

**TCDD'DE YOL ÜST YAPI BAKIM ONARIM
ÇALIŞMALARININ
ETKİN VE EKONOMİK HALE GETİRİLMESİ**

TC. YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜH. HALUK TUNA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Müh. Haluk TUNA

(501940211011)

101065

101065

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17 Ocak 2000

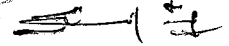
Tezin Savunulduğu Tarih : 2 Şubat 2000

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İnal SEÇKİN

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Oral TUMAY

Yrd. Doç. Dr. Nevzat ERSELCAN



ŞUBAT 2000

ÖNSÖZ

TCDD'nin maliyet olarak gözüken en büyük kalemlerinden biri üstyapı bakım onarım ve yenileme maliyetleridir. Bu maliyetlerin neredeyse tamamı sübvansiyonlarla karşılanmaktadır. Bu yüzden bu konuda yapılacak bir düzenleme yeniden yapılanmanın en büyük adımlarından biri olacaktır. Fakat unutmamalı ki, bu konu TCDD'nin sorunlarından yalnızca birisidir. Yapılacak bu çalışmayı destekleyici diğer adımlar ve yeni bir organizasyon TCDD için şart olmuştur.

Bu çalışmanın amacı TCDD'deki yol üst yapısı çalışmalarında karşılaşılan sorunların ne olduğunu ortaya koymak ve bunların çözümü için önerilerde bulunmaktır.

Çalışmanın yürütülmesi ve yönlendirilmesindeki değerli katkıları sebebiyle Sayın Hocam Prof. Dr. İnal SEÇKİN'e şükranlarımı arz ederim.

Çalışmanın çeşitli safhalarında karşılaştığım problemlerde yardımcı olan İTÜ İnşaat Mühendisliği Ulaştırma Bölümü Anadalındaki tüm öğretim görevlileri ve asistanlara teşekkür ederim.

Ayrıca çalışma sırasında TCDD'nin çalışmaları ve durumu hakkında bana bilgi verebilmek için adeta yarışan TCDD Haydarpaşa 1. Bölge Yol Dairesi ve Genel Müdürlük Yol Dairesi Personeline teşekkürleri bir borç biliyor ve çalışma hayatlarında başarılar diliyorum.

Şubat 2000

Haluk TUNA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	ii
SEMBOL LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	viii
KISALTMALAR	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 ÇALIŞMANIN AMAÇ VE KAPSAMI	1
2. DEMİRYOLLARI ÜST YAPISI BAKIMI VE BAKIM MALİYETLERİ	3
2.1 GİRİŞ	3
2.2 DEMİRYOLU HATTI ÜST YAPISI	3
2.2.1 Hat malzemesi	4
2.2.1.1 Ray	4
2.2.1.2 Traversler	5
2.2.1.3 Küçük yol malzemesi	5
2.2.1.4 Balast	6
2.2.2 Hat geometrisi	7
2.2.3 Makaslar	10
2.3 HATTA ETKİYEN KUVVETLER SONUCUNDA ÜST YAPIDA MEYDANA GELEN DEFORMASYONLAR.	11
2.3.1 Üst yapı malzemesinde oluşan deformasyonlar	12
2.3.1.1 Ray	12
2.3.1.2 Traversler	12
2.3.1.3 Küçük yol malzemesi	12
2.3.1.4 Balast	13
2.3.2 Üst yapı geometrisinde oluşan deformasyonlar	13
2.3.2.1 Boyuna kusurlar	13
2.3.2.2 Enine kusurlar	13

2.3.2.3 Yatay kusurlar	14
2.3.2.4 Hat açıklığı (ekartman) kusurları	14
2.3.2.5 Burulma	14
2.4 YOL UST YAPI BAKIMI	15
2.4.1 Malzeme değiştirilmesi	15
2.4.2 Küçük yol malzemesinin bakımı	15
2.4.3 Geometrik bakım	15
2.4.4 Makasların bakımı	15
2.4.5 Kaynak ve taşlama	16
2.4.6 Diğer işler	16
2.5 YOL BAKIM MALİYETLERİ	16
2.5.1 Yol bakım maliyetlerinin özellikleri	17
2.5.2 Yol bakım maliyetlerinin düşürülmesi için yapılacaklar	21
3 - TCDD'DE ÜST YAPI BAKIM VE ONARIMI	22
3.1 GİRİŞ	22
3.2 TCDD ŞEBEKESİ VE BÖLGELERİ	23
3.3 TCDD'DE KULLANILAN MALZEMELER VE MEVCUT DURUM NEDİR?	23
3.4 TCDD'DE YOL BAKIMININ KAPSAMI NEDİR?	25
3.4.1 Malzeme değiştirilmesi	26
3.4.2 Küçük yol malzemesi bakımı	26
3.4.3 Geometrik bakım	27
3.4.4 Ray kaynağı	27
3.4.5 Makaslarla ilgili işler	28
3.4.6 Diğer işler	28
3.5 BAKIM KARARLARI NASIL VERİLMEKTEDİR?	29
3.5.1 Organizasyon ve sorumluluk alanları	29
3.5.2 TCDD'de bakım için karar vermede kullanılan hat standartları	30
3.5.3 Düzensizlikler tespit edildiği anda yapılacak bakım için karar verme	33
3.5.4 6 aylık dönem için bakım kararları	33
3.5.5 1 yıllık dönem için bakım kararları	34
3.6 BAKIM İÇİN KULLANILAN KAYNAK VE YÖNTEMLER	36
3.7 BAKIM NE KADAR MALİYETLE YAPILMAKTADIR?	38
3.8 YAPILAN İŞİN TEKNİK KONTROLU NASILDIR?	39
3.9 YAPILAN BAKIMIN PERFORMANSI NASIL KONTROL EDİLMEKTEDİR?	39
3.10 MALİYET ARTIRICI ETKENLER NELERDİR?	40
3.10.1 Geometrik bakım ve balastla ilgili işlerde tam mekanizasyona geçilmemesi	40
3.10.2 İş makinelerinin kapasitesinde çalıştırılmaması	41
3.10.3 Kullanılan el aletlerinin teknolojik yetersizliği	42
3.10.4 Yapılan işin kontrol metodları	42
3.10.5 Yapılan işlerde uzmanlaşmış gruplar bulunmaması	42
3.10.6 TCDD'nin yollarının geometrik özellikleri	42

4. TCDD'DE ETKİN VE EKONOMİK YOL BAKIMI İÇİN YENİ SİSTEM	43
4.1 GİRİŞ	43
4.2 İŞ GELİŞTİRME PROGRAMLARI VE YENİ TEKNOLOJİ EL ALETLERİ KULLANIMI İLE BİRİM SÜRELERİN DÜŞÜRÜLMESİ	45
4.3 İŞ MAKİNELERİNİN BİRİM MALİYETLERİNİN DÜŞÜRÜLMESİ	48
4.4 TAM MEKANİZASYONA GEÇİŞ	50
4.5 YAPILAN DEĞİŞİKLİKLER İLE ORTAYA ÇIKAN DURUM	55
4.6 TCDD İÇİN YENİ BAKIM PLANLAMASI	56
4.6.1 Servis süresi maliyetleri	58
4.6.2 Şebeke ile ilgili veri tabanı hazırlanması	60
4.6.3 Bakım kararları nasıl verilecektir?	65
4.6.3.1 Geometrik bakım	65
4.6.3.2 Ray değiştirilmesi ve taşıma programı	66
4.6.3.3 Balast elenmesi ve eklenmesi	67
4.6.3.4 Diğer değiştirme programları	68
4.6.4 Teknik kontrol nasıl yapılacaktır?	68
4.6.5 Performans kontrolü nasıl yapılacaktır?	68
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA KONULARI	71
5.1 SONUÇLAR	71
5.2 SİSTEMİN UYGULANABİLİRLİĞİ, SORUNLAR VE ÖNERİLER	72
KAYNAKLAR	74
EKLER	76
ÖZGEÇMİŞ	83

EFFECTIVE AND ECONOMIC RAILWAY MAINTENANCE FOR TCDD

SUMMARY

After the renew of track superstructure, track geometry and consisting material deteriorate with acumulated tonage. If the defects value exceed the limit values, following risks and conditions exist;

- Accident risk,
- Uncomfortable passenger and freight transportation,
- Decrease of track capacity, low speed and low tonage than determined speed and tonage,

For this reason, railway companies have to make track maintenance.

Track maintenance costs is a big costs for all railway companies. For this reason last 10 years, a lot of railway companies apply the research and development studies for the reduction of maintenace costs.

This situation is the biggest problem for TCDD. For the reduce of maintenace costs, firstly we must investigate TCDD condition;

- Unit labor cost most expensive than mechanical equipment unit cost for geometrical track maintenance,
- Mechanical equipment can't use therotical capacity, because of the lack of the drenage system and bad ballast bed condition,
- Crew still use primitive hand tools,
- There is no planning adding to ballast. For this reason ballast loadin and unloading was got make the labour force,
- Maintenance planning and management is not enough for using effective resource,
- There is no cost system to under control the costs,
- There is no control and quality system that making work. For this reason maintenance period lower than determined maintenance period.

The new system is advised at this study. But firstly TCDD must solve drenage problems, clean the all ballast bed and set up the database system to collect data for all TCCD's track sections.

Following section is the comparison between the TCDD existing system and advised system;

- Geometrical maintenace carry on labor force and machinery at existing system. New system advised that all geometrical maintenance carry on machinery system,
- Geometrical maintenance get make private sector at new system,
- New invetstments will apply for control and audit system,

- Number of labor will decrease, and distribute to new groups (For example; rail replacement group, travers group...) at new system,
- Crews will use new technology mechanical hand tools,
- New maintenance system will use resource most effective than existing system. Because system has got all data of track and has got a chance to statistical analyses, quarry, trend analyses and classification,
- Audit and control system will apply very firmly. And if the maintenance standarts is not exist, this maintenace will make again,
- Evaluation of system carry on physical and economical for a year at existing system. New system advised that evaluation will carry on using life cycle costs,
- New system can maintenace the TCDD's tracks 25% cheaper than existing system,
- Maintenance period longer than existing system because new system advised that audit and control system. In this way maintenance costs are getting decrease.



SEMBOL LİSTESİ

a_0	:	Artış oranları modelindeki sabit
a_1	:	Artış faktörü
D	:	1 yıl boyunca hattan geçen tonaj
d	:	Dever (mm)
e	:	Tanımlanan bir iş için iş gücü birim maliyeti
f	:	Fleş (mm)
i	:	Tanımlanan bir işin birim (standart) maliyeti
l	:	Fleş ipinin uzunluğu
K	:	Servis süresinin hesaplanmasında kullanılan bir katsayı
L	:	Servis süresi boyunca hattan geçecek tonaj miktarı
l_d	:	Burulma
$m_e (T)$	:	Hattan T tonajı geçtiğinde meydana gelecek çökme miktarı
mak	:	Tanımlanan bir iş için makine birim maliyeti
mal	:	Tanımlanan bir iş için malzeme birim maliyeti
R	:	Yarıçap
T	:	Trafik yüklemesi (Tonaj)
Tr	:	Kritik tonaj (2.000.000 ton)
v	:	Hız
W	:	Rayın pound cinsinden 1 metresinin ağırlığı

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 Hattın Kesiti Ve Üstten Görünüşü	4
Şekil 2.2 Rayın Bölümleri	5
Şekil 2.3 Hat Açıklığı İle İlgili Tanımlar	8
Şekil 2.4 Bir Kurpta İp İle Fleş Ölçümünün Yapılışı	10
Şekil 2.5 Düşey Kurp	10
Şekil 2.6 Basit Sağ Makas	11
Şekil 2.7 Boyuna Kusurlar	13
Şekil 2.8 Enine Kusurlar	13
Şekil 2.9 Yatay Kusurlar	14
Şekil 2.10 Burulma	14
Şekil 2.11 Hattan Geçen Tonaj İle Maliyet Arasındaki İlişki	18
Şekil 4.1 Buraj Makinelerinin Verimli Kullanımı İle 1 m'lik Yolun Buraj Maliyetinin Değişimi	53
Şekil 4.2 Balast Eleme Makinelerinin Verimli Kullanımı İle 1 m'lik Yolun Balast Eleme Maliyetinin Değişimi	54
Şekil 4.3 Hat Kesimlerinin Kodlandırılması	60
Şekil 4.4 Çerçeve ve Çerçevede Bulunan Malzemenin Kodlandırılması	62

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1 TCDD’de Bölgelere Göre Hat Uzunluklarının Dağılımı	23
Tablo 3.2 49.050 kg/m Ray, Beton Travers Ve K Tipi Bağlantı İçin 1 km’de Bulunan Malzeme Miktarı	24
Tablo 3.3 TCDD’de Kullanılan Ray Tiplerinin Kilometre Cinsinden Kullanılma Miktarları	24
Tablo 3.4 TCDD’de Kullanılan Travers Tiplerinin Kilometre Cinsinden Kullanılma Miktarları	25
Tablo 3.5 TCDD’de Mevcut Durumda Eğimler	25
Tablo 3.6 TCDD’de Bulunan Kurplar Ve Yarıçapları	25
Tablo 3.7 Şube, Kısım Ve Takım Sayıları	30
Tablo 3.8 TCDD’de Üstyapı Geometrik Standartları	32
Tablo 3.9 TCDD’de Bulunan Rayların Yaşları	35
Tablo 3.10 TCDD’de Bulunan A Grubu (Daimi) Ve B Grubu (Geçici) İşçilerin Sayıları	37
Tablo 3.11 TCDD’de Bulunan İş Makinelerinin Sayıları	37
Tablo 4.1 200 m’lik Hat Kesimleri İçin Dosyalanacak Veriler	63
Tablo 4.2 Denetim Sırasında Kontrol Edilecek Kriterler	69

KISALTMALAR

TCDD	; Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları.
UIC	; ‘International Union of Railway’, Uluslararası Demiryol Birliği.
AREA	; ‘American Railroad and Environmental Association’, Amerika Demiryol ve Çevre Kurumu.
ERRI	; ‘European Rail Research Institute’, Avrupa Demiryolu Araştırma Enstitüsü.
RTRI	; ‘Railway Technical Research Institute’, Demiryolu Teknik Araştırma Enstitüsü.



ÖZET

Yenilenen bir yol üst yapısı işletmeye açıldıktan sonra, üzerinden geçen tonajla deformasyona uğramaya başlar. Eğer deformasyon miktarı ve kusurlar belirli limitleri aşarsa aşağıdaki risk ve durumlar ortaya çıkar;

- Kaza riski,
- Konforsuz yolculuk veya yük taşınması,
- Hat kapasitesinin düşmesi, yani belirlenen hız ve tonaj altındaki taşımacılık.

Bu nedenlerden dolayı, demiryolu şirketleri yol bakımı yapmak zorundadırlar.

Yol bakım giderleri tüm demiryolu şirketleri için büyük giderler olup, son 10 yıl içinde tüm ülke demiryolları bu giderlerin hızla artışı engellemek ve yol bakım birim maliyetlerini düşürebilmek için yeni düzenlemeler ve araştırmalar yapmaktadırlar.

Bu durum TCDD’inde büyük sorunlarından birisidir. Artan yol bakım maliyetlerinin düşürülmesi için TCDD’deki mevcut sistemi sorgulamak gerekmektedir.

- Geometrik bakım iş gücü birim maliyeti, birim makine maliyetinin çok üstündedir.
- İş makineleri kapasitesinde kullanılamamaktadır. Bunun nedeni drenaj sistemlerinin yetersizliği ve balast tabakasının kötü durumda olmasıdır.
- Elle yapılan işlerde hala ilkel el aletleri kullanılmaktadır.
- Balast ilavesi plansız yapıldığı için, balast yükleme boşaltma işleri iş gücü ile yapılmakta ve bu maliyetlerin artmasına neden olmaktadır.
- Bakım planlaması kaynakların etkin kullanılması için yetersizdir.
- Maliyetlerin kontrolünü sağlayacak bir maliyet muhasebe sistemi yoktur.
- Yapılan işlerin kalitesi kontrol edilmemektedir. Bu yüzden tam olmayan işler sonucunda hat kısa sürede bakıma tekrar ihtiyaç duymaktadır.

Bu çalışmada bu gereklilikleri sağlayacak yeni bir sistem önerilmiştir. Fakat TCDD bu sistemi uygulamadan önce hatların drenaj problemlerini çözmeli, balast yataklarını temizlemeli ve hat hakkında veri toplanması için bir veri sistemi kurmalıdır.

Bu önerilen sistemin TCDD’nin mevcut sistemi ile karşılaştırılması aşağıdadır;

- Mevcut sistemde geometrik bakım, balast eleme ve balast yükleme boşaltma işleri iş gücü ve iş makineleri ile yapılmaktadır. Yeni sistemde ise bu işler sadece iş trenleri ve iş makineleri ile yapılmaktadır.
- Yeni sistemde geometrik bakım ve balast eleme işlerinin özel sektöre yaptırılması önerilmiştir.
- Yeni sistemde yapılan ekipman ve bilgi sistemleri yatırımlarının tümünün denetime ayrılması önerilmiştir.
- Yeni sistemde yol bakım grupları takımların görevleri basit işlerle sınırlandırılmış olup, ray grupları, travers grupları ve küçük malzeme grupları kurulmuştur. Eleman sayısı da azaltılmıştır.

- Yeni sistemde ekiplerin yeni teknoloji maknik el bakım cihazlarını kullanması önerilmiştir.
- Bakım planlaması kaynakların daha uygun kullanımını sağlayacak şekilde yapılacaktır. Bakım gereken yerlerde öncelik sırası belirlemek için kriterler konulacak ve kaynaklar bu sıraya göre kullanılacaktır.
- Yapılan işlerin denetimini ve kalitesini kontrole yönelik çalışmalar yapılacaktır. Yapılan iş tam olmadığı sürece bitmiş sayılmayacaktır.
- Yapılan iş mevcut sistemde senelik bazda fiziki ve mali olarak değerlendirilmektedir. Yeni sistemde bunlara ilave olarak servis süresi boyunca mali ve fiziki değerlendirme yapılacaktır.
- Yeni sistem, mevcut sisteme göre %25 oranında daha ekonomiktir.
- Yapılan işlerin tam ve eksiksiz olduğunun kontrolü yapılacağı için bakım periyotları mevcut sistemdekinden daha aralıklı olacaktır. Bu, belirlenen gider dönemi içinde yapılacak iş miktarının az olması, dolayısıyla maliyetlerinde azalması anlamına gelmektedir. Ayrıca hattın kalitesi ve denetimler artacağından, yol nedeni ile olacak kaza ve deraymanların sayısı azalacaktır.



SUMMARY

After the renew of track superstructure, track geometry and consisting material deteriorate with acumulated tonage. If the defects value exceed the limit values, following risks and conditions exist;

- Accident risk,
- Uncomfortable passenger and freight transportation,
- Decrease of track capacity, low speed and low tonage than determined speed and tonage,

For this reason, railway companies have to make track maintenance.

Track maintenance costs is a big costs for all railway companies. For this reason last 10 years, a lot of railway companies apply the research and development studies for the reduction of maintenace costs.

This situation is the biggest problem for TCDD. For the reduce of maintenace costs, firstly we must investigate TCDD condition;

- Unit labor cost most expensive than mechanical equipment unit cost for geometrical track maintenance,
- Mechanical equipment can't use therotical capacity, because of the lack of the drenage system and bad ballast bed condition,
- Crew still use primitive hand tools,
- There is no planning adding to ballast. For this reason ballast loadin and unloading was got make the labour force,
- Maintenance planning and management is not enough for using effective resource,
- There is no cost system to under control the costs,
- There is no control and quality system that making work. For this reason maintenance period lower than determined maintenance period.

The new system is advised at this study. But firstly TCDD must solve drenage problems, clean the all ballast bed and set up the database system to collect data for all TCCD's track sections.

Following section is the comparison between the TCDD existing system and advised system;

- Geometrical maintenace carry on labor force and machinery at existing system. New system advised that all geometrical maintenance carry on machinery system,
- Geometrical maintenance get make private sector at new system,
- New invetstments will apply for control and audit system,
- Number of labor will decrease, and distribute to new groups (For example; rail replacement group, travers group...) at new system,
- Crews will use new technology mechanical hand tools,
- New maintenance system will use resource most effective than existing system. Because system has got all data of track and has got a chance to statistical analyses, quarry, trend analyses and classification,

- Audit and control system will apply very firmly. And if the maintenance standards is not exist, this maintenance will make again,
- Evaluation of system carry on physical and economical for a year at existing system. New system advised that evaluation will carry on using life cycle costs,
- New system can maintenance the TCDD's tracks 25% cheaper than existing system,
- Maintenance period longer than existing system because new system advised that audit and control system. In this way maintenance costs are getting decrease.



