgaz, Sirkeci ve Haydarpaşa'da Şube Şefliği, Haydarpaşa 1 Bölge Müdürlüğünde Yol kontrolörlüğü ve Başkontrollüğü yaptı. Bu görevleri sırasında görevine ek olarak aplikasyon ekip şefliği, poz ekip şefliği, poz şefliği ve poz amirliği görevlerini yürüttü. Yıldız Meslek Yüksek Okulunda iki yıl Yol Bakımı ve Poz derslerinde öğretim görevlisi, sekiz yıl Haydarpaşa, Adapazarı, Ankara Eğitim Merkezlerinde meslek içi eğitim çerçevesinde, Aplikasyon, Demiryolu makasları, Poz, Demiryolu üst yapı bakımı, demiryolunda deray olayları ve nedenleri konularında öğretmenlik yaptı.

1994 Yılında, 33,5 yıllık demiryolculuk yaşamını noktalayarak, emekli oldu. Aynı yıl İstanbul Ulaşım A.Ş.' ye girdi. Kurumda Hat Bakım Şefliğini kurdu ve 4 yıl Hat Bakım Şefi olarak çalıştı. Sirkeci – Zeytinburnu Tramvay hat'tının yenilenmesini yaptı. Taksim - 4 Levent Metro inşaatında danışman olarak çalıştı, 2002 yılında Ulaşım A.Ş. den ayrıldı.

Aynı yıl UZKA A.Ş. ye danışman olarak girdi. Adana Metrosu hat ve makaslarının montajında, İstanbul Metrosu Otogar - İkitelli - Olimpiyat Stadyumu hat ve makaslarının montajında, Kadıköy - Kartal metrosu hat ve makaslarının montajında, İnönü - Eskişehir - Hasanbey Hızlı Tren hat'tı ve makaslarının montajında, Bursa Hafif raylı sistemin ilave inşaatı hat ve makaslarının montajında, Ereğli ve İskenderun Demir çelik fabrikalarında yeni yapılan yüksek fırın hat ve makaslarını montajında Teknik danışman olarak görev yaptı.

Halen Marmaray İnşaatı CR3 Projesinde Müşavir firma Avrasya Consult'de demiryolu üstyapı teknik danışmanlığı yapmaktadır.

Yazarın; "Demiryolu Makasları" ve "Balastlı Üst Yapılarda Yol Tamir ve Bakımı" adlı iki kitabı vardır. **Demiryolu Makasları** isimli kitabının, birinci baskısı 2000 yılında ve ikinci baskısı 2013 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım AŞ tarafından yayınlanmıştır. **Balastlı Üst Yapılarda Yol Tamir ve Bakımı** isimli kitabının birinci baskısı 2002 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım AŞ. tarafından, İkinci baskısı da 2018 yılında Karabük Üniversitesince yayınlanmıştır.

Çeşitli dergilerde demiryolu ile ilgili makaleleri yayınlanmıştır.

TÜRKİYE'DE VE DÜNYA'DA RAKAMLARLA DEMİRYOLU

I. TCDD ŞEBEKESİ

Konvansiyonel hat (km)	Konvansiyonel hat (km)	Yüksek Hızlı Tren hattı - YHT (km)
Demiryolu hattı toplamı (km)	11.668	1.241 (+ 129 km hızlı tren hattı)

Elektrikli hat (km)	Sinyalli hat (km)	Devam eden yatırımlar
6.233	72.035	Elektrikli hat 841 km ve Sinyalli hat 221 km

İnşa edilen hatlar

Aksaray - Ulukışla, Selçuk-Ortaklar, Ödemiş - Kiraz, Bahçe - Nurdağı (tünel), Afyonkarahisar - Konya

Yüksek Hızlı Tren hattı yatırımları

1. Polatlı-Afyonkarahisar-Uşak-Manisa-İzmir: 624 km, 3 saat 30 dk.
2. Ankara-Kırıkkale-Yozgat-Sivas: 405 km, 2 saat
3. Halkalı – Kapıkule: 229 km, 2 saat 30 dk.
4. Osmaneli-Yenişehir-Bursa-Bandırma: 201 km, Seyahat süresi: Bursa-Ankara ve Bursa-İstanbul: 2 saat 15 dk.

(Ocak 2023'te TCDD web sayfasından alınmıştır.)

II. TÜRKİYE'DE LOJİSTİK MERKEZLER

TCDD ve AYGM demiryolu taşımacılığını yaygınlaştırmak için Lojistik köyler kurmaktadır. Bu tesisler sayesinde, karayolu - demiryolu arasında yük aktarması, yükleme-boşaltma, depolama, gümrükleme ve elleçleme türü hizmetler şehir trafiğinden korunarak, hızlı şekilde yapılacaktır.

İşletmeye Açılan Merkezler

Lojistik Merkez	Açılış Tarihi
Samsun (Gelemen)	2007
İzmit (Köseköy)	2010
Uşak	2012
İstanbul (Halkalı)	2013
Eskişehir (Hasanbey)	2014
Balıkesir (Gökköy)	2014
Denizli (Kaklık)	2014
Türkoğlu	2017
Erzurum (Palandöken)	2018
Mersin (Yenice)	2018
Konya (Kayacık)	2018
Kars	2022

İnşa ve Proje Aşamasındaki Merkezler

Lojistik Merkez	Açılış Tarihi
İzmir (Kemalpaşa)	İnşa halinde
Kayseri (Boğazköprü)	İnşa halinde
Sivas	İnşa halinde
İyidere (Rize)	İnşa halinde
Bilecik (Bozüyük)	Etüt ve Proje aşamasında
Çerkezköy	Etüt ve Proje aşamasında
Yeşilbayır (İstanbul Avrupa yakası)	Etüt ve Proje aşamasında
Çandarlı (İzmir)	Etüt ve Proje aşamasında
Filyos (Zonguldak)	Etüt ve Proje aşamasında
Mardin	Etüt ve Proje aşamasında
Habur	Etüt ve Proje aşamasında

Proje ve ihaleler TCDD veya AYGM tarafından yapılmaktadır.

(Ocak 2023'te TCDD web sayfasından alınmıştır.)