1. GİRİŞ

1.1 ÇALIŞMANIN AMAÇ VE KAPSAMI

Demiryolları yapı olarak iki ana kısımdan oluşmaktadır.

- Altyapı,
- Üstyapı.

Demiryolu altyapısı deyince aklımıza alt temel dolgu tabakası, eğimler, hendekler, drenaj, istinat duvarları, köprü ve benzeri sanat yapıları gelmelidir.

Üstyapı ise ray, travers, rayın ray ile ve rayın travers ile bağlantısını sağlayan küçük bağlantı malzemeleri, balast ve makaslardan oluşur.

Demiryolu projelendirilirken bu iki ana kısım hattın beklenen hız, tonaj ve dingil basıncı esas olmak üzere projelendirilir. Bu iki ana kısımda, hat işletilmeye başladıktan sonra deformasyonlar oluşmaya başlar. Bu deformasyonlar hatta seyir eden trenleri iki yönden etkilemektedir;

- Güvenlik yönünden,
- Konfor yönünden.

Bu nedenlerden dolayı hattın özelliklerinin belirli limitleri aşmaması istenmektedir ve bu değerlere standartlar ismini vermekteyiz. Standartların sürekli sağlanabilmesi için yol bakım ve onarım çalışmaları yapılması kaçınılmazdır.

Bakım ve onarım çalışmalarında güvenlik ve konfor temel prensiptir. Fakat bu çalışmalar yapılırken kaynaklar sonsuz değildir. Yani hattın her noktasında sürekli çalışma yapılamaz. Bu nedenle bakım ve onarım çalışmalarının ekonomik olması şartta aranmaktadır. Ekonomikliğin sağlanması için yapılan çalışmanın etkili olması gerekir. Yani hattın bakım ve onarımı yapılırken yapılan çalışma tam, eksiksiz ve planlanan sürede olmalı ve çalışma yapılan yer standartlarını uzun süre (en azından umulan süre kadar) korumalıdır.

Yol üstyapısı bakımı toplam demiryolu ağı harcamalarının büyük bir yüzdesini oluşturur. Bu arada hattın gerekli olan standartlarına bakım ile geri döndürülebilmesi için ekonomik ve teknik yönden mutlaka optimum bir yöntem vardır.

Mevcut bir sistemde yapılan yol bakım onarım çalışmalarının ömrü kısa oluyorsa ve hat kısa sürede standartlarından uzaklaşıyorsa çalışmanın etkinliği ve ekonomikliğinden bahsedemeyiz. Bu nedenle bu konuda çok geniş bir çalışma yapmak, problemleri ortaya koymak ve çözümler üretmek gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı da TCDD’de (Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları) yapılan yol üstyapı bakım onarım çalışmalarının incelenmesi, problemlerin ortaya konulması, güvenlik ve konfor esas olmak üzere, etkinlik ve ekonomiklik sağlanmaya çalışılarak çözümlerin üretilmesidir.

Bu çalışmada öncelikle demiryolu üst yapı bakımının ne olduğu anlatılmış ve bakım maliyetlerinin nasıl bir maliyet olduğu ortaya konmuştur.

Daha sonra üçüncü bölümde TCDD’nin mevcut şebekesi, hatla ilgili mevcut durum, bakım planlama sistemi, kullanılan yol üst yapı malzemesi, kaynaklar, el ekipmanları, iş makineleri ve bakım maliyetlerine yer verilmiştir. Burada ele alınan konular sistemin aksayan yönlerini ortaya koymakta ve hazırlanacak yeni bir sistem için yol gösterici nitelik taşımaktadır.

Dördüncü bölümde TCDD’de mevcut aksaklıkları yok edecek, kaynakların uygun kullanımını, yapılan işin etkili yapılmasını ve maliyetlerin mevcut maliyetlerden daha aşağıda olmasını sağlayacak bir çok öneride bulunulmuştur.

Çalışmanın sonunda ise yapılan çalışmanın sonuçları ve sistemin uygulanabilmesi için gerekenler hakkında öneriler ortaya konulmuştur.

2. DEMİRYOLU ÜST YAPISI BAKIMI VE BAKIM MALİYETLERİ

2.1 GİRİŞ

Demiryolu hattı üstyapısı, hat işletmeye açıldıktan sonra deformasyonlara uğrar. Bu deformasyonların, hatta seyreden trenleri konfor ve kaza emniyeti açısından etkilememesi için bazı limitleri aşmaması istenir. Bu nedenle de hattın proje standartlarına getirilebilmesi için bakım yapılır.

Bakım çalışmaları anlatılmadan önce üstyapının ne olduğunu anlatmak gerekir. Sonrasında üstyapı bileşenlerinde oluşan deformasyonlar ve bunlarla ilgili bakımın nasıl yapıldığı anlatılacaktır. En sonda ise yapılan demiryolu hattı üst yapı bakımının ne tür maliyetler oluşturulduğundan bahsedilecektir.

2.2 DEMİRYOLU HATTI ÜSTYAPISI

Demiryolu hattı basit olarak ray ve traversler tarafından çerçevelendirilmiş ve balast tarafından desteklenmiştir. Çerçeveler hattın en küçük birimi olup ardarda gelmeleri ile hat güzergahını oluşturular. Hat güzergahı coğrafi nedenlerden dolayı (Dağlar, nehirler...) aynı doğrultuda ve aynı eğimde olamaz. Bu durumda eğriler ve eğimler gerekecektir. Böylelikle hattın tanımlanmasına geometrik özellikler dahil edilecektir. Son olarakta bir trenin bir hattan diğerine geçmesi veya yönünün değiştirilmesi için gereken hat elemanına da makas denilmektedir. Makaslar da hatla ilgili bir birimdir ve hattın tanımlanmasına dahil edilir.

Bu durumda hattı açıklarken üç ana konudan bahsetmemiz gerekecektir. Bunlar;

- Malzeme (En küçük birim olan bir çerçevede bulunması gereken malzemeler),
- Geometri,
- Makaslar.

Şimdi bunları sırası ile inceleyelim.

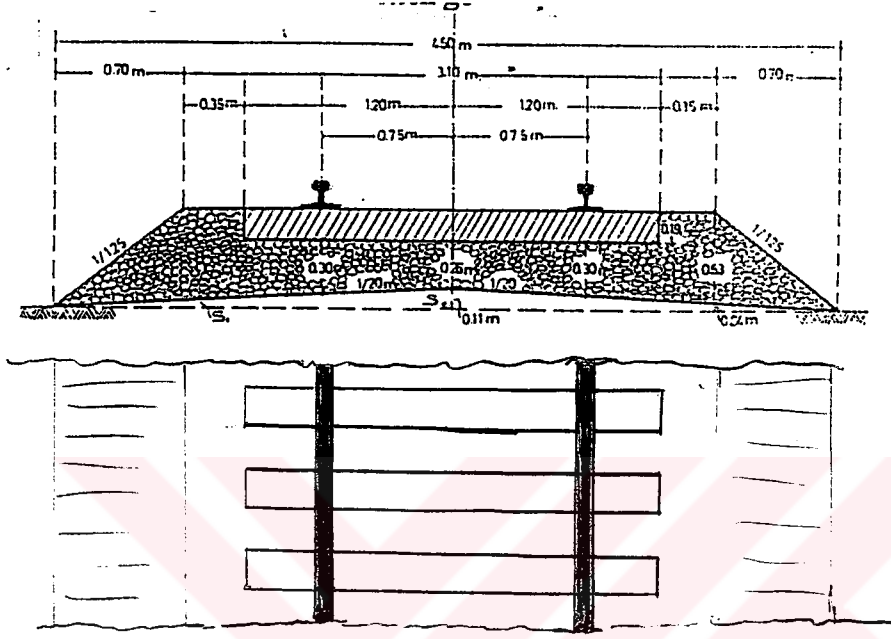
2.2.1 Hat malzemesi

Birim çerçevede bulunan hat malzemesini şöyle sınıflandırabiliriz;

- Ray,

- Traversler,
- Küçük yol malzemesi;
 - Rayın traversle bağlantısı için,
 - Rayın rayla bağlantısı için,
- Balast.

Bununla ilgili kesit ve üstten görünüş Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1 Hattın kesit ve üstten görünüşü.

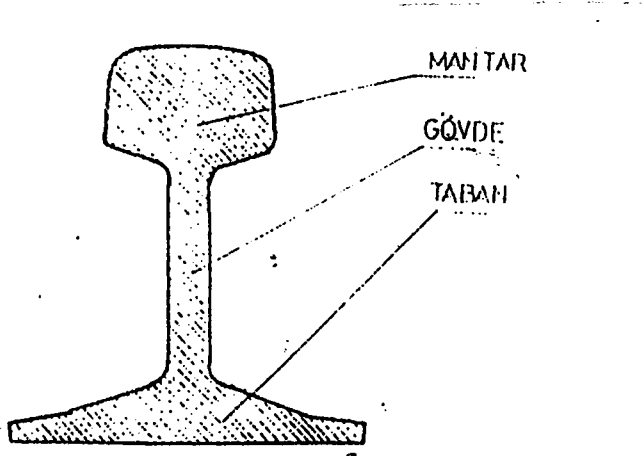
2.2.1.1 Ray

Ray hattın en önemli bileşenidir ve aşağıdaki fonksiyonlara sahiptir;

- Teker yüklerini alarak düzenli bir şekilde traverse iletir,
- Tekere yatay yönde kılavuzluk eder. Demiryolu taşıtlarında direksiyon yoktur ve taşıt hattı takip eder,
- Ray elektrikli hatlarda devrenin bir elemanı olarak görev yapar,
- Pürüzsüz hareket yüzeyi sağlar, hızlanma ve frenlem ivmelerinin düzgün dağılmasını sağlar.

Ray aşınmayacak kadar sert fakat kırılmayacak kadar esnek bir yapıda olmalıdır. Bu tabiki zor bir şarttır ve imal edilmesi için bir çok alaşım ve uygun miktarlar gerekmektedir.

Ray Şekil 2.2’de görüldüğü gibi mantar, gövde, taban olmak üzere 3 bölümden oluşur;



Şekil 2.2 Rayın bölümleri.

2.2.1.2 Traversler

Raydan gelen yükleri daha geniş bir yüzeye yayarak balasta ileten, yolun açıklığını saptayıp koruyan ve yolu yan etkilere karşı ekseninde tutan, rayın altına döşenmiş yol üst yapı malzemesine travers denir. Travers çeşitleri;

- Ahşap traversler,
- Demir traversler,
- Beton traversler.

Bu çeşitlerin birbirlerine göre avantajları ve dezavantajları olmasına rağmen günümüzde en çok kullanılan travers donatılı beton traverslerdir. Beton traverslerin diğerlerine göre avantajları şöyledir;

- Ömrü diğerlerine göre daha uzundur,
- Hat açıklığını iyi korur,
- Gürültüsüz yolculuk sağlar,
- Nemden etkilenmez,
- Elektrik akımını çok az geçirir,
- Dış etkilere ve ateşe karşı dayanıklıdır,
- Ağırlığı sebebi ile çağın gereği yüksek hız ve ağır yük taşınması ancak beton traversle mümkün olmaktadır.

2.2.1.3 Küçük yol malzemesi

Küçük yol malzemeleri rayın rayla ve rayın traversle bağlantısını sağlamak için kullanılır.

Rayın traversle bağlantısı için kullanılan küçük yol malzemeleri şunlardır;

- Tirfon,
- Ergo,
- Krapo,
- Çift katlı ve tek katlı rondela,
- Selet.

Bunların çeşitleri değişik bağlantı türlerinin artmasıyla çoğalmıştır. Ayrıca bu bağlantı malzemelerinin de ağırlıklarına ve şekillerine göre bir çok çeşidi bulunmaktadır.

Rayların birbirine bağlandığı noktaya conta adı verilir. Contalar yolun en zayıf ve en çabuk bozulan kısımlarıdır. Contalarda bağlantı iki şekilde sağlanır;

- Cebire ile,
- Kaynak ile.

Cebireli bağlantıda rayın iki yanına cebire denilen iki levha konulur. Bunlar ray gövdelerindeki yuvalarına bulonlanırlar. Cebireler 4 veya 6 delikli olarak kullanılırlar.

Cebireli bağlantı trenlerin seyri esnasında gürültüye ve sarsıntılı yolculuğa sebep olurlar. Vuruntular nedeniyle ray başları ezilir. Rayları birbirine bağlayan küçük yol malzemelerinin gevşemesine ve arızalanmasına sebep olur. İşte tüm bu nedenlerden dolayı conta sayısının azaltılması amacı ile rayların birbirleri ile kaynaklanması çözümü ortaya çıkmıştır.

2.2.1.4 Balast

Platformun üzerine düzgün bir şekilde yayılan, traverslerin aralarını dolduran ve traverse yataklık eden, sert ve sağlam taşlardan 30 – 60 mm ebatında kırılmış, keskin köşeli ve keskin kenarlı kübik şekilli malzemeye balast adı verilir.

Balastın görevleri şunlardır;

- Traversten gelen yükleri, platform üzerinde daha geniş alana homojen olarak yayar,
- Traverslere yataklık eder ve yerinde tutar,
- Yolun esnekliğini sağlar,
- Yolu ekseninde tutar,
- Yolu ottan korur,

- Yağmur sularını süzerek dışarı atar, platformu çamurdan korur,
- Platformu dona karşı korur,
- Traversin toprakla ilişkisini önleyerek çürümekten korur.

2.2.2 Hat geometrisi

Demiryolu geometrisini incelerken temel olarak üç kavramdan bahsetmek gerekecektir. Bunlar;

- Hat açıklığı,
- Yatay kurplar (Eğriler),
- Düşey kurplar (Eğimler).

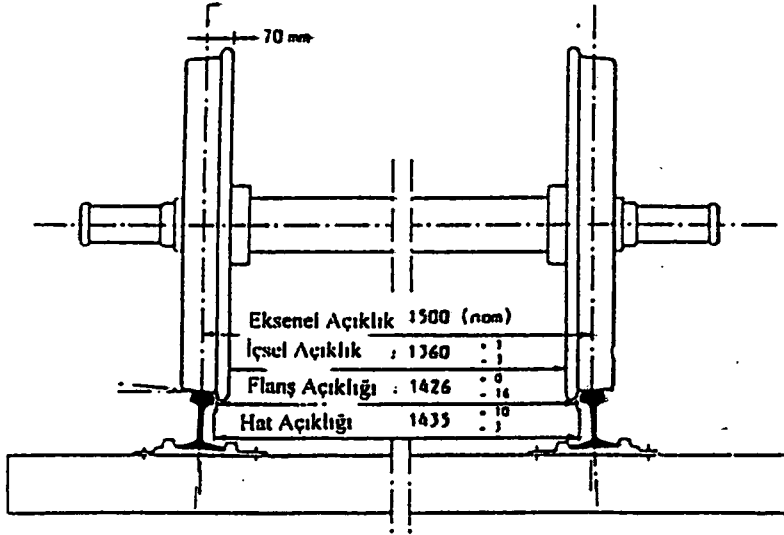
Bunları şimdi sırası ile inceleyelim.

2.2.2.1 Hat açıklığı

Genelde hat açıklığı terimi 2 ray arasındaki mesafenin ölçüsü olarak kullanılır. Bir diğer adı da **EKARTMAN**'dır.

Hat açıklığı ray başlarının iç kısmından ve ray yüzeyinin 14 mm altından alınan ölçüdür. Hat açıklığı ile ilgili 4 tanımlama mevcuttur (Şekil 2.3). Bunlar;

- **Eksenel Açıklık;** Tekerlek eksenleri arası olup ölçüsü 1500 mm'dir. Hesaplamalarda çok büyük önem taşır. Hat açıklığı tanımında verilen ölçü ile karıştırılmamalıdır.
- **Flanş Açıklığı;** Tekerlekler tam merkezdeyken ray yüzeyinin 10 mm altında standart hat 1426 mm'dir. Bu değer 1410 mm'den az olamaz ve 1426 mm'yi aşamaz.
- **İçsel Açıklık;** Tekerleklerin iç kısımlarındaki mesafe olarak tanımlanır ve standart olarak 1360 mm'dir. Bu değer 1357 mm'den az olamaz ve 1363 mm'yi geçemez.
- **Hat Açıklığı;** Yukarıda yaptığımız tanımlama ile standart hat açıklığı 1435 mm olup, güvenli seyrüsefer açısından 1432 mm'den az olamaz ve 1445 mm'den fazla olamaz. Bu hat açıklığı ölçüsünden daha fazla olacak fark miktarına **SÜREKARTMAN** denir ve bu açıklık fazlası düşey kurplardaki ray dizileri arasında uygulanır. Nedeni ise yatay kurplardan geçen vagonların, sabit olan dingil enine ölçülerinden dolayı, kasılma tesirini yok etmektir.



Şekil 2.3 Hat açıklığı ile ilgili tanımlar.

2.2.2.2 Yatay kurplar

Demiryolu hattı doğru parçaları ve bunları birbirine bağlayan eğrilerden oluşmaktadır. Doğru parçalarına **ALİYMAN**, eğri parçalarına ise **YATAY KURP** ismi verilmektedir. Doğru yolların yapılması kolay olup bu kısımlar düşük hat direnimine sahiptirler.

Bu çalışmada yatay kurplara doğrudan **KURP** ismini vereceğiz. Düşey kurplar ise **RAMPA** olarak adlandırılacaktır.

Kurplar özel hat kesimleri olup direnimleri yüksektir. Tanımlanırken yarıçapı R değeri ile gösterilirler. Bunun yanında Dünya ülkeleri tarafından belirlenmiş bir tanımlama yöntemi vardır. Buna **EĞRİLİK** adı verilir ve K ile gösterilir. K değeri $1/R$ olup, aslında yine yarıçapın tanımlanması anlamına gelmektedir.

Eğer kurp yapılması kaçınılmaz ise aşağıdaki yöntemlerden biri uygulanmalıdır;

- Mümkün olan en büyük kurp yarıçapını kullanmak,
- Hız kısıtlamaları yapmak. Bu çekici bir yöntem değildir. Çünkü yolculuk süresi artar ve bunun sonucunda da hat kapasitesi düşer.
- Eğer uygun geniş kurp yarıçapını topoğrafik ve ekonomik nedenlerle bulmak mümkün olmazsa, küçük yarıçaplı kurplarda merkezkaç kuvvetinin doğurduğu sakıncaları ortadan kaldırmak için dış ray dizisi iç raya göre

yükseltilir. Kurplarda dış ray dizisine iç ray dizisine göre verilen yükseklik fazlasına **DEVER** denir ve **d** ile gösterilir.

Dever formülü hız ve yarıçapa bağlı olarak aşağıdaki gibidir;

$$d = \frac{11,8v^2}{R} [mm]$$

Kurplarda deverin tümü kurbun başladığı ilk noktadan itibaren verilse idi, bu iki nokta arasında seviye farkı olacaktı. Buna çözüm olarak kurp ve alıymanın **BİRLEŞTİRME EĞRİSİ** ile bağlanıp, gerekli olan deverin de birleştirme eğrisinin başında 0 olmak üzere birleştirme eğrisi boyunca kurba kadar artırılıp kurpta verilmesi sağlanmıştır. Deverin kurba varmadan başladığı ve artarak en son değerine ulaştığı kısma **DEVER RAMPASI** diyoruz. Bu rampa 0 deverden başlayarak en son ulaşacağı değere tek bir eğimle bağlanır.

Birleştirme eğrisi olarak genelde **KLOTOİD** ve **KÜBİK PARABOL** kullanılır.

Doğru yolda hatta meydana gelen eksenal kaçıklıkları gözle görmek mümkün olabilir. Fakat kurplarda çok büyük eksen kaçıklıkları meydana gelmemişse bunu gözle görmek mümkün değildir. Bu yüzden hatta bu kaçıklıkları kolayca ölçebilmek için bir yöntem geliştirilmiştir. Bunun adına **FLEŞ METODU** diyoruz.

Matematiksel olarak, bir dairede yayın ortası ile yayı birleştiren kiriş orta noktasındaki mesafeye **FLEŞ** denir. Bu değer kiriş boyu değişmedikçe aynı yarıçaplı dairede değişmez. Bu temel teoriden yola çıkılarak, belirli uzunlukta olan bir ip, bir kurpta teğetler çekersek arada kalan fleş miktarı bize daire yayının uygunluğunu gösterecektir. Yarıçapı belirli bir kurbun fleşi aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$f = \frac{l^2}{8R}$$

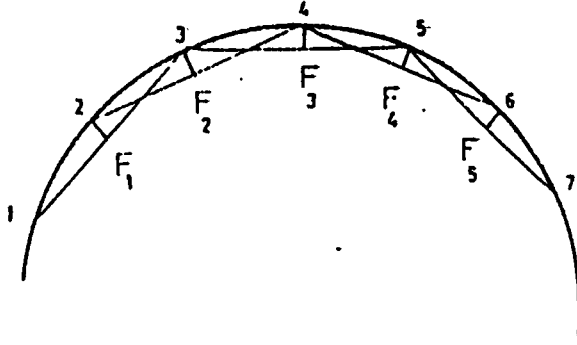
Burada;

f ; fleş,

l ; fleş ipinin boyu,

R ; kurbun yarıçapıdır.

Bir kurpta ip ile fleş ölçümünün nasıl yapıldığı Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



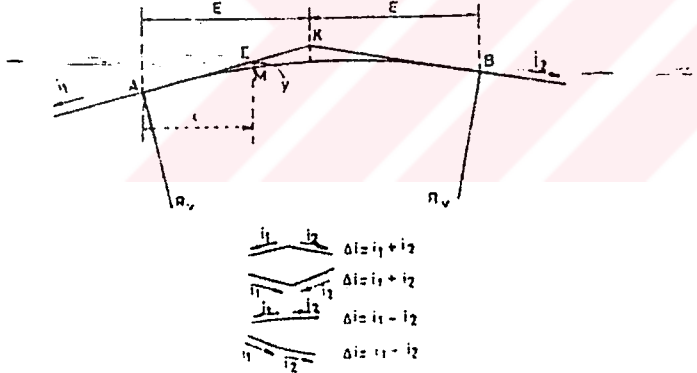
Şekil 2.4 Bir kurpta ip ile fleş ölçümünün yapılışı.

2.2.2.3 Düşey kurplar

Boyuna kesitte iki farklı eğimi R_v yarıçapındaki bir daire yayı ile birleştirmek gerekir. Bu daire yayına **DÜŞEY KURP** veya **RAMPA** ismini vermekteyiz.

İki farklı eğimin toplamı veya farkı %0.25'ten küçük ise düşey kurp uygulaması yapılmaz.

Şekil 2.5'te düşey kurbun şekli verilmiş ve farklı durumlar için eğimler farkının nasıl hesaplanacağı gösterilmiştir. Burada Δi eğimler farkını göstermektedir.



Şekil 2.5 Düşey kurp.

2.2.3 Makaslar

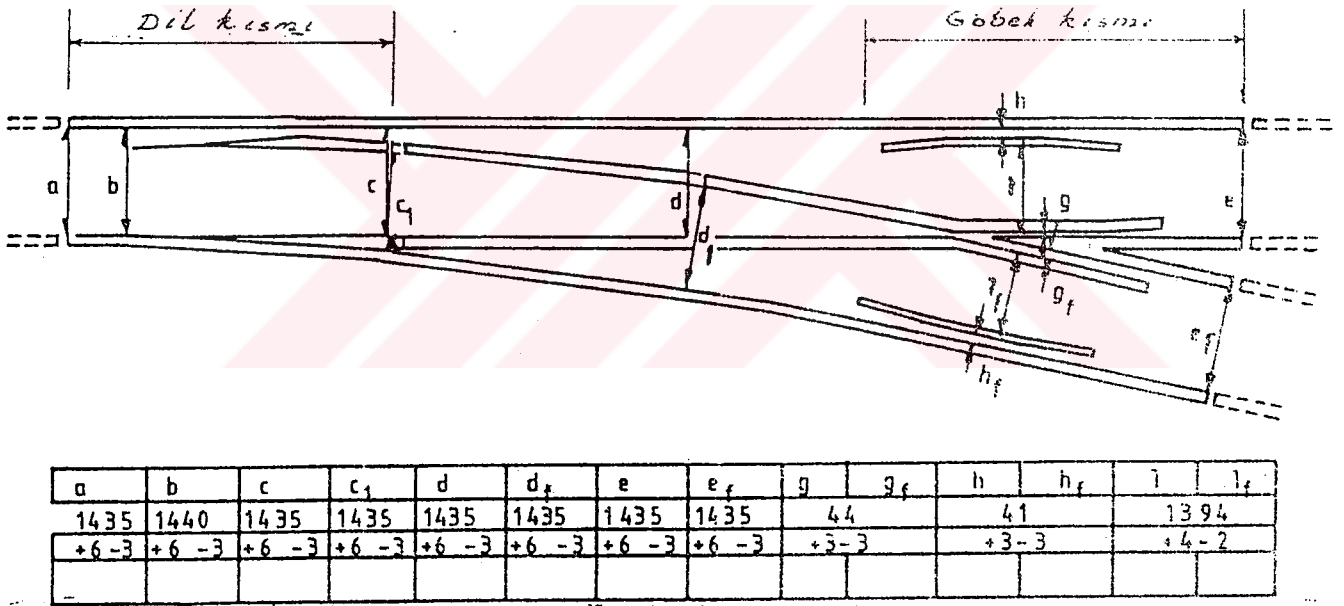
Demiryollarının temel özelliği, demiryolu araçlarının hareketlerinin serbestlik derecelerinin sadece 1 olmasıdır. Bunun anlamı, demiryolu araçlarının direksiyonunun olmaması ve güzergahı takip etmek zorunda olmasıdır. Bu yüzden bir trenin raylı sistem üzerinde hareketi sırasında, diğer bir yan yola geçebilmesi için makas denilen araçlar kullanılmaktadır. Bu sistemin özelliği, makasların ucunda

bulunan dil kısmının hareketini, insan veya elektrik gücü ile sağlayarak trenin yan yola sapmasını temin etmektir.

Makas çeşitleri çok fazla olmasına rağmen temelde 2 ana form ve bunların birbiri ile kombinasyonu olmak üzere üç çeşit olarak düşünülebilir;

- Basit Makas; bir yolun diğer bir veya birden fazla yolla bağlantısını sağlayarak, demiryolu vasıtalarının bu yollar arasındaki geçişlerine izin verir.
- Kruvazmanlar; makaslardaki gibi dil kısımları mevcut olmayıp, yalnız göbek kısımları vasıtası ile birbirini kesen iki yolda trenlerin yönlerini değiştirmeden hareketini sağlar.
- Üçüncü olarakta makasların ve kruvazmanların birlikte kombinasyonları olarak tanımlanır.

Bir basit makasın elemanları aşağıdaki gibidir (Şekil 2.6)



Şekil 2.6 Basit sağ makas.

2.3 HATTA ETKİYEN KUVVETLER SONUCUNDA ÜST YAPIDA MEYDANA GELEN DEFORMASYONLAR

Hatta oluşan deformasyonları iki bölümde incelemek uygun olacaktır. Malzemede oluşan deformasyonlar ve hattın geometrisinde oluşan deformasyonlar bu konulardır. Bu iki durum aslında birbirine sıkı sıkı bağlıdır. Eğer hat geometrisinde standart dışı

durumlar mevcut ise hat direnimi artacak ve dolayısıyla artan hat direnimi nedeniyle hat malzemeleri de deformasyona uğrayacaktır.

Bu arada hatta yapılan bakım çalışmalarının kalitesi ne kadar yüksekse, hat kaliteyle orantılı olarak daha geç deformasyona uğrayacaktır.

2.3.1 Üst yapı malzemesinde oluşan deformasyonlar

Üst yapı malzemesinde oluşan deformasyonları tek tek inceleyelim;

2.3.1.1 Ray; Rayda oluşan deformasyonları aşınmalar, rayda ve ray kaynağında oluşan kusurlar olmak üzere iki durum göz önüne alarak inceleyebiliriz.

- Teker ve ray ilişkisi nedeniyle özellikle dar kurplarda iç ray aşınır. Eğer bu aşınma miktarı sonucunda oluşan ray mukavemet momenti, hattın projelendirilmesinde seçilen ray kesitine göre belirlenmiş ray mukavemet momentinin altında bir değere ulaşırsa ray değiştirilir. Bunun yanında eğer ray mantarındaki aşınma miktarı ekartman için tehlike arz ediyorsa ya değiştirilir ya da ters çevrilerek bir süre daha kullanılır.
- Ray ve uzun kaynaklı raylarda ray kaynağı, çeşitli nedenlerle kırılabilir, çatlayabilir, ray yüzeyinde ondülasyonlar oluşabilir. Bunların nedenleri, imlat hatası, yanlış yükleme, apleti (Teker düzleşmesi), kaynakların yapılış hataları, yol bakımında yapılan hatalar olabilir. Ray ve kaynaklarda oluşan kusurlar ve yapılacak bakım onarım UIC'nin yayımladığı 712 R bülten kodlarıyla bildirilmiştir.

2.3.1.2 Travers; Traverslerde genelde iki kusur oluşur. Bunlardan birincisi bağlantı boşluklarının laçkalaşması ve ikincisi traversin kırılmasıdır. Bunların yanında ahşap ve çelik traverste rutubet nedeniyle çürümeler meydana gelmektedir.

2.3.1.3 Balast; Balast için kullanılan malzeme zamanla hattan geçen yükler nedeniyle ezilir, daha küçük parçalara ayrılır. Bunun yanında yağışlar nedeniyle de bir miktarı hattan taşınır. Bunların sonucunda hattı tutan balast derinliği azalmış olur. Bir başka olay ise balast tabakasının derinliği değişmese dahi kirlenmesi, içinde yabancı madde miktarının artmasıdır. Bu miktar tesbit edilir ve izin verilen oranın üstünde yabancı madde varsa balast elenir, eksik miktarı tamamlanır. Yağışlar sonucu gelen balçık, yabancı ot ve tren atıkları bu kirlenmenin sebeplerinden bazılarıdır.

2.3.1.4 Küçük bağlantı malzemeleri; Tirfon ve bulon gibi malzemelerin dişlerinin bozulması veya kırılması söz konusudur. Kullanılan rondelalar hat yüklemeleri sonucu oluşan vuruntularla kırılabilir. Krapo, ergo gibi malzemeler için aşınma ve ray tabanını kavrayamama söz konusudur. Conta başlarında iki ray için yapılan burajın aynı olmaması nedeniyle iki farklı düşük oluşur ve bu da cebirelerin kırılmasına neden olur. Bunun yanında yaz aylarında yüksek sıcaklıklar nedeniyle cebireler bel verir. Son bir olayda cebirenin ray gövdesine iyi oturmaması nedeniyle budenlerin ray iç kısmında bulunan cebireler sürtünmesi ve aşınmaların oluşmasıdır. Tüm küçük malzeme için temel sorun, korozyona uğramalarıdır.

2.3.2 Üst yapı geometrisinde oluşan deformasyonlar

2.3.2.1 Boyuna kusurlar :

Boyuna kusurlar hattın kalitesinin dikey yüklerin etkisiyle belirlenmesi ve hat bakımı için harcanan miktarların en büyüğü olması açısından (enine etkiyle birlikte) önemlidir. Hattın teorik yüksekliği veya kotu (NİVELMAN) ile mevcut durumu arasındaki fark olarak tanımlanır.(Boyuna nivelman) (Şekil 2.7)



Şekil 2.7 Boyuna kusurlar.

2.3.2.2 Enine kusurlar

Bu kusur dış raydaki yüksekliğin (DEVER) teorik değeri ve gerçek değeri arasındaki fark olarak tanımlanır. Yani teorik dever ile mevcut değer arasındaki farktır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Enine kusurlar.

2.3.2.3 Yatay kusurlar

Teorik olarak olması gereken ile hattın gerçek pozisyonuna göre yatay yer değiştirmesi sonucundaki fark olarak tanımlanır (Şekil 2.9). Bunu doğru yolda yol ekseninden sağa sola kaçmalar ve yatay kurplarda olması gereken FLEŞ ile mevcut arasındaki fark olarak tanımlayabiliriz.



Şekil 2.9 Yatay kusurlar.

2.3.2.4 Hat açıklığı (ekartman) kusurları

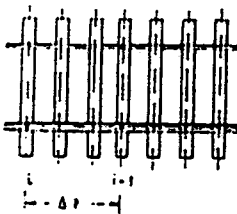
Doğru yolda gerekli olan hat açıklığından farklılaşmalar ile kurplarda olması gereken sürekartman değerinden farklılaşmalar bu tür kusurlardandır.

2.3.2.5 Burulma

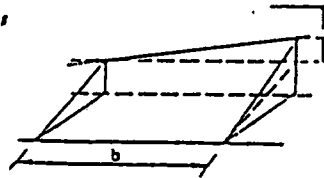
Düz veya eğri hat kesitleri boyunca (Dış ray yüksekliği sabit olmak üzere) Δl uzunluğu boyunca alınan deyer farkına **BURULMA** adı verilir (Şekil 2.10).

Burulmaya deyer rampasının eğimi de diyebiliriz. Burulma l_d sembolü ile gösterilir.

Δl boyunca olması gereken burulma ile mevcut burulma arasındaki fark bu tür kusuru gösterir.



$$\text{Burulma} = \text{Yükseklik (x)} - \text{Yükseklik (x-h)}$$



Şekil 2.10 Burulma.

$$l_d = \frac{TD_{i+1} - TD_i}{\Delta l}$$

Eğer l_d limit değeri aşılsa derayman olayı meydana gelir.

$$l_d < l_{d \text{ lim}}$$

Burulmanın limitlerinin aşılması sonucu derayman oluşmasındaki en büyük etken hızdır. Diğer etkiler göz ardı edilir.

2.4 YOL ÜST YAPI BAKIMI

Demiryolu şirketleri yukarıda anlatılan deformasyonların giderilmesi ve projede belirlenmiş standartlarına emniyet limitleri dahilinde getirilmesi için yol bakımı yaparlar.

Yol bakımı insan gücü ve iş makineleri ile yapılmaktadır. Bunun seçimini demiryolu şirketleri yapmakta, bazı işleri sadece insan gücü ile, bazılarını sadece iş makineleri ile ve bazılarını hem işçi iş gücü hem de iş makineleri kullanarak yürütmektedir. Demiryolu şirketlerinde yapılan işleri 7 ana başlıkta toplayabiliriz. Bunlar;

- Eskiye veya deformasyona uğrayan malzemelerin değiştirilmesi,
- Küçük yol malzemesinin bakımı,
- Geometrik bakım,
- Makasların bakımı,
- Ray yüzeyi ve kaynak noktalarında meydana gelen deformasyonların düzeltilmesi,
- Diğer işler.

2.4.1 Malzeme değiştirilmesi

Yol üst yapısını oluşturan ray, travers ve küçük bağlantı malzemelerinden hasarlı, kusurlu, eksilmiş veya eskimiş olanlar değiştirilir. Yerine yenileri konulur.

2.4.2 Küçük yol malzemesinin bakımı

Küçük yol malzemesinden gevşemiş olanların sıkılması ve yağlanması işleri bu tür işlerdendir.

2.4.3 Geometrik bakım

Hattın geometrik bileşenleri olan, dever, fleş, nivelman, hat açıklığı ve burulma ile ilgili olan standartlarına getirme işlemi bu türden işlerdendir. Ayrıca balast elemesi, balast eklenmesi, platformun projede gösterilen şekline getirilmesi, traverslerin eksenine getirilmesi de (Eker tanzimi) bu işlere dahildir.

2.4.4 Makasların bakımı

Makaslar hattın en hassas elemanı olup, görevlerini emniyetli şekilde yerine getirebilmeleri için sürekli gerekli parçalarının yağlanması, hat açıklığının çok hassas

şekilde ayarlanması ve kusurlu malzemenin zaman geçirilmeden değiştirilmesi işleri bu gruba dahildir.

2.4.5 Kaynak ve taşlama

Ray yüzeyinde, içinde ve kaynak noktalarında oluşan kusurların düzeltilmesi bu tür işlerdendir. Örneğin ray mantarında oluşan oluklanma, taşlama makineleri ile düzleştirilir. Ayrıca contalarda veya gereken yerlerde sadece kaynak yapılması da bu iş grubuna dahildir.

2.4.6 Diğer işler

Bazı işlere yardımcı olmak amacıyla yapılan ve yukarıdaki gruplara dahil edilemeyen işlerde vardır. Örneğin balast ilavesi yapılması gereken yerlere balastın bir taşıma aracına el ile yüklenmesi ve boşaltılması bu tür işlerdendir. Buna başka örnekler verilmesi gerekirse; hatta yapılan temizlik, hattan suyun uzaklaştırılması, drenaj sistemlerinin geliştirilmesi ve temizlenmesi, kaza veya olağandışı olaylar sonucunda hatta yapılan çalışmalar, yol kusurlarının tespiti için turneler, yol çalışma gruplarının çalışma yerine malzeme taşınması, ana hat üzerinde çalışılacak noktanın güvenli olması için gerekli işaretlerin konması gibi...

2.5 YOL BAKIM MALİYETLERİ

Maliyet geniş anlamda bir amacı gerçekleştirmek için katlanılan fedakarlıklar veya masraflar, ekonomik anlamda ise satış kıymeti olan bir ürünün üretiminde kullanılan üretim faktörlerinin parayla ifade edilen değeri olarak tanımlanmaktadır.

Maliyetle yakından ilişkili genellikle onunla aynı anlamda kullanılan bir kavram olan gider, dönem satışlarından indirilen bir maliyetlerdir. **Başka deyişle bir hesap dönemine ait maliyetlere GİDER denir.** Maliyetler sürekli sayılan işletme faaliyetleri sürecinde tamamen gider haline dönüştürüldüğünden, bu yapay ayırım dönem karının tahmini için geliştirilmiş bir muhasebe pratiğinden ibarettir.

Maliyetler;

- Cari dönemin üretim faaliyetlerinde verimliliğin sağlanması,
- Dönem sonunda faaliyetlerin değerlendirilmesinde bir kontrol aracı olması,
- Gelecek dönem faaliyetlerinin saptanmasında bir planlama verisi olarak kullanılması açısından önemlidir.

2.5.1 Yol bakım maliyetlerinin özellikleri

Yol bakım maliyetleri SABİT MALİYETLER olup, iki önemli özelliğe sahiptir. Bunlar;

- Servis süresi boyunca yapılacak iş miktarları ve bakım periyotları bellidir.
- Yapılan her bakım türü için birim süre ve birim maliyet bellidir. Bunlarda işin işçi iş gücü veya makineli olarak yapılmasına, kullanılan el aletlerine ve teknolojinin kullanımına bağlıdır.

Bu özelliklerin neyi ifade ettiğini öncelikle açıklayalım.

- Servis Süresi Boyunca Yapılacak İş Miktarları Ve Bakım Periyotları Bellidir.

Servis süresi, yenilenen bir hattın tekrar yenilenmesi için geçecek süredir. Bu süre hattın üzerinden geçen tonajla alakalıdır. Çünkü hattın geometrisinde ve malzemede oluşan deformasyon ve kusurlar tonajın bir fonksiyonudur. Hat üzerinden belirli bir tonaj geçtiğinde yenilenmelidir.

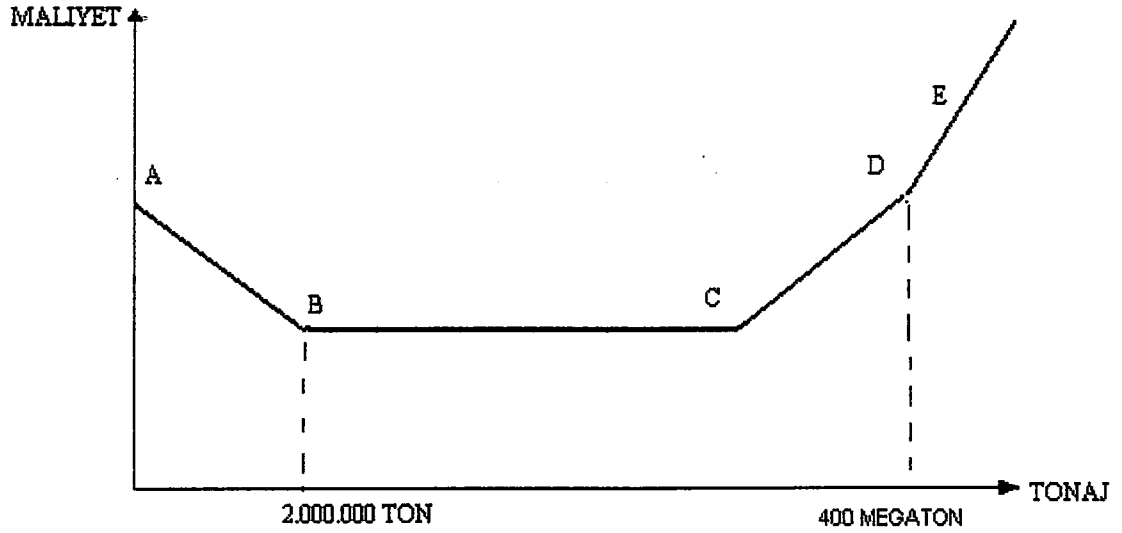
Servis süresinin hesaplanmasında hattın en önemli bileşeni olan ray ömrü esas alınmıştır. Bununla ilgili yapılan çalışmalar sonucunda aşağıdaki ampirik formül ile hattın servis süresi boyunca geçireceği tonaj hesaplanmıştır.

$$L = K \times W \times D^{0.565}$$

Burada D, 1 yıl boyunca hattın geçen tonajdır. W, rayın pound cinsinden 1 metresinin ağırlığıdır (1 pound = 0.4936 kg). K, ampirik bir katsayı olup TOPS tarafından tümüyle yenilenmiş bir yolda 0.9538 alınmaktadır. Bu değer 55 kg/m'den ağır raylar için 0.9810, uzun kaynaklı ray için 1.3544 alınmaktadır. AREA ise bu değeri tüm şartlar için 0.545 kabul etmiştir.

TCDD'de kullanılan 49.050 kg/m'lik ray için servis süresini belirleyelim. Günlük tonajı 30,000 ton olan bir hat kesiminden yılda 11 Megaton geçer. 49.050 kg/m ray 108 lb/yard'a eşittir. K değerini 0.9538 alırsak, L servis süresi 400 Megaton çıkar. Eğer hattın geçen günlük tonajda herhangi bir değişim olmazsa bu hattın servis süresi 36 yıl olacaktır.

Tonaj ve maliyet ilişkisini Şekil 2.11'de görebiliriz.



Şekil 2.11 Tonaj maliyet ilişkisi.

Burada A noktası hat kesiminin ilk yenilendiği noktadır. Hat kesiminden 2.000.000 ton (kritik yük) geçesiye kadar hat oturmaya devam eder ve bu süre içinde başlangıçtaki sık aralıklı bakım periyodu yavaş yavaş sıklığı azalır ve maliyetler düşer. Bu durumdan sonra BC arasında bakım periyodunun süresi sabit olup maliyette sabittir. Daha sonra malzeme deformasyonları hızlanır, yapılan geometrik bakım etkili olamamaya başlar. Bu bölge CD bölgesidir. D noktasından sonra hattaki malzeme ömrünü doldurur ve yapılan bakım onarım görevini yerine getiremez. Sürekli bakım yapılmasından dolayı da maliyetler hızla yükselir. İşte bu noktada hat yenilenmelidir. Aksi takdirde bakım onarım maliyetleri kısa dönemde yenileme maliyetlerinin üzerine çıkar ve hat kesimi seyrüsefer emniyeti açısından güvensiz hale gelir.

Hat geometrisi ve malzemesinde meydana gelen deformasyonun hattan geçen tonajın bir fonksiyonu olduğundan bahsetmiştik. Bu duruma göre hattın yenilenmesinden sonra veya son bakım yapıldığı tarihten itibaren hattan belirli bir tonaj geçtiğinde, hattaki standartlar emniyet limitlerini aşacak ve bakım yapılması gerekecektir. Bu duruma göre bakım yapılması gereken bu süreye **BAKIM PERİYODU** denilmektedir. Her bakım türü için tonajla alakalı olarak bakım periyodu bellidir. Bu durumda servis süresi boyunca yapılacak iş miktarları da bellidir.

Bakım periyotları ile ilgili yapılan araştırmalarla ilgili sonuçlarda şöyledir.

Hattın geometrisinin tonajla değişimi bir önceki konuda incelenmiş ve 2,000,000 ton geçesiye kadar olan sürede iki kez bakım yapılması ve sonrasında ortalama 20

Megaton yükte bir hat kesiminin tümünün geometrik bakımının yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Hattan geçen tonajla ilgili Hollanda'da yapılan bir çalışma sonrasında hattın tüm geometrik özelliklerindeki değişme tonaja bağlı olarak fonksiyonu elde edilmiştir. Aşağıda hattın çökmesi (nivelman) ile ilgili olan fonksiyon ve sonuçları gösterilmiş olup, diğer geometrik özelliklerin (fleş, dever, burulma ve hat açıklığı) değişimi ile ilgili fonksiyonlarda aynı yapıya sahiptir.

$$m_e(T) = a_1 + a_0 \log \frac{T}{T_r}$$

$T_r = 2$ Megaton (1 Megaton = 1000000 ton)

$a_0 = 2$ Megaton için hattaki ortalama çökme (5 – 15 mm arası)

$a_1 =$ Çökme artış oranı (mm/10 yıl) Bu değer altyapının kalitesine bağlıdır. (2 – 6 mm arası)

a_0/a_1 oranı 2 Megaton yüklemenden sonra çok yavaş artıyor. (0.25 – 0.70 arası değişiyor)

Servis süresi içinde değiştirilecek malzeme miktarlarının tahmini için de çalışmalar yapılmıştır. AREA 1 mil için 5 yılda 44 beton travers değiştirmektedir. Bu bir kilometre için 24 traverse karşılık gelmektedir. Yıllık ise yaklaşık 5 traverstir. Hollanda demiryolları balast tabakasının 10 yılda bir elenmesi gerektiğini ve %13'ünün bu eleme sonrasında eklenmesini tavsiye eder. Yani bir önceki örnekteki 36 yıllık servis süresi boyunca balast tabakasının %46'sı tekrar değişecektir.

Bu yaklaşımlardan anlaşılacağı gibi servis süresi boyunca yapılacak iş miktarları ve bakım periyotları bellidir.

- **Yapılan Her Bakım Türü İçin Birim Süre Ve Birim Maliyet Bellidir.**

Her iş kalemi demiryolu şirketlerinin seçtiği, belirli bir işlem sırasına emeğin ve makinenin kullanım oranına ve seçilen teknolojiye göre yapılır. Her işlemde bu seçime göre belirli bir sürede yapılır ve belirli bir maliyete sahiptir. Buna bir örnek verelim;

Yapılan iş bir traversin değiştirilmesi olsun. Bu işin yapılması için belirli işlemleri sırası ile gerçekleştirmek gerekecektir. Bunlar;

- Traversin değiştirileceği noktada rayın kriko ile kaldırılması,

- Rayı traverse bağlayan tirfonların sökülmesi,
- Travers civarındaki balastın açılması,
- Travers üzerindeki küçük malzemenin alınması,
- Değiştirilecek traversin çıkarılması,
- Yeni traversin konulması,
- Küçük malzemenin yerine konulması,
- Tirfonların sıkılması,
- Balastın yerine konulması,
- Buraj yapılması,
- Krikonun indirilmesi.

Görüldüğü gibi bir travers değiştirilmesi belirli bir algoritmaya sahiptir. Yapılan her alt iş belirli bir birim süreye sahip olup harcanan adam x saat ve 1 saatlik birim fiyatta belli olacağından bir travers değiştirilmesi işinin birim maliyetide bellidir.

Burada dikkat edilmesi gereken şeylerden birisi tirfonların sökülmesi ve takılması işinin sadece bu işe özgü olmadığıdır. Bu iş başka iş kalemeleri altında da gerçekleştirilmektedir.

İkinci dikkat edilmesi gereken olay ise, burada yapılan işlerin farklı sürelerde veya farklı şekillerde de gerçekleştirilebileceğidir.

Örneğin burada tirfonların sıkılması işleminin el ile veya tirfonaj makinesi ile yapılması durumunda süre değişecektir. Veya travers değiştirme işleminin makine ile yapılması durumunda işlem sırası ve birim maliyette değişecektir.

Yapılan işin nasıl gerçekleşmesi gerektiğini, kullanılacak ekipman veya el aletlerini, işçi iş gücü veya makine kullanımı demiryolu şirketlerinin seçimidir.

Buradan da anlaşılacağı gibi her bakım işi demiryolu şirketinin seçtiği yöntemle birim süre ve birim maliyete sahiptir. Servis süresi boyunca yapılacak işlerin miktar ve bakım periyotları ile bu işlerin birim maliyetleri belli olduğuna göre, yol bakım maliyetlerinin sabit olduğunu söyleyebiliriz.

2.5.2 Yol bakım maliyetlerinin düşürülmesi için yapılacak işlemler

Yol bakım maliyetlerinin düşürülmesi için temel anlamda iki şey yapılabilir;

- Servis süresi boyunca yapılacak iş miktarlarını azaltmaya, yani bakım periyotlarını artırmaya yönelik araştırma çalışmaları yapılabilir. Burada bir

durum daha söz konusudur. Yapılan işlerin kaliteli yapılmaması sonucu bakım periyotları beklenenden kısa olabilir. Bu durumda belirlenen bakım periyotlarına ulaşmak amaçlanmalıdır. Uygulanacak şey yapılan işin kalitesinin sıkı bir şekilde kontrolüdür. Dönem bazında yapılacak iş miktarı azaldığında bakım maliyetide düşecektir.

- Yapılan işlerin birim maliyetlerini düşürmeye yönelik araştırma, iş programı geliştirme ve teknoloji seçimi yapılabilir. Önceden bahsettiğimiz gibi her iş, alt işlerden oluşmaktadır. Bu alt işlerin birim süresini düşürecek bir seçim yapılabilir. Yada yapılan işlerin el ile değilde makine ile yapılması daha ekonomik olabilir. Bu durumda yapılan işin birim maliyeti düşeceğinden yol bakım maliyetleri de düşecektir.

Yol bakım yenilemelerinin sabit maliyetler olduğunu söylemiştik. Eğer bunu yıllık bazda kontrol edersek düşüşler ve yükselişler göreceğiz. Bunun nedeni hattan geçen tonajın değişmesidir. Bir hat yenilendiği anda 400 Megaton geçesiye kadar ne kadar bakım yapılacağı ve ne kadar maliyeti olacağı bellidir. Deminki örnekteki gibi trafik hacmi günlük 30.000 tondan 50.000 tona çıkarsa servis süresi 29 yıla düşecektir. Toplam maliyet aynı olmasına rağmen yıllık yol bakım maliyetlerini artmış olarak görürüz. Bu durumda aslında yol maliyetlerinin arttığını söyleyemeyiz. Çünkü hattan geçen tonaj miktarı ile birlikte gelirlerde artmıştır. Yani yol bakımı gelirlerin bir yüzdesi olarak ortaya çıkar. Örnek vermek gerekirse bu teori bize bir hattın yenilenmesinden sonra bu hat kesiminde yol bakım giderlerinin gelirin %X'i olacağını söyler. Demiryollarında taşıma hizmetlerinin fiyatlarının belirlenmesinde bu oran dikkate alınır. (TCDD'de bu değer 1997 ve 1998 yıllarına göre %18.33'tür).

Servis süresi boyunca gerçekleşecek iş miktarlarının ve maliyetlerin tahmini, bakım planlaması sırasında yapılacak işlerin yer ve miktarının belirlenmesi, kaynakların uygun dağıtımı ve belirli bir gider dönemi için ayrılacak bütçenin belirlenmesinde yardımcı olacaktır.

3. TCDD'DE YOL ÜST YAPI BAKIM VE ONARIMI

3.1 GİRİŞ

TCDD'de yol üst yapı bakım onarımı giderleri tüm demiryolu giderlerinin çok büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. En büyük giderler çeken ve çekilen araçlarla ilgili departman olan cer dairesi giderleridir. Yol giderleri en büyük ikinci giderdir. Bu giderler 1997 yılında tüm giderlerin %7.88'ini ve 1998 yılında ise tüm giderlerin %9.33'ünü oluşturmuştur. Ayrıca yol giderleri, gelirlerin 1997 yılında %18.55'ini ve 1998 yılında %18.33'ünü oluşturmaktadır. TCDD'nin gelirinin giderini karşılama oranına bakılırsa, yol bakım ve onarım çalışmaları için yapılacak yeni bir planlama çok büyük önem taşıyacaktır.

Böyle bir sistemin önerilebilmesi için öncelikle TCDD'nin mevcut yol bakım onarım sisteminin nasıl olduğunu ve ne tür bir organizasyona sahip olduğunu tanımlamak gerekir.

Sistemde incelenmesi gereken şey bakım planlaması, organizasyonu ve uygulanmasıdır. Bakım planlaması ile ilgili incelenmesi gereken alt başlıkları şöyle sıralayabiliriz;

- TCDD'nin mevcut şebekesi ve bölgelere göre şebekelerin dağılımı nasıldır?
- TCDD'nin mevcut durumunda kullanılan malzeme ve geometrik durumu nedir?
- Bakımın kapsamı nedir?
- Bakım kararları nasıl verilmektedir?
- Bakım ne tür kaynaklarla ve ne tür yöntemlerle yapılmaktadır?
- Bakım ne kadar maliyetle yapılmaktadır?
- Yapılan bakımın teknik kontrolü nasıl yapılmaktadır?
- Yapılan bakımın performansı nasıl kontrol edilmektedir?
- Maliyet artırıcı sebepler nelerdir?

3.2 TCDD ŞEBEKESİ VE BÖLGELER

TCDD şebekesini gösteren harita eklerde Ek A'da verilmiştir. Tablo 3.1'de, bölgelerin sorumlu olduğu hat uzunluklarını göstermektedir.

Tablo 3.1 TCDD’de bölgelere göre hat uzunluklarının dağılımı.

Bölgeler	Anahat (km)	Diğer Yollar (km)	Toplam (km)
1 – Haydarpaşa	1.034	376	1.410
2 – Ankara	1.140	324	1.464
3 – İzmir	1.078	221	1.299
4 – Sivas	1.526	336	1.862
5 – Malatya	1.227	219	1.446
6 – Mersin	1.413	237	1.650
7 – Afyon	1.189	188	1.377
Toplam	8.607	1.901	10.508

NOT : Diğer yollar denilen kısımlar, manevra hatları ve varyant yollardır. TCDD’de yol bakım çalışmaları için ana hat uzunluğu 8607 km esas alınmıştır.

3.3 TCDD’DE KULLANILAN MALZEMELER VE MEVCUT DURUM NEDİR?

TCDD’de üst yapısını oluşturan malzeme çeşidi çok fazladır. Fakat 1989’dan beri TCDD’de yenilenen her yolda 49.050 kg/m ray, K tipi bağlantı, beton travers ve eğim ve kurp yarıçapı açısından uygun olan yerlerde uzun kaynaklı ray kullanılmaktadır. Bununla ilgili kesit eklerde Ek B’de ve 1 km’de bulunan malzeme miktarı Tablo 3.2’de verilmiştir.

Burada kullanılan malzemelerin ağırlıkları TCDD malzeme kataloğundan verilen kod numaralarına göre alınmıştır. Bu tabloda gösterilen malzeme adetleri ise şöyle hesaplanmıştır;

- Ray boyları 36 m alınmıştır.
- 1 km’de 27 çerçeve vardır.
- 27 çerçevede 54 adet conta ve 216 adet cebire vardır.
- Cebireler 6 deliklidir. Bu yüzden 1296 adet cebire bulonu vardır.
- Travers araları 62 cm’dir. Bu yüzden 1612 adet travers vardır.
- Her traverste 2 selet vardır. Toplam selet sayısı 3224’tür.
- Her traverste 4 adet krapo vardır. Toplam krapo sayısı 6448’dir.
- Krapo sayısı kadar krapo bulonu vardır.
- Selet 4 delikli olup her traverste 4 tirfon vardır. Toplam sayısı 6448’dir.
- Krapo bulonunda ve tirfonda çift katlı rondela kullanılmaktadır. Bu yüzden toplam çift katlı rondela sayısı 12.896’dır.

Tablo 3.2 49.050 kg/m ray, beton travers, ve K Tipi bağlantı için 1 kilometrede bulunan malzeme miktarları.

	Birim Ağırlığı	Adet	Ton/km	M ³
Ray	49.050 kg/m		98,100	
Travers		1.612		
Balast	2 M ³ /M			2.000
Küçük Malzeme				
Cebire	8.973 gr/adet	216	1,899	
Cebire Bulonu	138 gr/adet	1.296	0,178	
Çelik Selet	3.008 gr/adet	3.224	9,697	
Krapo	640 gr/adet	6.448	4,120	
Krapo Bulonu	501 gr/adet	6.448	3,230	
Tirfon	530 gr/adet	6.448	3,417	
Çift Katlı Rondela	90 gr/adet	1.896	1,160	
Toplam Küçük Malzeme Ağırlığı			23,701	

Bunun haricinde TCDD’de en çok kullanılan ray 46.303 kg/m’lik ray olup bu rayda da K tipi bağlantı ve uygun yerlerde uzun kaynaklı ray kullanılmaktadır. Fakat tümünde beton travers değil, ahşap travers kullanılmaktadır.

Bunların haricinde kalan bazı hatlarda ise Cumhuriyet döneminden kalma düşük birim metre başına ağırlığı olan raylarla, basit tirfonlu bağlantı kullanılmaktadır. Bu hat kesimlerinde ahşap ve demir travers kullanılmaktadır.

TCDD’de mevcut durumda kullanılan ray ve travers tiplerinin şebeke içindeki mevcut miktarları Tablo 3.3 ve Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.3 TCDD’de kullanılan ray tiplerinin kilometre cinsinden kullanılma miktarı.

Ray Tipleri	Toplam (km)	%
46.303 kg/m den az	1.948	22,63
46.303 kg/m	1.862	21,63
49.050 kg/m	4.797	55,74
Toplam	8.607	100,00

Tablo 3.4 TCDD’de kullanılan travers tiplerinin kilometre cinsinden kullanılma miktarı.

Travers Tipleri	Toplam (km)	%
Çelik	1.258	14,61
Ahşap	2.463	28,85
Beton	4.866	56,54
Toplam	8.607	100,00

TCDD'nin eğimler Tablo 3.5'te ve kurplar açısından mevcut durumuda Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.5 TCDD'de mevcut durumda eğimler.

Eğim (Binde)	Uzunluk (km)	Tüm içinde %
0	1.618	18,80
1 - 5	3.076	35,70
6 - 10	1.741	20,30
11 - 15	1.345	15,60
16 - 20	603	7,00
21 +	224	2,60
TOPLAM	8.607	100,00

Tablo 3.6 TCDD'de bulunan kurplar ve yarıçapları.

Kurp Yarıçapı Grupları (metre)	Adet	Uzunluk (km)	Tüm İçinde %
Standart Dışı Yollar			
200 – 500	6.124	1.578	18,30
500 – 1.000	2.916	1.017	11,80
1.000 – 1.500	448	174	2,00
1.500 – 2.000	431	110	2,10
2000 m den Büyük > 2.000	313	110	1,30
Düz Yol		5.548	64,50
TOPLAM	10.232	8.607	100,00

3.4 TCDD'DE YOL BAKIMININ KAPSAMI NEDİR?

TCDD'de yol bakımı için yapılan işler aşağıdaki ana başlıklar altında sınıflandırılmıştır;

- 1 Malzeme değiştirilmesi,
- 2 Küçük yol malzemesi bakımı,
- 3 Geometrik bakım,
- 4 Ray kaynağı,
- 5 Makaslarla ilgili işler,
- 6 Diğer işler

Bu iş grupları TCDD'de ana kalemler olup, bu ana kalemler alt gruplara da ayrılmaktadır. Şimdi hepsini tek tek inceleyelim.

3.4.1 Malzeme değiştirilmesi

TCDD’de kullanılan yol üst yapısı malzemeleri çok çeşitlidir. Genel olarak balast hariç yol üst yapısı malzemesini, ray, travers ve küçük bağlantı malzemeleri olarak üçe ayırmaktayız. Bu duruma göre bu iş kalemi TCDD’de üç ana alt başlıkta iş tanımı yapılmıştır;

- Ray Değiştirilmesi; TCDD’de çok çeşitli ray tipleri kullanılmakta olup yoğunlukları ağıısından üç kalemden incelenmiştir. Bunlar;
 - 49.050 kg/m’lik ray değiştirilmesi,
 - 46.303 kg/m’lik ray değiştirilmesi,
 - 46.303 kg/m’den daha küçük metre ağırlığına sahip rayların değiştirilmesidir.
- Travers Değiştirilmesi; TCDD’de üç tip travers kullanılmaktadır. Bunların birimi adet olarak gösterilir. Bu duruma göre alt iş birimleri;
 - Demir travers değiştirilmesi,
 - Ahşap travers değiştirilmesi,
 - Beton travers değiştirilmesidir.
- Küçük yol bağlantı malzemesinin değiştirilmesi; TCDD’de küçük yol malzemesi çeşidi çok fazladır. Böyle bir durum nedeniyle küçük yol malzemesi değiştirilmesi işlemini TCDD tek bir kalemden göstermiştir. Birimi ise ton olarak belirlemiştir. (TCDD değiştirilen küçük yol malzemesinin birim ağırlığını ortalama 600 gram kabul etmiştir)

3.4.2 Küçük yol malzemesi bakımı

TCDD küçük yol malzemesi bakımını işleri için yine ayrıntıya başvurmamış ve miktarı saat olarak kabul etmiştir. Genelde küçük yol malzemesi bakımı için alt kalemler oluşturmasına rağmen, yapılan alt iş kalemleri ile ilgili ayrıntılar sorgulanmamaktadır. Buna rağmen TCDD’nin küçük yol malzemesi bakım ile ilgili belirlediği iş kalemleri şöyledir;

- Cebire bulonu bakımı,
- Cebire bulonu sıkılması,
- Bulon, tirfon sıkılması,
- Krapoların sökülmesi, yağlanması, yerine takılması.

Küçük yol malzemesinde kullanılan el aletleri basit el aletleridir. TCDD’de yol yenilemesi işlerinde ve bazı şubelerde tirfonaj makineleri bulunmaktadır. Bunların toplam sayısı tüm TCDD için 46 adettir. Tirfonaj makineleri ile yapılan tirfon sökme ve takma işleri süresel açıdan el ile yapılabildiği göre avantajlıdır. 8 tirfon için elle yapılan işin süresi 16 dakika iken tirfonaj makinesi ile sadece 2 dakikadır.

3.4.3 Geometrik bakım

Yapılan yol üst yapısı bakım onarım işlerinin en önemlilerinden biri olan geometrik bakım TCDD içinde çok büyük önem taşır. Geometrik bakımda yapılan işler, yolun eksenine getirilmesi (dresaj), yol düştüklüklerinin seviyesine getirilmesi (buraj), dever ve burulma ile ilgili bozuklukların giderilmesi (rölövaj) ve hat açıklığı ile ilgili bozuklukların (ekartman tashihi) düzeltilmesidir. Hat açıklığı ile ilgili bozuklukların iki temel sebebi vardır. Bunlar; rayın iç yanağının aşınması ve traversite bulunan bulon yataklarının genişlemesi veya laçkalaşmasıdır. Hat açıklığı ile ilgili problemler haricinde diğer geometrik düzensizliklerin giderilmesi hem el ile hem iş makineleri ile yapılabilir. El ile yapılan işlerde basit el aletleri kullanılmaktadır. Bunlar buraj kazması, kriko, tokmak, manivela gibi aletlerdir. Ölçüm için ise 1 ip ve 1 çelik şerit metre kullanılmaktadır. İp ile seviye belirlenir. Bunun yanında fleş ölçümü yapılır. Ve son olarak ta dever ölçülür. Kullanılan en eski yöntemdir. İş makineleri ise buraj makinesi, tokmaktama makinesi ve balast regülatörüdür. Bu üç makine aynı anda çalışır.

Balast ile ilgili işler TCDD’de şu alt başlıklarda tanımlanmıştır;

- Balast elenmesi,
- Balast yükleme, boşaltma,
- Platform düzenlenmesi ve hazırlanması.

Tüm bu üç grupta yapılan işler TCDD’de hem elle hem de iş makineleri ile yapılmaktadır. Yapılan işlerde balast miktarının yeterli seviyede olmaması, kirli ve çamur tabakası ile kaplı olması, drenaj durumunun yeterli olmaması yapılan geometrik bakımın randımanını ve etkili olmasını engeller.

3.4.4 Ray kaynağı

TCDD’de ray kaynağı üç farklı yolla yapılmaktadır. Behiçbey’de bir uzun kaynak ray fabrikası vardır. Burasının kapasitesi ve kaynak yapılan rayların taşıma mesafesi nedeniyle tüm kaynaklar burada yapılmamakta, bir kısmı ise TCDD’de bulunan 3 iş

makinesi ile yapılmaktadır. Bunun yanında düzensiz çalışmalar için tek bir kaynak durumunda alümino termit ray kaynağı yol üzerinde yapılmaktadır.

3.4.5 Makaslarla ilgili işler

Bununla ilgili iş grupları TCDD’de aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır;

- Makas değiştirilmesi,
- Makas parçası değiştirilmesi,
- Makasların periyodik bakımı,
- Makaslarda geometrik bakım.

Yapılan bu işlerde makasların periyodik bakımı haricindeki işler büyük oranda modern mekanik araçlar ve işçi iş gücü ile yapılmaktadır. TCDD’de 7 tane makas buraj makinesi vardır. Makasların aylık periyodik bakımı, makas parçalarının yağlanması, gevşemiş bağlantıların sıkılması ve gerekli standart hat açıklıklarının ve ölçülerin sağlanması şeklinde yapılır. TCDD’de olan deraymanların büyük kısmı makas ve istasyon yollarında olmaktadır. Bu nedenle bu iş kalemi büyük önem taşımaktadır.

3.4.6 Diğer işler

TCDD’de diğer işler diye tanımlayabileceğimiz sınıflar, tabi afetler, hattın teftişi, travers sabotesi ve ekartman tahsisi, varyant ve kurp tahsisleri, yol tesisleri, takviye pozu ve yolun dış etkenlerden korunmasıdır.

Yolun dış etkenlerden korunması deyince, balast tabakasının su, çamur ve yabancı maddelerden korunması düşünülmüştür. Bu duruma göre alt iş kalemleri şöyledir;

- Ot temizliği,
- Yarma, hendek tanzim ve temizliği,
- Debuşe ve derivasyon temizliği,
- Kültürel tahkimat.

Bu iş kalemleri geometrik bakımın etkili olmasını çok büyük oranda etkiler. Eğer balast tabakası, kısa sürede yağmur suları, çamur ve yabancı maddeye maruz kalırsa görevini yerine getiremez. Ayrıca böyle bir balast tabakasında yapılan makineli bakımın randımanı düşer. Hat kısa sürede eski düzensiz haline döner ve bakım periyodu kısalır. Dolayısıyla bu hat kesimlerine yapılan bakım maliyeti artar ve hat seyrüsefer emniyeti açısından risk kazanır. TCDD’de uzun süredir bu konularda

planlı bir çalışma yapılmamıştır. Hatlar büyük ölçüde drenaj problemine sahiptir. 1998 yılı programı hazırlanırken bu kalemlerle ilgili çok büyük bir bütçe ayrılmasına rağmen ancak planlananın %25’lik kısmı yapılabilmektedir. Bunun yanında yapılan temizlikler, hatta yabancı madde ve su gelmesini engelleyemeyecektir. Bu yüzden soruna kesin çözüm için tüm hatların drenaj problemi bir yatırım kararı olarak incelenmek zorundadır.

3.5 TCDD’DE YOL ÜSTYAPISI BAKIMI KARARLARI NASIL VERİLMEKTEDİR?

TCDD’de bakım kararları üç dönem için verilmektedir.

- Yapılan haftalık ve günlük turnelerle o anda seyrüsefer riski taşıyan, ani deformasyonlara uğramış yerler tespit edilir. Ve tespit edildiği anda uygulamaya geçilir ve bakımı anında yapılır.
- MPV 7 Yol Muayene Makinesi ile 6 ayda bir turnelerle yol geometrisi hakkında veriler elde edilir. Hatta standartlara uymayan yerler tespit edilir ve 6 aylık süre için bakım kapsamına alınır, fakat bakım yapılacak yerler için öncelik belirlenmez.
- Her aralık ayında gelecek yılla ilgili tüm iş kalemleri hakkında yapılacak bakım kalemleri, miktarları ve maliyetleri belirlenir. Bu kalemlere göre bütçe hazırlanır.

Görüldüğü gibi TCDD’de bakım planlaması dönemleri aslında kısa ve orta vade için yapılmaktadır.

3.5.1 TCDD’de organizasyon ve sorumluluk alanları

Öncelikle bakım planlamasında TCDD’de hat kesimlerinin nasıl bölündüğü, sorumlu kişilerin kim olduğu, yani bakım organizasyonunda bölümlerin ne olduğunu inceleyelim.

TCDD’nin Genel Müdürlüğü Ankara’dadır ve 7 bölgeye bölmüştür. Bunlar genel merkezleri itibari ile şöyledir;

- 1. Bölge; Haydarpaşa,
- 2. Bölge; Ankara,
- 3. Bölge; İzmir,
- 4. Bölge; Sivas,
- 5. Bölge; Malatya,

- 6. Bölge; Mersin,
- 7. Bölge; Afyon.

TCDD’de yol bakım onarım işleri ile uğraşan bölüm yol dairesidir. Yukarıdan aşağıya doğru, hat kesimlerine göre sorumluluk alanları parçalara bölünerek, sorumlu olan ünvanlara göre şöyle dağıtılmıştır;

- Genel Müdürlük Yol Dairesi; Tüm TCDD’nin sahip olduğu hatların yol ile ilgili işlerinden sorumludur. Yol Dairesi Genel Müdürü ve 2 Genel Müdür Yardımcısı vardır. Daire birçok alt bölümlere ayrılmıştır. Bunlar; üstyapı, altyapı, tüneller, köprüler, mali işler, personel, yatırım, araştırma planlama, makineler, yol atölyeleri, fabrikalar, sabit tesisler, yol tesisleri ve eğitim hizmetleridir.
- Bölge Müdürlükleri Yol Dairesi; TCDD tüm hatlarını 7 bölgeye ayırmıştır (Bunlar yukarıda gösterilmişti). Buradaki organizasyon genel müdürlükle aynı olup, genel sorumlu Bölge Yol Müdürleridir.
- Şubeler; Her bölge kendi içinde 150 – 180 km’den oluşan alt bölümlere ayrılmıştır. Buradan sorumlu olan kişi Şube Şefleridir.
- Kısımlar; Şubeler kendi içlerinde 40 – 65 km’lik kısımlara ayrılmıştır. Sorumlu kişi Kısım Şefleridir.
- Takımlar ve Tamirat Ekipleri; Her kısım kendi içinde 10 – 15 km’lik bölümlere ayrılmış ve bunlardan sorumlu olan kişilere takım çavuşu denilmektedir.

TCDD’de mevcut şube, kısım ve takım sayılarının bölgelere göre dağılımı Tablo 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.7 Şube, kısım ve takım sayıları.

Uniteler	Bölgeler							Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	
Yol Şube Şeflikler	5	6	4	6	6	5	5	37
Yol Kısım Şeflikleri	20	22	18	26	20	20	20	146
Yol Takımları	60	66	54	78	60	60	60	438

3.5.2 TCDD’de bakım için karar vermede kullanılan hat standartları

TCDD’de bakım kararları için kullanılan kriterler trenin seyrüsefer emniyeti için gerekli olan hat standartlarıdır. Eğer hatta bu standartların dışında bir oluşum mevcutsa TCDD bu konuda bakım kararı verir. TCDD’de bu standartlar aşağıdadır. Öncelikle TCDD’nin yol üst yapı malzemesi ile ilgili belirlediği standartları gösterelim;

- Ray; TCDD’de rayda aşınma miktarları ile ilgili standartlar mevcuttur. Standarta göre ölçüm Robel Aleti denilen ölçüm aleti ile yapılacaktır. Mantarın iç ve dış yüzeyinden belirli açılarda dörder ölçüm yapılacak ve gerekli formül kullanıldıktan sonra rayın mevcut mukavemet momenti hesaplanacaktır. Standarta göre, elde edilen mukavemet momenti, olması gereken mukavemet momentinin %85’inden büyük olmalıdır. Bu arada bu değer %95’in altına düştüğünde hatta yapılacak hıza kısıtlamalar getirilir. Yapılabilecek hız Jahn, Engessen ve Zimmerman metodlarının her biri kullanılarak hesaplanacaktır ve en küçük olanı uygulanacaktır. TCDD’de çok farklı ray türleri kullanılmakta olup, aşınma limiti 4 - 11 mm olarak belirlenmiştir.

- Kaynak; TCDD’de ray kaynağı %06.6’dan daha büyük eğimlerde yapılmayacaktır. Uzun kaynaklı ray yapılırken maksimum çerçeve sayısı 12’yi geçmeyecek yada 360m’de bir conta teşkil edilecektir.

- Balast; Bir metre uzunluğundaki yolda minimum bulunması gerekli balast miktarı;

- Devlet tipi eski yollarda, tek hat; 1.5 m³,
- Devlet tipi yeni yollarda, tek hat; 2 m³,
- Devlet tipi yeni yollarda, çift hat; 4 m³,

Balast derinliği minimum 30 cm olacaktır. Balasttaki yabancı madde miktarının oranı maksimum %13 olacaktır.

- Travers; Travers eksenleri arasındaki mesafe beton traversli yollarda 62 cm, ahşap traversli yollarda 65 cm ve demir traversli yollarda 67 cm olacaktır. Eksenlerde oluşacak kaçmaların maksimum değeri 2 cm olacaktır. Eğer bir çerçevede travers değişikliği gerekiyorsa ve tümü değiştirilmeyecekse, o çerçevedeki traverslerden en fazla %33’ü değiştirilebilir. Aksi takdirde tümü değiştirilir.

- Yol küçük bağlantı malzemeleri; Yol küçük malzemeleri tip kesitte gösterildiği yer ve miktarda eksiksiz bulunacaktır. Eğer ilk anda acil bir durumda tamamlanma imkanı yoksa, simetrik olarak teşkil edilmelidir.

TCDD teşkilatı yeni yapılacak yollar ile yenilenecek yollarda K Tipi Bağlantı Malzemesi ve Beton Travers kullanmayı 1994 yılında kararlaştırmıştır.

TCDD'nin sahip olduğu hatların neredeyse %100'ü Cumhuriyet Dönemi zamanında veya öncesinde yapılmıştır. Bundan önceki bölümde belirttiğimiz gibi bazı hatlar çağımız standartlarının çok altında özelliklere sahiptir. TCDD yeni yapacağı yollarda proje standartlarında kullanılmak üzere minimum olarak şu değerleri seçmiştir;

- Hız 120 km/saat veya daha yukarısı,
- Eğim maksimum %9, fakat çok zorlayıcı şartlar mevcut olursa maksimum %15,
- Minimum kurp yarıçapı 500 m.

Mevcut hatlarda hız durumuna göre TCDD'nin belirlediği geometrik standartlar Tablo 3.8'de gösterilmiştir;

Tablo 3.8 TCDD'de üst yapı geometrik standartları.

DEMİRYOLUNUN BAKIMINDA KABUL EDİLEN TOLERANSLAR				
HIZ (KM/SAAT)	40 - 60	60 – 80	80 - 100	100'DEN FAZLA
10 METRE ARA İLE ALINAN FLEŞ FARKI	30 mm	25 mm	20 mm	15 mm
10 METRE ARA İLE ALINAN DEVER FARKI	40 mm	30 mm	20 mm	15 mm
METREDE DÜŞÜKLÜK FARKI	4 mm	3 mm	2 mm	1.5 mm
DEVER RAMPA MEYİLİ (BURULMA)	% 0.4	% 0.3	% 0.2	% 0.15
HATTIN GERÇEK EKSENİNDEN UZAKLAŞMA	60 mm	50 mm	40 mm	30 mm
ASGARİ YOL AÇIKLIĞI	1432 mm			
NORMAL YOL AÇIKLIĞI	1435 mm			
AZAMİ YOL AÇIKLIĞI	1470 mm			

TCDD kurp yarıçaplarına göre verilmesi gereken sürekartman için ise aşağıdaki standartların hatta uygulanmasını istemektedir;

R > 400 m	1435 mm
350 m < R < 400 m	1440 mm
300 m < R < 350 m	1445 mm
250 m < R < 300 m	1450 mm
R < 250 m	1455 mm

Şimdi bu dönemler için verilen bakım kararlarının nasıl ve hangi kriterler dayanılarak verildiğini inceleyelim.

3.5.3 Düzensizlikler tespit edildiğinde yapılacak bakım için karar verme

Yapılan 6 aylık ve 1 yıllık bakım planlamalarının dışında yolda beklenmeyen ani deformasyonlar, tabii afetler, deraymanlar ve yoldaki yabancı maddelerden kaynaklanan durumlar nedeniyle hatta sürekli turneler yapılır ve anında yapılması gereken işler tespit edilir. Bunun için yapılan turneler şöyledir;

- Yol bekçileri her gün kendi hat kesimini yürüyerek turnelerini yaparlar. Sorumlu oldukları hat kesimlerinin uzunluğu 8 – 10 km arasındadır. Yolda seyrüsefere zarar verecek yabancı madde kontrolü, küçük yol malzemesinin kontrolü, ray ve kaynaklarda olan gözle görülen kırık ve çatlakların kontrolü ve derayman ve tabii afetlerin anında bildirilmesi görevleridir.
- Kısım şefleri haftada en az üç defa tüm hatlarını baştan sona oto drezin, poz otosu veya makine ile teftiş etmek sureti ile kontrol ederler. Kontrol sırasında taşıt hareketlerine göre hatta meydana gelen düzensizlikleri tespit edip bunları yol takımlarına görev olarak bildirirler.
- Şube şefleri haftada en az 1 kez olmak üzere tüm şube hattını kontrol ederler. Kontrol sırasında gördükleri düzensizlikleri kısım şeflerine bildirirler.
- Yol Müdürleri ve müfettişleri ayda 1 kez yol otosu ile ve 1 kezde makine ile tüm bölge hattını teftiş ederler. Düzensizlikleri liste halinde şubelere bildirirler.

3.5.4 6 aylık dönem için bakım kararları

Yukarıda gösterilen turneler haricinde tamamı ile yol geometrisindeki düzensizlikleri belirleyen ve bakım kararı alınmasına yardımcı olan bir turne vardır. Bu da MPV 7 Yol Muayene Makinesi ile yapılan turnedir.

TCDD’de 7 tane MPV 7 makinesi vardır. MPV 7 makinesi hatta 30 km/saat hızla hareket eder ve aynı zamanda hattın mevcut geometrik durumunu tespit eder. Geometri ile ilgili bilgileri grafik veya sayısal olarak verir. TCDD’de 5 tane grafik çıktı veren, 2 tanede analizörlü sayısal veri sağlayan makine vardır.

TCDD’deki uygulama MPV 7’nin grafik verilerinin değerlendirilmesidir. Analizörlü MPV 7 sayısal olarak hattın kalitesini 500 m’de bir vermektedir. Buna göre bir bakım planlaması mümkün olacaktır. Ama sayıları hem azdır, hem de TCDD’de sadece grafik analizleri kullanılmaktadır.

MPV 7 hat üzerinde yürürken 7 tane geometrik pozisyonu mekanik düzeneikle kağıt üzerine grafik olarak aktarmaktadır (Ek C). Geometrik veriler şunlardır;

- Burulma; Her 3 m’de bir dever rampasının değeri,
- Sağ Fleş; Sağ rayda meydana gelen aksenal sapmaların değeri,
- Dever; Kurplarda dış raya verilen yükseltme değerinin grafik olarak mevcut durumu,
- Sol Fleş; Sol rayda meydana gelen aksenal sapmaların değeri;
- Sağ Nivelman; Sağ rayda mevcut nivelman değerleri,
- Sol nivelman; Sol rayda mevcut nivelman değerleri,
- Ekartman; Hat açıklığının mevcut değerleri.

Tüm bu grafik veriler bir abaktan geçirilir (Ek D). Bu abakta hattın olması gereken mevcut durumuna göre limitler işaretlidir. Bu limitleri geçen noktalarda geometrik bakım yapılması gerekmektedir. Bunlar yol müfettişleri vasıtası ile belirlenir, hangi kilometreler arasında ne tür deformasyon olduğu belirtilerek şubelere görev olarak bildirilir. Bunun yanında makineli çalışma içinde bu noktalarda çalışma yapılacağı tespit edilir. **Düzenli bir karar verme mekanizması öncelik tespiti ve iş planı hazırlama yoktur.** Ayrıca bu tüm TCDD hattında tek bir elden yapılmamakta, bölgeler kendi belirlediği yerleri yapmaktadır. Bu yüzden bazı bölgeler gerekenden daha fazla imkana sahiptir. Bunun yanında iş makineleri de genel merkezden yönetilmemekte, tüm bölgelere dağıtılmış durumdadır. Bu sistemle 6 ay içinde yapılacak geometrik bakım tespit edilir.

3.5.5 1 yıllık dönem için bakım kararları

Yıllık bakım kararlarında sadece geometrik bakım için değil tüm iş kalemleri için karar verilir. Bu kararlar her yıl sonunda aralık ayında gelecek yıl için bölgeler tarafından Genel Müdürlüğe bildirilir. Aynı zamanda bu kararlar gelecek yılın bütçe kararlarıdır.

Alt başlık olarak kararların nasıl verildiğini inceleyelim.

- Ray Değiştirilmesi; Bu konuda yapılan karar verme çalışması kriteri, rayda oluşan aşınmaların Robel Aleti ile ölçümü ve mukavemet momentinin hesaplanmasıdır. Tüm ana hatlarda öncelikle genel gözle bir denetim yapılır. Sonrasında ise durumu ile ilgili şüpheye düşülen tüm rayların Robel Aleti ile ölçümü yapılır. Sonrasında değiştirme kararı verilir. Bunun haricinde ray değiştirme için rayların

yaşlarına bakılmaktadır. 30 yaşını geçen hattaki raylar değiştirilir ve 25 yaşın üstündeki raylar ise değiştirme programına alınır. TCDD'nin mevcut durumuna göre hattaki rayların yaşların Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9 TCDD'de bulunan rayların yaşları.

Yaş Grupları	Uzunluk (km)	Tüm içinde %
0-10	2.482	28,84
10-20	2.380	27,65
20-30	1.656	19,24
30+	2.089	24,27
TOPLAM	8.607	100,00

Bu arada ray aşınması nedeni ile değiştirilen raylarda tek yönde mantar içi büyük aşınma göstermesine rağmen öbür yanakta aşınma yoksa ve hala ray değiştirilmesi için gerekli mukavemet momentinin altına düşmemişse, bu tür raylar mevcut yolun takviyesi içinde kullanılır. Hurda değeri normal değerinin çok altında olduğu için ayrı olarak gösterilmeyecek ve mevcut yolun takviyesi maliyetleri içinde ayırım yapılmadan gösterilecektir.

- Travers değiştirilmesi; Hatta bulunan traversler yapılan yıl sonu turneleri ile gözle kontrol edilir ve değiştirilmesi gereken traversler belirlenir. Adet ve cins olarak bildirilir.
- Küçük Malzeme Değiştirilmesi; Genel turnelerle hat kesimlerine göre değiştirilmesi gereken miktarlar belirlenir. Bildirilirken ton olarak birimi verilir.
- Balast Yükleme Boşaltma ve Değiştirilmesi; Hat kesimleri gezilerek genel olarak hat kesimlerinin uzunlukları ve balastın durumuna göre miktar m^3 olarak belirlenir ve bu birimle bildirilir.
- Geometrik Bakım; Geometrik bakımla ilgili 1 yıllık kararlar da yine yol muayene makinesinin kayıtlarına göre belirlenir. Miktarı metre olarak bildirilir.
- Balast Elemesi; Balastın durumu kontrol edildikten sonra, değiştirilmesine gerek kalmayacağına, sadece elenmesi ve bir miktar balast eklenmesi kararı verilir. Birimi m^3 olup, miktarı bildirilir.
- Makas Parçası değiştirilmesi; Makasların kontrolü sonucunda makasın tümü ile değiştirilmesine gerek kalmadan parçalarının değiştirilmesi durumunda bu karar verilir. Parçanın kod numarası, adedi ve sayısı verilerek bildirilir.
- Makasların kontrolü sonucunda değiştirilmesi uygun görülen makasların adedi ve cinsi bildirilir.

- Kültürel Tahkimat, Yarma Hendek Bakımı, Ot Temizliği, Debuşe ve Derivasyon Temizliği; Hattın turnelerle kontrolü sırasında ortalama olarak tahmin edilir ve bildirilir.
- Küçük Malzeme Bakımı; 1 sene önce yapılan miktara göre tahmin edilerek bildirilir.
- Ray Kaynağı; Hatta ray kaynağı için uygun olan her hat kesiminde kaynak yapılır. Bu ortalama TCDD hattının %40'lık kısmını oluşturur. O anda mevcut olmayan bu tip yerler ile yapılan kontrol sırasında hasara ve deformasyona uğramış noktalar kaynak programına sokulur.

Tüm bunların sonunda bakım planlaması yapılacak işlerin miktarları her iş kalemlerine göre Bölgeler tarafından Genel Müdürlüğe sunulur. Genel Müdürlük bu miktarlar ve maliyetleri hakkında karar verir ve bir sonraki senenin bakım yapılacak kalemleri, miktarları ve maliyetleri için bir ön keşif yapılmış olur.

3.6 TCDD'DE YOL ÜST YAPISININ BAKIMI İÇİN KULLANILAN KAYNAKLAR VE YÖNTEMLER

TCDD'de yol bakımı için insan gücü ve iş makineleri kullanılmaktadır. İnsan gücü için direkt hatta çalışan personel A ve B grubu işçiler olarak ayrılmaktadır. A grubu işçiler yıl boyunca daimi olarak çalıştırılır. B grubu geçici işçiler ise yaz aylarında iş hacmi arttığında dönem başında alınır ve yoğunluk azaldığında sözleşmeleri fesh edilir.

İnsan gücü olarak çalışan bu grupların bölgelere göre sayıları Tablo 3.10'da verilmiştir. TCDD kullanılan iş makineleri yol yenilenmesi, geometrik bakım, balast elemesi, ray kaynağı, yol hakkında bilgilerin derlenmesi ve gerekli malzemelerin hatta taşınması türünden sınıflara ayrılmıştır. Bunların sayıları ve cinsleri Tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.10 TCDD'de çalışan A Grubu (Daimi) ve B Grubu (Geçici) işçilerin sayıları.

BÖLGE	A GRUBU	B GRUBU	TOPLAM
1	422	291	713
2	558	372	930
3	446	276	722
4	509	302	811
5	470	280	750
6	631	385	1,016
7	498	217	715

Tablo 3.11 TCDD’de bulunan iş makinelerinin sayıları.

30 BURAJ MAKİNESİ
11 BALAST ELEME
12 BALAST REGÜLATÖRÜ
13 TOKMAKLAMA MAKİNESİ
42 POZ OTOSU
7 YOL MUAYENE MAKİNESİ

Yol bakımında takımların kullandığı el aletlerinin listesi aşağıda verilmiştir.

- Ray maşası,
- Travers maşası,
- Manivela,
- Kriko,
- Özel buraj kazmaları,
- Kürek,
- Bulon ve tirfon sıkma için el aletleri,
- Ekartman ölçmek için ray gabarisi,
- Dever ve ray gabarisi,
- Uzun ve kısa çelik şerit metre,
- Pompalı veya el ile ittirilen drezinler,
- Balast yaymak için özel drezinler,
- Balast eleme malzemeleri,
- Hattaki yabancı otların temizlenmesi için tırmık,
- Balyoz,
- Ahşap traverslerde tirfon deliği açabilmek için burgu el aleti,
- Beton traverslerde kullanılmak üzere çok sayıda dübel,
- Motorlu burgu aleti,
- Hatta çalışıldığını ve trenlere bu durumu gösteren işaretler,
- Hız kısıtlaması veya tehlike işaretleri,

Bunların haricinde her takımda bulunmayan ama bazı şubelerde çok az sayıda bulunan ekipmanlar ise aşağıdadır;

- Tirfonların sıkılması için motorlu ve elektrikli tirfonaj makineleri,
- Elektrikli ray delme makinesi,
- Kaynak ekipmanları,

- Ray kesme makinesi,
- Nivo ve takeometre gibi topoğrafya ölçüm aletleri,
- Gizli düşükleri ölçmede kullanılan floksometre,
- Büyük krikolar,
- Cebire bulonu sıkamak için elektrikli ekipman (Blendaj).

Bu konuda dikkat çeken olay geometrik bakım, balast elenmesi ve balast yükleme boşaltma işlerinin hem elle hemde iş makineleri ile yapılmasıdır.

Geometrik bakım işçi iş gücü ile yapıldığında iş makinelerine göre, kullanılan el aletleri ve yöntemlerle daha uzun sürede, daha kalitesiz ve daha pahalıya mal olmaktadır. Dünya ülkeleri bu konuda tam mekanizasyona geçerken TCDD hala bu konuda işçi iş gücünü kullanmaya devam etmektedir.

3.7 TCDD'DE YOL ÜST YAPISININ BAKIMI NE KADAR MALİYETLE YAPILMAKTADIR?

TCDD'de 1998 yılında yapılan yol bakım maliyeti 55.636.509.639.153,90 TL'dir. Değiştirilen malzemenin toplam maliyeti 4.481.311.585.718,94 TL, işçilik maliyetleri 35.739.488.034.394,50 TL, iş makinelerinin toplam maliyeti (amortismanlar da dahil) 6.471.488.753.738,57 TL ve diğer tüm yan işler için toplam giderler 8.944.221.265.301,90 TL'dir.

Bu arada yapılan tüm işler için 11.870.436 adam x saat işçi iş gücü harcanmış olup, ortalama birim saat ücreti 3.010.798,26 TL'dir.

Tüm bu değerler 1998 yılı fiyatlarına göre verilmiş olup Şubat 2000 tarihine göre güncellenmiştir. (1998 Ocak 1 \$; 214.190 TL, 1998 Aralık 1\$; 313.700 TL, 1998 yılı ortalama 1\$; 263,945 TL, 2000 Şubat 1 \$; 562.500 TL)

3.8 TCDD'DE YAPILAN İŞLERİN TEKNİK KONTROLU NASILDIR?

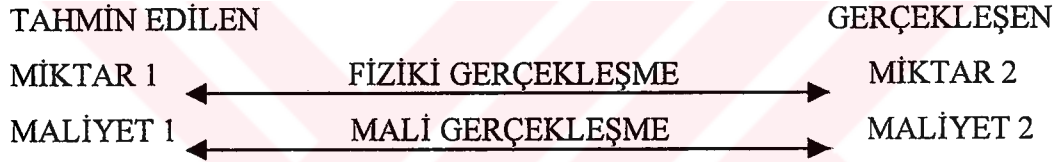
Yapılan işlerin direkt olarak o anda ne kadar kaliteli yapıldığına dair bir kontrol metodu bir prosedür TCDD'de yoktur. İşin yapılması sırasında Takım Çavuşları yaptıkları işin limitler dahilinde olup olmadığını basit ölçüm aletleri ile kontrol ederler. Yol Kısım Şefleri ve Şube Şefleri turneleri esnasında bu işleri gözle ve taşıt hareketi ile kontrol ederler. Ve en nihayetinde herhangi bir kaza veya hız azaltma durumunda yapılan işin kalitesi sorgulanır. Yani yapılan işin kalitesi ile ilgili o anda ayrıntılı bir kontrol planı yoktur.

6 aylık dönemlerde yol muayene makinesi ile yapılan denetimlerde hattın standartlar dahilinde olup olmadığı ortaya çıkar. Fakat bu durumda bile yapılan işin ne kadar etkili olduğu ve yapılan iş sonrasında bakımın ne kadar süre hattın durumunu koruduğu sorgulanmaz.

Yapılan işin denetimi için tüm ayrıntıların kontrolü gerekmektedir. Yani aslında bir teslim alma yönetmeliği gerekmektedir.

3.9 TCDD'DE YAPILAN ÜST YAPI BAKIMIN PERFORMANSI NASIL KONTROL EDİLMEKTEDİR?

TCDD'de bir sonraki yıl yapılacak işler için her bölge iş miktarlarını tahmin eder. Bunun birim süre ve maliyetlerine göre bütçe görüşmelerinde gerekçesi ile birlikte bütçe talep eder. Verilen bütçe ile yapılacak iş miktarları böyle belirlenir. Bunu önceden anlatmıştık. Sonrasında aylık olarak gelen raporlarla yapılan işlerin fiziki gerçekleşmesi ve mali gerçekleşmesi kontrol edilir.



1 yıl içinde yapılan işlerin miktar ve maliyetlerinin karşılaştırılmasından başka TCDD'de başka performans değerlendirmesi yapılmamaktadır. Uzun vadede servis süresi boyunca meydana gelecek maliyet oluşumları göze alınmaz. Yani planlı ve uzun vade de denetim yoktur.

3.10 TCDD'DE MALİYET ARTIRICI ETKENLER NELERDİR?

TCDD'de yapılan yol bakımında maliyet artırıcı etkenler başlıklar halinde aşağıda anlatılmıştır.

3.10.1 Geometrik bakım ve balastla ilgili işlerde tam mekanizasyona geçilememesi

Elle yapılan işlerde üç kalem aynı zamanda iş makineleri ile de yapılmaktadır. Bunlar;

- Geometrik Bakım; Terfi, tanzim, buraj, platformun düzenlenmesi,
- Balast elemesi,
- Balastın yükleme ve boşaltılması,

Bunların işçi iş gücü ve iş makineleri ile yapılması durumunda birim maliyetler aşağıda gösterilmiştir. Geometrik bakım iş makineleri ile yapıldığında buraj makinesi, tokmaklama makinesi ve balast regülatörü bir arada çalışmaktadır. Yani geometrik bakımda bu üç makinenin birim metre için maliyetlerinin toplamı alınmıştır (Tablo 3.12). TCDD'nin tüm ana hatlarının uzunluğu 8.607 km olup 1998 yılında toplam 5.233,060 km'sinde geometrik bakım yapılmıştır. Bunun 1.276,540 km'si el ile, 3.956,520 km'si ise makine ile gerçekleşmiştir.

Makine ile yapılan geometrik bakımın 1 metresinin maliyeti 1.668.969,57 TL iken, işçi iş gücü ile yapılan geometrik bakımın 1 m'si ise 13.347.871,50 TL'ye mal olmaktadır. Burada iş makineleri iş gücü ile yapılan geometrik bakımın işçi iş gücü ile yapılana göre 1/8 mertebesinde tasarruf sağladığı görülmektedir. (Fiyatlar 1998 yılı fiyatları olup 2000 Şubat tarihine göre güncellenmiştir).

1998 yılında TCDD'nin tüm şebekesi dahilinde toplam 533.982 m balast eleme işi yapılmıştır. Bunun 386.502 m'ü işçi iş gücü ile ve 147.480 m'ü iş makineleri iş gücü ile yapılmıştır. İşçi iş gücü ile yapılan balast eleme işinin 1 m'ü 5.118.353,93 TL'ye iş makineleri iş gücü ile yapılan işin 1 m'ü ise 11.660.624,10 TL'ye mal olmaktadır. (Fiyatlar 1998 yılı fiyatları olup 2000 Şubat tarihine göre güncellenmiştir).

Balast eleme işlerinde iş makineleri iş gücü ile yapılan bakım, işçi iş gücü maliyetinin iki katından fazladır. Bunun nedeni balast eleme makinelerinin kapasitesinde kullanılamamasıdır. Eğer kapasitesinde kullanılırsa maliyet ne olur? Bu duruma sebebiyet veren şey bir sonraki maliyet artırıcı sebepte incelenmiştir.

Balast yükleme boşaltma işleri düzenli balast ilavesi ve yol yenilemeleri haricinde insan gücü ile yapılmaktadır. İş makineleri iş gücü ile yapılan bu iş çok daha pahalıya yapılmaktadır. Fakat ileride inceleyeceğimiz gibi bu işin yapılışı sırasında makineler kapasitesinde kullanılırsa bu işçi iş gücünden daha ucuza gelecektir. Bununla ilgili bir düzenleme yapılması gerekir.

3.10.2 İş makinelerinin kapasitesinde çalıştırılmaması

TCDD'de kullanılan iş makinelerinin kapasite kullanımı Tablo 3.14'de verilmiştir. Örneğin bir buraj makinesinin 1 saatte yapabileceği iş 700 m ise ve bu buraj makinesi 1 saatte 350 m iş yapabilmişse, iş makinesinin kapasite kullanım oranı %50'dir. Eğer kapasite kullanımı ve sahada kalma saatleri artırılırsa birim yol bakım

maliyetleri yukarıda 1998 yılında gerçekleşen birim maliyetlerin çok altında olacaktır.

Tablo 3.14 Son 10 yıl ve 1998 yılı için makinelerin ne kadar kapasitede kullanıldığını gösteren tablo.

	SON 10 YILDA İŞ MAKİNELERİNİN KAPASİTE KULLANIM ORANLARI
30 BURAJ MAKİNESİ	%52
11 BALAST ELEME	%19
12 BALAST REGÜLATÖRÜ	%70
13 TOKMAKLAMA MAKİNESİ	%30

	1998 YILINDA İŞ MAKİNELERİNİN YAPTIKLARI İŞ MİKTARLARI	1998 YILI İÇİN KAPASİTE KULLANIM ORANLARI
30 BURAJ MAKİNESİ	3.956.520 m	%54
11 BALAST ELEME	147.480 m ³	%18
12 BALAST REGÜLATÖRÜ	3.927.450 km	%72
13 TOKMAKLAMA MAKİNESİ	1.745.425 km	%33

Geometrik bakımda kapasite kullanımını etkileyen en büyük neden balast tabakasının durumu ve drenaj durumudur. Bu konuda ne olursa olsun bir çalışma yapmak şarttır.

3.10.3 Kullanılan el aletlerinin teknolojik yetersizliği

Yol Bakımında kullanılan el aletleri yapılan işin birim süresi konusunda büyük rol oynamaktadır. Bunlardan en önemlisi küçük malzeme bakımında tirfon ve bulon sıkılması ve takılmasında kullanılan ekipmandır. Ayrıca cebire bulonlarının sıkılması ve takılması için mekanik araçlar mevcuttur (**Blendaj**). Bunun için tirfonaj makinesi ve cebire bulonu sıkılması için makine kullanılması küçük malzeme bakım ve değiştirilmesindeki birim süreyi ve kullanılacak işçi iş gücünü düşürecektir. Ayrıca küçük malzemenin takılıp sökülmesi ray değiştirilmesi ve travers değiştirilmesi işlerindeki birim süreyi de düşürecektir.

3.10.4 Yapılan işin kontrol metodları

Yapılan işin kontrolünde sıkı kurallar olmaması yapılan işin başıboş bırakılmasına neden olmaktadır. Böyle bir durum nedeniyle yapılan işlerin ömrü kısa olmakta, bakım periyodu yakın olduğundan maliyetler artmaktadır.

3.10.5 Yapılan işlerde uzmanlaşmış grupların bulunmaması

Yolda yapılan işlerde tüm iş kalemlerini aynı grup, yani takımlar yapmaktadır. Çok çeşitli işler olması kişilerin konularda uzmanlaşmalarını engellemektedir. Tek tip iş yapan gruplar yaptıkları işi çok iyi bilecekler ve iş hem kaliteli olacak hem de belirlenen birim süre ve maliyetlerde gerçekleşecektir.

3.10.6 TCDD'nin yollarının geometrik özellikleri

TCDD eğimler ve kurplar açısından incelenirse, bir çok yüksek eğim ve bir çok düşük yarıçaplı kurp görülecektir. Bu durumda eğimli ve düşük yarıçaplı kurplarda yüklerin etkisi çok yüksek olacak ve hatta oluşan hızlı deformasyonlar bakım periyodunu düşürecektir. Fakat bu durum yatırım kararı olacağından bu çalışmada incelenmeyecektir. Yapılması gereken yeni güzergahlar tespit edip yatırımla ilgili fizibilite hazırlanırken yol bakım maliyetlerindeki düşüş miktarını da göze almaktır.



4. TCDD'DE ETKİN VE EKONOMİK YOL BAKIMI İÇİN YENİ SİSTEM

4.1 GİRİŞ

Demiryolu şirketlerinde yol bakım maliyetleri hesaplamalarında yapılan işlerin standart maliyetlerinin (birim maliyet) tanımlaması gerekir. Her iş kalemi için aşağıda verilen tanımlam yapılır. Aşağıda iki tür standart maliyet tanımlanmıştır. Bunun nedeni aynı işin, işçi iş gücü veya makineli yapılması durumunda oluşacak birim maliyetin farklı olmasıdır.

$$i_{\text{standart}} = e + \text{mal} + d (+ \text{mak})$$

Veya,

$$i_{\text{standart}} = \text{mak}$$

i = Yapılan işin standart maliyeti (**birim maliyet**),

e = Birim Süre x Çalışanın Saatlik Ücreti = **İş Gücü Maliyeti**

mak = Sabit Giderler + İşletme Giderleri + Operatör Maaşları = **Makine Maliyeti**

mal = Malzemenin Birim Fiyatı = **Malzeme Maliyeti**

d = $a_1 + a_2 + \dots + a_n$ = **Diğer Maliyetler**

Toplam maliyetler hesaplanırken, öncelikle her iş kaleminin standart maliyeti, yapılan iş miktarı ile çarpılır. Daha sonra iş kalemlerinin maliyetleri toplanarak, belirli bir gider dönemi için demiryolu yol bakım maliyetlerine ulaşılır.

Böyle bir gösterimle yol bakım maliyetleri nasıl düşürülebilir?

- **Yapılan birim iş için işçilik maliyeti düşürülebilir.** Bunu yapmak, iş geliştirme planları ve yeni teknoloji kullanımı ile mümkündür. Yapılan iş gerçekleştirildiği birim süre düşürülürse işçiliğe ödenecek fiyat düşer. Bu arada bunu gerçekleştirmek için ek bir maliyet oluşuyorsa (kullanılan yeni ekipman amortismanı gibi..) fizibilite yapılmalıdır.

- **Makine maliyetleri düşürülebilir.** Makine ile yapılan işlerde birim maliyetlerin düşmesi birim sürede daha fazla iş yapılmasına ve çalışma saatlerinin daha fazla olmasına bağlıdır. Makinelerin kapasitelerinde kullanılması en büyük etkenlerden birisidir.
- Bazı işler hem işçi iş gücü hemde makine ile yapılabilmektedir. Bunların birim maliyetleri karşılaştırılıp daha düşük olan tercih edilebilir (Bu arada her zaman makine ile yapılan çalışmanın daha kaliteli ve daha kısa süreli olduğuna dikkat çekmek gerekir). **Yani bazı işlerde tam mekanizasyona geçilebilir.**
- **Daha etkili veri aktarımı ve bakım planlaması sistemleri geliştirilebilir.** Bu sayede bakım önceliklerinin belirlenmesi, maliyetlerin kontrolü ve kaynakların optimum kullanımı mümkün olacaktır.
- **Yapılan işin tam olarak yapılıp yapılmadığının denetimi ve bu kontrol için gerekli kriterlerin hazırlanması ile ilgili bir sistem geliştirilebilir.** Bu sayede yapılan iş tam olarak gerçekleşeceğinden bakım periyotları daha uzun olacaktır.

Bundan sonraki kısımda yukarıdaki söylenenler doğrultusunda TCDD için aşağıdaki konular incelenmiştir;

- TCDD’de iş geliştirme programı ve el ile yapılan işlerin birim sürelerini azaltmaya yönelik çalışmalar yapılabilir mi?,
- TCDD’de makine birim maliyetlerinin düşürülmesine yönelik çalışmalar yapılabilir mi?,
- TCDD’de tam mekanizasyona geçiş mümkünmüdür, nasıl geçilebilir?,
- TCDD’de eldeki kaynak miktarına göre yapılacak bakım cins, miktar ve yerinin belirlenmesi için karar vermeyi sağlayacak bir bakım planlaması nasıl yapılır?
- Bu planlama ile tam bir maliyet kontrolü nasıl sağlanır?
- Yapılan işin tam olarak gerçekleştirildiğini belirlemeye yönelik bir denetim metodu geliştirilebilir mi?

4.2 İŞ GELİŞTİRME PROGRAMLARI VE YENİ TEKNOLOJİ EL ALETLERİ KULLANIMI İLE BİRİM SÜRELERİN DÜŞÜRÜLMESİ

TCDD’de yapılan iş kalemlerinin standart süreleri belirlenmiştir. TCDD bu süreleri belirlerken 1994 yılında şu uygulamayı yapmıştır. Önce Genel Müdürlük yapılan işleri belirlemiştir. Daha sonrasında tüm TCDD hattında bu işlerin ne kadar sürede yapıldığına dair 1 ay süreyle her çalışma birimi kayıt tutmuştur. Tüm sonuçlar Genel Müdürlüğe ulaşmış ve burada bu veriler değerlendirilip her iş birimi için ortalama alınmıştır. Bu ortalamalar birim süre olarak kabul edilmiş ve birim saat ücreti ile çarpılarak standart yol bakım birim maliyetlerine ulaşılmıştır.

Standart maliyetler yapılan işin hem fiziki hemde mali olarak değerlendirilmesinde kullanılır.

Yapılan işin yapılış şekli ve kullanılan yardımcı ekipmanlar o işin süresini belirler. Yapılan işi daha kolaylaştırmak, daha uygun şekilde yapılması ve kullanılan yardımcı ekipmanlarda yapılacak değişiklikler o işin birim süresini etkiler.

TCDD’de küçük malzeme sökülmesi ve takılması işlemleri elle yapılmaktadır. Tirfon ve cebire bulonları için bazı mekanik el aletleri TCDD’de mevcuttur. Fakat bir kaç şubede ve yol yenilemesi işlerinde kullanılmak üzere az sayıda bulunmaktadır. Bu işler basit el aletleri ile yapılmaktadır.

Öncelikle tirfon ve bulon değiştirilmesinde mekanik el aletleri kullanıldığında birim sürenin nasıl değişeceğine bakalım.

Tirfon sökülmesi veya takılması işleminin el ile yapılması durumunda birim süresi 2 dakika / 1 adet, tirfonaj ile 2 dakika / 8 adet’tir. Bu durumda bu işin tirfonaj ile yapılması, el ile yapılmasına oranla 1/8 mertebesinde daha kazançlıdır.

Cebire bulonu sıkılması veya sökülmesi işleminin el ile yapılması durumunda birim süresi 3 dakika / 1 adet, blendaj ile yapılması durumunda ise 1 dakika / 1 adettir. Bu durumda cebire bulonu sökülmesi ve takılması işinin blendaj ile yapılması, el ile yapılmasına oranla 1/3 mertebesinde daha kazançlıdır.

TCDD’de yapılan küçük malzeme bakımı ve değiştirilmesi işlerinin miktarına bakıldığında süre farklarının ne kadar önemli olduğu ortaya çıkacaktır.

Tüm hatta 1998 yılı içinde yapılan küçük yol malzemesi değiştirilmesi ve bakımı işleri içinde tirfon sökülmesi ve takılması işlerinin tirfonaj makinesi ile yapılması durumunda yaklaşık 130.000 adam x saat'lik bir kazanç sağlanacaktır.

12 m'lik bir rayın değiştirilmesi sırasında cebire bulonu sökülmesi ve takılması için mekanik el aletlerinin kullanılması durumunda insan gücünden sağlayacağımız tasarrufu hesaplamaya çalışalım.

TCDD'de kullanılan ray uzunlukları ortalama 36 m'dir. 36 m'de bir ya kaynaklı ya da cebireli bağlantı mevcuttur. TCDD'nin geneli toplamında uzun kaynaklı hat kesimi %21'dir. Geri kalan tüm bağlantılar cebireli bağlantıdır. Genelde 6 delikli cebireler mevcuttur. Bir rayın değiştirilmesi sırasında başındaki ve sonundaki cebirenin sökülmesi ve takılması gerekmektedir. Toplam 12 bulon sökülür ve takılır. Bunun toplam süresi el ile yapılan işlerde 72 dakikadır. Mekanik el aletinin kullanılması durumunda ise 24 dakikadır. 1998 yılında değiştirilen ray uzunluğu 141.438 m'dir. Bunun %25'inin uzun kaynak olduğunu varsayalım. Geri kalanını 36 m'lik birim raya bölersek, bağlantı sayısı 2.496 adettir. **Buradan yapılan hesaplamalar sonucunda insan gücü açısından tasarruf yaklaşık 2.400 adam x saat olacaktır.**

Travers değiştirilmesinde ise tirfonların sökülmesi gerekmektedir. Her traversde ortalama 4 tirfon olduğunu varsayalım. El ile 4 tirfonun sökülmesi 8 dakika, takılması işlemi 8 dakika olup toplam 16 dakikada bu işlem tamamlanacaktır. Tirfonaj ile bu iş 2 dakikada yapılacaktır. Bu durumda travers değiştirilmesinde 1 travers için kazanç 14 dakika olacaktır. **TCDD'nin 1998 yılında değiştirdiği travers sayısı 121,957 adet olduğuna göre kazanç 28.456 adam x saat olacaktır.**

TCDD'de az sayıda kullanılan tirfonaj ve blendaj makinelerinin amortismanlarını da bu hesaba katmak gerekir. TCDD 2 çeşit tirfonaj ve blendaj makinesi kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi hem tirfo hem de cebire bulonu takılması ve sökülmesi işlemini gerçekleştirmektedir. Bunun fiyatı 27.958 Fransız Frangı (2.365.246.800 TL) olup amortisman süresi 10 yıldır. Bu ekipmanın özelliği elektrikle çalışması olup, güç kaynağı bulunabilen yerlerde çalıştırılabilmesidir. Bu nedenle bunların Kısım Merkezlerinde kullanılacağı kabul edilebilir. Toplam Kısım sayısı 146'dır. Bir tanesinin

yıllık amortismanı 2.795,8 FF olup 146 tanesinin yıllık amortismanı FF (34.532.603.280 TL) olacaktır.

İkinci tür ise sadece tirfon takılıp sökülmesi işlemini yapabilmektedir. Fiyatı 17.800 FF (1.505.880.000TL)'dir. Bunlar benzinli olarak çalışabilmekte olup ana hatta kullanılabilir. Servis süresi 10 yıldır. Her Kısımın bir küçük malzeme grubu olduğunu kabul edersek, toplam kullanılacak ekipman 146 adettir. Yıllık amortismanı 1.780 FF olup 146 adedinin FF (21.985.848.000 TL) olacaktır.

1998 yılında 1 saatlik emek maliyeti (2000 Şubat ayına güncellenmiş şekli ile) 3.010.798,26 TL'dir. Bu duruma göre küçük malzeme ile ilgili işlerde tirfonaj ve blendaj kullanılması durumunda 157.830 adam x saat işçi iş gücü tasarrufu ve 418.675.838.095 TL (tirfonaj ve blendaj makinelerinin amortismanları düşüldükten sonra) tasarruf sağlanacaktır.

Balast yükleme boşaltma işleri düzenli balast ilavesi ve yol yenilemeleri haricinde insan gücü ile yapılmaktadır. Bu kalem maliyetler arasında çok büyük bir dilimi kaplamaktadır. Bununla ilgili bir düzenleme yapılması gerekir. Yapılacak iş hattın her kesimi için balast ekleme yapılacak noktaların belirlenmesi ve balast ilavesi ve platform düzenlenmesi işlerinin belirli bir plana göre yapılmasıdır. Tüm TCDD Şebekesi için belirlenen balast ilavesi işleri balast ocaklarından direkt olarak iş trenleri ile dağıtılsa balast yükleme boşaltma işleri el ile yapılmayacaktır. Bunun yanında eğer beklenmeyen durumlarda balast ihtiyacı ortaya çıkabileceğini de düşünerek bazı merkez istasyonlarında dolu balast vagonları bekletilebilir. Balast yükleme boşaltma işlerinin direkt iş trenleri ile yapılması durumunda elde edilecek kazanç aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

TCDD'de kullanılan balast taşıma vagonlarının (FB vagonları) 1 tanesi ile 16 m balast taşınabilmektedir. 1998 yılında 306.572 m balast yükleme ve boşaltılması el ile yapıldığına göre, toplam 19.160 adet FB vagonu bu miktarı taşıyacaktır. TCDD'de istasyonların faydalı uzunluklarına göre 1 tren 60 vagon dan oluşabilir. Bu duruma göre taşımayı 320 tren yapacaktır. TCDD'de toplam 28 adet balast madeni hat üzerinde mevcut olup bu trenler için ortalama taşıma uzaklığı 300 km olacaktır. 1998 yılında TCDD'de 1 tren – km maliyeti 8.429.028 TL olup, toplam taşıma maliyeti

809.186.689.903 TL olacaktır. Bu sonuca göre yapılacak 1 m balastın taşınması işlemi 2.639.467 TL'ye gelecektir. İşçi iş gücü ile yapılan 1 m balast yükleme boşaltma işi ise 5.118.353 TL'ye malolmaktadır.

Bu durumda 459.858 adam x saat işçi iş gücü tasarrufu ve 575.352.975.811,27 TL tasarruf sağlanacaktır.

Yapılacak bir işte bazı iş kalemlerinin uzmanlaşmış gruplar tarafından yapılması ve bu grupların diğerleri ile birlikte nasıl çalışacağının belirlenmesidir. TCDD'de tüm planlı ve plansız işleri yol takımları yapmaktadır. Bunun yerine bazı iş kalemlerinin sadece bu işi yapan gruplar tarafından yapılması düşünülebilir.

Örneğin ray değiştirme programlarının belirli bir dönem için hazırlanması ve bu işi sadece bu işle uğracak mobilize bir ray değiştirme ekibinin yapması gibi. Aynı şekilde travers değiştirme işini sadece bu işi yapan mobilize ekiplerin yapması ve küçük malzeme bakımı, değiştirilmesi işlerini yapan ekiplerin olması buna örnek olarak verilebilir. Küçük malzeme ekipleri ray ve travers ekipleri ile birlikte çalışabilir.

4.3 İŞ MAKİNELERİNİN BİRİM MALİYETLERİNİN DÜŞÜRÜLMESİ

TCDD'de iş makinelerinin birim maliyetlerinin yüksek olmasının en büyük nedeni kapasitelerinde kullanılamamasıdır. TCDD'de iş makinelerinin ne kadar kapasite ile çalıştığı 4. Bölümde verilmiştir.

İş makinelerinin kapasitesi denildiğinde birim saatte yapabileceği iş miktarından bahsetmekteyiz. Örneğin buraj makinesi 1 saatte 500 metre yolun burajını yapabilir ifadesi o makinenin kapasitesini göstermektedir. Eğer bu iş makinesi saatte ortalama 400 metrenin burajını yapıyorsa kapasitesinde kullanılamamaktadır.

Bunun yanında saatlik maliyetin düşürülmesi için gerçekleştirilebilecek bir konuda sahada bir defada çalışılan saat miktarını artırmaktır. Yani hatta giren bir iş makinesi uzun süre hatta çalışabilmelidir. Bunun nedenini teorik ve pratik kapasite tanımı ile anlatabiliriz.

İş makinesi hatta 1 saat çalışırsa (Örneğin 08 – 16 büyük buraj makinesi) maksimum kapasitesi 550 m/saat'tir. Fakat hatta bir defada kalma süresi 1 saatten fazla olursa, 1 saatten sonraki her saat saatlik kapasitesi 700 m'ye çıkacaktır. Bunun nedeni iş

makinesinin işe başlamadan önce çalışacağı yere gitmesi hazırlanması, toplanması ve geri dönme süresidir. Bu yaklaşık 15 dakikadır. Buradan teorik ve pratik kapasite tanımını yapmak gerekir. 08 –16 Büyük Buraj Makinesinin teorik kapasitesi 700 m/saat, pratik kapasitesi 550 m/saat'tir. Yani bu nedenle iş makineleri hatta daha uzun süreler çalışırsa daha fazla iş yapacaktır. 1 saat için hesaplanan birim sürede daha fazla iş yapması sonucunda da birim metre maliyetini düşürecektir.

İş makinelerinin hatta çalışabilmesi için çalıştığı hat kesiminde tren olmaması yani tren seferlerine göre uygun zamanlarda hatta girmesi gerekmektedir. Bu süre ise minimum 1 saat olmalıdır. Bu önemli bir kısıttır. Bu kısıtın aşıp hatta kalma süresinin artırılması için aşağıda anlatılan uygulamalara başvurulabilir;

- Tren seferlerinin az olduğu veya birinci derecede trenlerin çalışmadığı zamanlarda çalışma yapıp bazı ikinci ve üçüncü dereceden trenlerin gecikmesini kabul edip çalışmaların yapılması,
- Hatta seyreden trenlerin orerlerini baz alarak, gecikmeler gerçekleşse de gelen sürekli veri ile anında çalışma düzenlemesi yapacak bir algoritma geliştirmek. Bunu biraz açalım. İş makinelerinin hatta çalışması izni, tren seferlerinin takibi ve yönlendirilmesi dispeç merkezinde dispeç tarafından verilir. Bunun anlamı dispeçin o andaki karar vermesi durumudur. Düzenlenen algoritma tren seferlerinin o anki durumuna göre karar verecek ve tren gecikmelerini minimuma indirip dispeçin sorumluluğunu bu konuda kaldıracaktır. Fakat bu algoritma çok karışıktır.
- Belkide en kolay yöntem olarak hat kesimlerine birden fazla makinenin aynı anda girmesi önerilebilir.

Bu önerilerin uygulanması durumunda bile iş makinelerinin kapasitesinde kullanılması olayın esas çözümüdür.

Kapasitenin düşük olmasının en büyük sebebi iş makinelerinin hatta çalışırken arıza yapmasıdır. Bu yüzden hatta çalışma süresi hatta kaldığı süre kadar olmamaktadır.

Buraj makinelerinde en çok karşılaşılan makine arızası hidrolik hortumun patlaması ve buraj kazmalarının kırılmasıdır. Bunun en büyük nedeni balast tabakasındaki problemlerdir. Balast miktarının azlığı, balasttaki yabancı madde miktarının fazlalığı ve en önemli olarak balastın kabuklaşmış bir çamur tabakası ile örtülü olması, bu tür

arızalara sebep vermektedir. Bu nedenle öncelikle yapılması gereken balast problemlerinin giderilmesidir. Bu iş için ilk önce hattın suyun uzaklaştırılması yani drenaj sistemlerinin iyileştirilmesi gerekir. Sonrasında mevcut balast tabakasının elenmesi veya bu artık mümkün değilse yenilenmesi gerekecektir.

TCDD bunun farkına varmış ve 1998’de bu kalemle ilgili çok büyük bir bütçe hazırlamıştır. Fakat toplam drenaj, yarma ve hendek temizliği ve ot temizliği ile balast elemesi işleri için fiziki gerçekleşme % 25’ler dolayındadır.

Drenaj ve temizlik işleri.....balast elemesinin yapılması yada balast tabakasının yenilenmesi.....balast tabakasının daha iyi durumda olması.....İş makinesi arızalarının düşmesi.....sahada çalışma süresinin artması.....daha fazla iş.

4.4 TAM MEKANİZASYONA GEÇİŞ

Bu konuda bütünü ile ilk grup olan geometrik bakım ve balastla ilgili iş kalemlerini inceleyeceğiz.

Geometrik bakım, balast elemesi, hem işçi iş gücü ile hem de iş makineleri ile yapılabilmektedir. Öncelikle iş makineleri ile yapımının işçi iş gücü ile yapılan bakıma göre avantajlarını anlatalım;

- İş makineleri ile yapılan geometrik bakım işçi iş gücüne göre daha hassastır. Buraj, hattın eksenine getirilmesi ve tokmaktama makinesi ile balastın sıkıştırılması işleri el ile yapılandan daha hassastır.
- El ile yapılan buraj ve tokmaktama sırasında balast zarar görmektedir. Buraj sırasında köşeli olması gereken balast yuvarlak hale gelmektedir. Tokmaktama ya çok az yapıp balast fazla sıkışmamakta ya da fazla yapılmaktadır. Fazla yapılması esnasında balast kırılmakta ve daha küçük parçalara ayrılmakta bu yüzden de ömrü kısa olmaktadır.
- Beton traverse ile yapılan ve el aleti olarak kazma kullanılması buraj sırasında beton traverse zarar vermektedir. Beton traversin altı vurulan kazma darbeleri ile yuvarlaklaşmakta ve kayık tabir edilen duruma gelmektedir. Bu nedenle hareket etmekte ve görevini yerine getirmektedir. Değiştirilme süresi kısaldır. Ayrıca değiştirilmediği zamanda yan etki olarak küçük malzemenin laçkalaşmasına veya kırılmalarına neden olur.

- Makineli bakımın en önemli üstünlüğü ise birim bakım maliyetinin daha düşük olmasıdır.
- Balast yükleme boşaltma işleri el ile yapılmakta ve çok büyük işçi iş gücüne sebebiyet vermektedir. Bunun planlı balast eleme ve yenileme programları ve iş trenleri ile yapılması ve balastajında balast regülatörü ile gerçekleştirilmesi işçi iş gücü ile yapılmasından daha ucuzdur.

Bu durumda bu işlerin iş makineleri ile yapılması gerektiğini söyleyebiliriz. Fakat 1998’de yapılan terfi tanzim buraj işini ele alırsak, el ile 1.276 km ve makine ile 3.940 km bu işin gerçekleştiğini görürüz. Bu durumda iş makinelerinin çalışma miktarının tüm geometrik bakımı yapmaya yetmediğini görüyoruz. **Yani iş makineleri 1276 km daha iş yaparsa ve bunun maliyeti el ile yapılan geometrik bakımdan daha az ise bu tercih edilebilir.**

Bunun üzerine 1998 yılı ve son 10 yıllık verilere bakılırsa iş makinelerinin kapasitesinde kullanılmadığı ortaya çıkmıştır. Örneğin Buraj makineleri son 10 yılda sahada bulunduğu saate göre %52’lik bir kapasite ile çalışmıştır. Yani bu makineler 1.276 km’lik daha fazla iş yapması için % 71 kapasite ile çalışmak zorundadır.

Makinelerin sahada çalıştığı süreye ve saatlik kapasitesine göre belirlenen bu oran şunu ifade etmektedir.

$$X \text{ saat çalışma} \times Y \text{ m/ saat kapasite} \times \% 52 = 3940 \text{ km/yıl}$$

Burada ilk önerilecek yöntem kapasiteyi artırmadan çalışma süresini artırmak olacaktır.

Buraj makinelerinin kapasitesinin % 19 daha artırılması durumunda 5,659,327 adam x saat tasarruf edilecektir.

Şimdi buraj makinelerinin çalışma sürelerinin fazlalaştırılması ve çalışma kapasitesinin artırılması yani daha verimli çalışma durumunda birim fiyatta olacak değişme miktarını inceleyelim.

1998 yılında buraj işlerinin el ile yapılması ile 5.659.320 adam x saat’lik bir maliyet oluşmuştur. Buraj makineleri 1998 yılında % 52 oranında verimle kullanılmıştır. Eğer buraj makineleri % 70 verimlilik oranında çalıştırılabilseydi, elle yapılan buraj işlerinin tümünü yapabilecek ve birim maliyet el ile yapılandan düşük olacaktı.

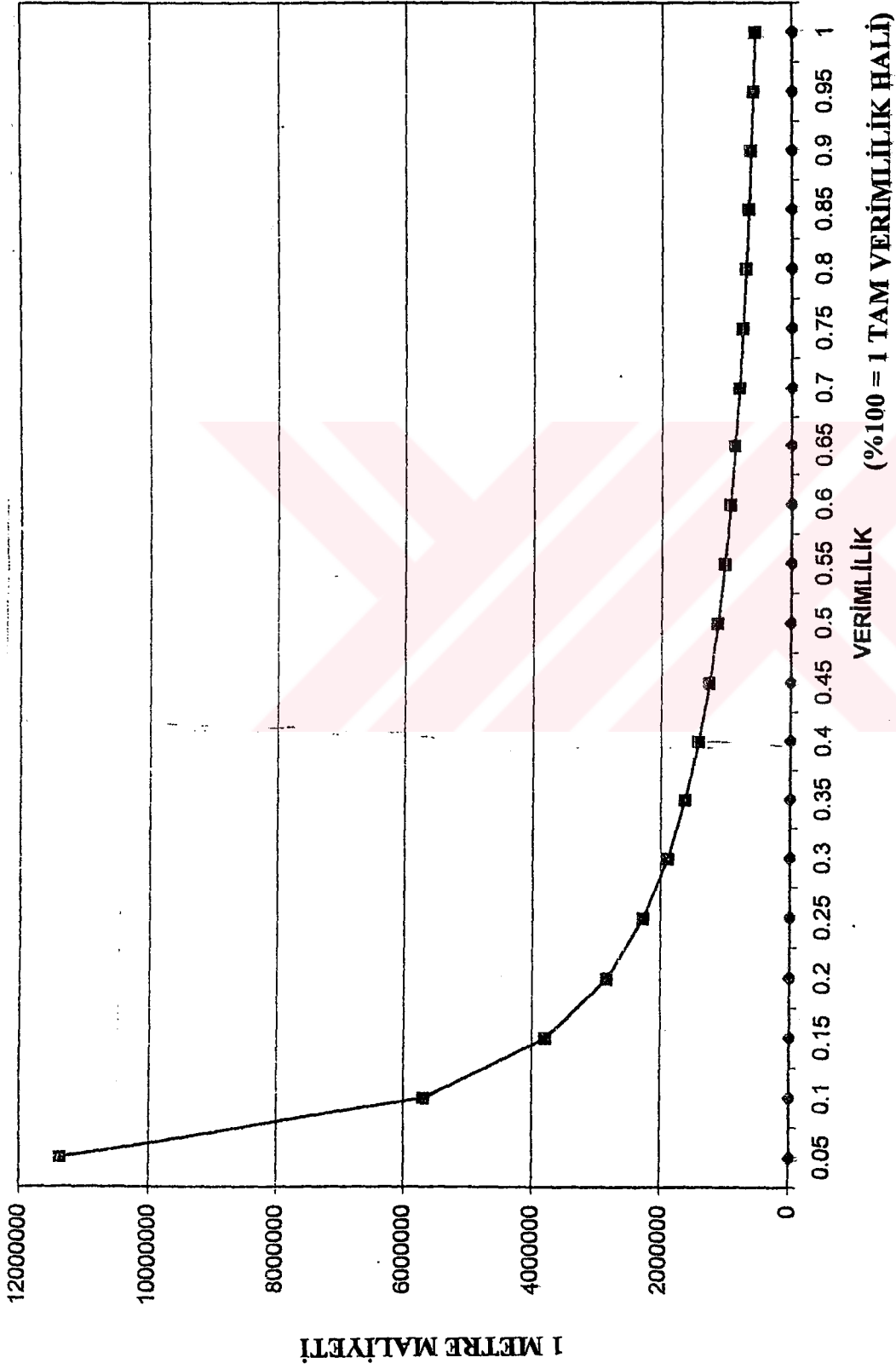
Buraj makinelerinin çalışmaları sırasında %100 = 1 tam verimlilik durumundan ayrıldıklarında, sahip oldukları yeni verim durumları için maliyet artışlarını gösteren diyagram Şekil 4.1'dir.

1998 yılında balast eleme işlerinin el ile yapılmasından 657,053 adam x saat'lık bir maliyet oluşmuştur. Balast eleme makineleri 1998 yılında % 18 oranında verimle kullanılmıştır. Eğer balast eleme makineleri % 70 verimlilik oranında çalıştırılabilseydi, elle yapılan balast eleme işlerinin tümünü yapabilecek ve birim maliyet el ile yapılandan düşük olacaktı. Fakat bu kapasitede çalışabilmesi için önceden de söylediğimiz gibi hattın dış etkilerden korunması ve balast tabakasının temiz olması, kemikleşmiş, çamur halinde bir balast tabakasının olmaması gerekir.

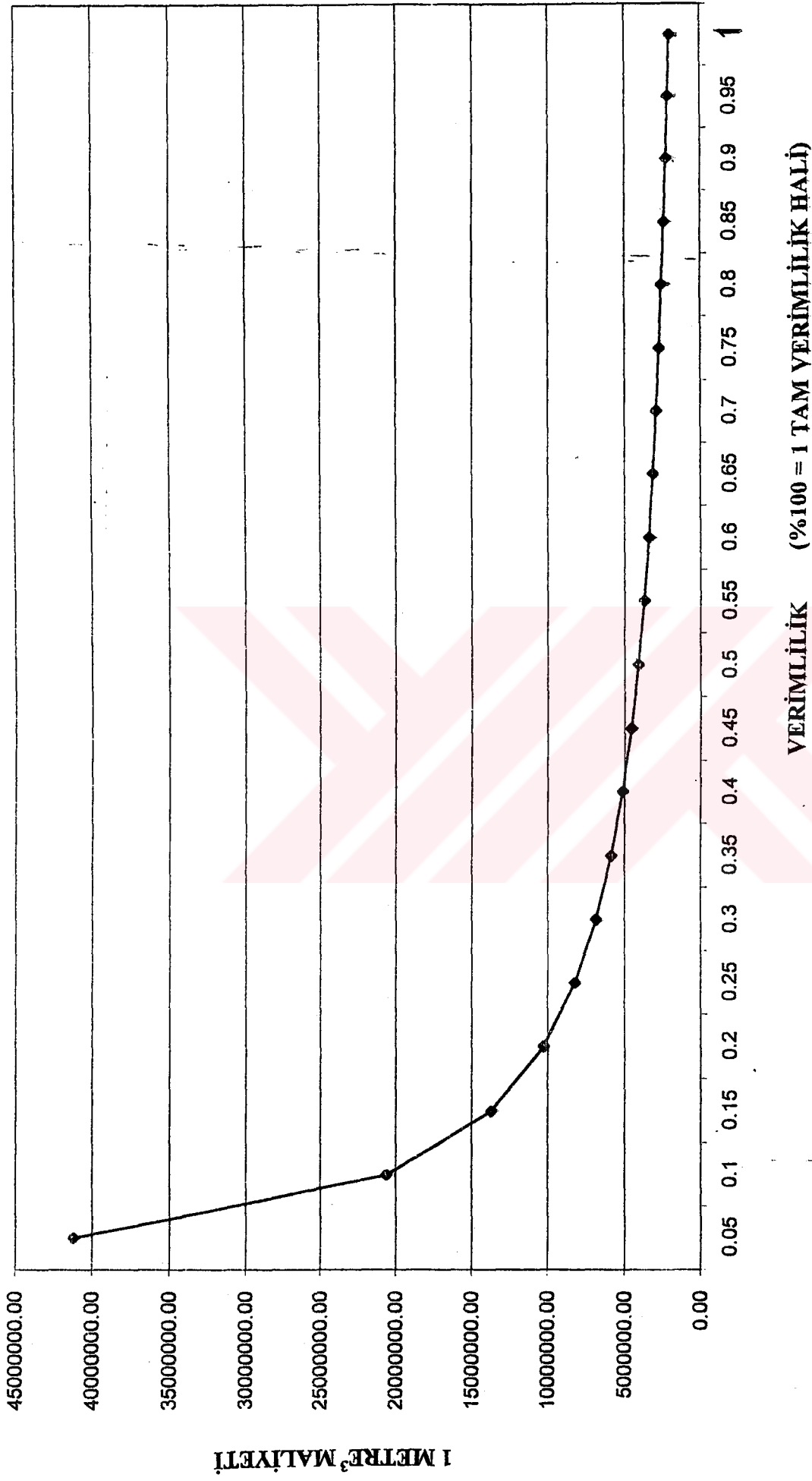
Buraj makinelerinin ve balast eleme makinelerinin çalışmaları sırasında %100 = 1 tam verimlilik durumundan ayrıldıklarında, sahip oldukları yeni verim durumları için maliyet artışlarını gösteren diyagram Şekil 4.1 ve şekil 4.2'dir.

Bunların haricinde buraj makinesi ile birlikte çalışan balast regülatörü ve tokmaktama makineleri vardır. Buraj makinelerini gerekli bütün geometrik bakımın yapılması için %70 kapasite ile çalıştırmak durumundaydık. Bunun yanında balast regülatörü %70 kapasite ile çalıştırılmakta, ama tokmaktama makineleri ancak %30 kapasitede çalışmaktadır. Bütün makinelerin %70 kapasitede çalışması durumunda tokmaktama makinesinde 1 metrenin tokmaklanması için maliyeti 607.781,06 TL'den 313.472,42 TL'ye düşecektir. Buraj makinesi 872.653,94 TL/m'den 812.077,11 TL/m'ye, balast eleme 11.660.624,10 TL/m³'ten 2.946.941,94 TL/m³'e düşecek ve balast regülatörü 188.534.56 TL/m kalacaktır.

Geometrik bakım ve balast eleme işlerinde tam mekanizasyona geçilmesi durumunda; 6.316.380 adam x saat (657.053 adam x saat balast elem için ve 5.659.327 adam x saat geometrik bakım için) ve 12.286.759.906.602 TL (2.124.348.919.708 TL balast eleme için ve 10.162.410.986.894 TL geometrik bakım için olmak üzere) tasarruf sağlanmış olacaktır.



Şekil 4.1 Buraj makinelerinin verimlilik oranı ile 1 m'lik yolun buraj maliyetinin değişimi.



Şekil 4.2 Balast eleme makinelerinin verimlilik oranı ile 1 m'lik yolun balast eleme maliyetinin değişimi.

4.5 YAPILAN DEĞİŞİKLİKLER İLE ORTAYA ÇIKAN DURUM

Buraya kadar yapılan değişikliklerle 6.934.068 adam x saat ve 13.280.788.720.508 TL tasarruf sağlanacaktır. Bunun sonucu olarak maliyetler %25 oranında düşecektir. Fakat burada bahsettiğimiz adam x saat cinsinden tasarruf atıl işçi iş gücünü temsil etmektedir. Bu miktar kadar işçi iş gücünün azaltılması gerekmektedir. Yapılan değişiklikler sonucu mevcut işçi sayısının %58 oranında azaltılması gerekmektedir.

Yol çalışma gruplarının sadece belirli işlere atanmasının uzmanlaşmayı ve dolayısıyla yapılan işin kalitesini artıracakını söylemiştik. Bu duruma göre grupları yapacakları işe göre aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz.

- **Takımlar;** Takımların yapacağı işler aşağıdaki gibi sıralanmıştır;
 - Makasların aylık bakımı,
 - Makas Değiştirilmesi,
 - Makas parçası değiştirme,
 - Ot temizliği,
 - Yarma hendek tanzim ve temizliği,
 - Debuşe ve derivasyon temizliği,
 - Kültürel tahkimat,
 - Tabii afetler, derayman veya ani deformasyonlar sonucu oluşan her türlü iş (buraj, ray taşlama, alüminü termit ray kaynağı, kırık ray değiştirilmesi..),
 - Yol bekçileri ve drezinör şöförleri.
- **Ray grubu;** Ray değiştirme programı dahilinde şebeke dahilinde planlı ve gezici ekip olarak çalıştırılacaktır.
- **Küçük Malzeme Grubu;**
- **Travers Grubu;** Planlı travers değiştirilmesi ve traversle ilgili işlerin yapılması için kendilerine ait bölge içinde gezici olarak çalışacaklardır.
- Küçük malzeme grubu diğer gruplarla koordineli olarak çalışacaktır.

Geometrik bakım, balast elenmesi ve balast ilavesi ile platform düzenlenmesi işleri ani müdahaleler haricinde tamamı ile mekanik ekipmanla yapılacaktır. Bu durumla ilgili iş kalemi tabii afetler ve deraymanlar ile diğer giderler içinde gösterilecektir.

4.6 TCDD İÇİN YENİ BAKIM PLANLAMASI

Bakım planlaması yapılmasının temel hedefi kaynakların uygun şekilde kullanılması ve maliyetlerin denetim altında tutulmasıdır. Maliyet artışındaki nedenler iyi bir bakım planlaması sistemi ile kolayca bulunabilir ve çözüm üretilebilir.

Yapılan işin kontrolü ve teslim alınması bakım planlamasının bir parçasıdır. Yapılan iş tam olursa (yani hat projede belirlenmiş tüm özelliklerine bakımla getirilirse), hat beklenen süre boyunca işlevlerini yerine getirecektir. Yani servis süresi boyunca belirlenen bakım periyotlarına ve maliyetlere uygun bakım gerçekleşecektir. TCDD'nin en büyük sorunlarından birisi budur. Hatta yapılan işin kontrolü yapılmamakta ve bakım periyotları olması gerekenin altında olmaktadır. Örneğin TCDD'de 1998 yılında 5.233 km yolun geometrik bakımı yapılmıştır. Bunun anlamı tüm şebekenin %60'ında 1 senelik dönemde geometrik bakım yapılmıştır. TCDD'de belirlenen servis süresi 30 yıl olduğu göz önüne alınırsa, 30 yıl boyunca tüm şebeke 18 kere geometrik bakımdan geçecek, yani bakım periyodu 1.67 yıl olacaktır. Servis süresi maliyetlerinde belirlenmesi gereken bu periyot eğer yapılan işin tam olarak denetlenmesi ve teslim alınma durumu gerçekleşirse 1.67'den daha büyük olacaktır. Bu sayede de servis süresi boyunca gerçekleşecek olan toplam geometrik bakım sayısı 18'in altına düşecek, dolayısı ile belirli bir dönemde yapılacak bakım miktarının azalmasıyla orantılı olarak maliyetler düşecektir.

TCDD için yeni bir bakım planlaması yapılması aşağıdaki nedenlerle şart olmuştur;

- Yapılacak işlerin miktar, yer ve maliyetlerinin kararlarını verebilmeyi desteklemek için,
- Yapılan işlerin maliyetinin sürekli denetlenmesi için,
- Yapılan işin performans kontrolünü denetlemek için,
- Yapılması gereken işlere kaynakların optimum dağıtımı için,
- Yapılan işlerin kalitesinin değerlendirilebilmesi için,
- Ortaya çıkan problemlerin kolayca ve sayısal verilerle çözümü için,
- Gelecekle ilgili gerçekleşecek yol bakım miktarlarının ve maliyetlerin tahmin edilebilmesi için,

- Gelecekle ilgili yatırım kararlarının verilebilmesinde yardımcı olacağı için gereklidir.

Buna uygun bir bakım planlaması sistemi; hatla ilgili gerekli olan tüm verilerin toplanması için bir veri tabanı sistemi kurulması, hattan bilgileri aktaracak bir kayıt sistemi seçimi, servis süresi boyunca bakım periyotları ve maliyetlerin tespiti, hat kalitesi değerleri belirlenmesi, sorgulamalar ve trend analizleri yaparak gerçekleştirilebilir.

Bundan sonraki kısımda TCDD için bakım planlaması ve yapılan işlerin denetimi ile ilgili bir sistem önerilmiştir. Bunun için en uygun sistem Hollanda'nın uyguladığı BINCO bakım planlama sistemi olup, bu sistem TCDD'ye modifiye edilmeye çalışılmıştır.

Sistemde kullanılan kabuller ve sistemin genel olarak işleyişi şöyledir;

- Şebeke tonaj ve malzeme özellikleri homojen olan hat kesimlerine bölünmüştür,
- Bu hat kesimlerinin servis süresi bilinmektedir ve üzerinden geçen tonajla alakalıdır,
- Hat kesimlerinde meydana gelen geometrik ve malzeme deformasyonları tonajın bir fonksiyonudur,
- Hat kesimlerinde servis süresi boyunca yapılacak iş miktarı bilinmektedir,
- Hat kesimlerinde bakım periyotları bellidir,
- Yapılan işlerin standart maliyetleri bellidir,
- Servis süresi boyunca yapılacak işlerin maliyetleri bellidir,
- 1 ve 3 yıllık dönemler için yapılacak işlerin maliyeti bellidir,
- Hat kesimlerinde bakım kararının verilmesi için kriterler bellidir,
- Gelen verilerle hattın geometrisi için hat kalite değerleri diğer işler için kriterler belirlenmiştir,
- Kaynak miktarına göre ve servis süresi maliyetleri ile standart maliyetler göz önüne alınarak yapılacak iş miktarı belirlenir,
- Yapılacak işlerin hat kesimlerine göre önceliği belirlenir,
- Kaynaklar atanır,
- Yapılan işler miktar, maliyet ve kalite açısından değerlendirilir.

Burada dikkat edilmesi gereken nokta yol bakım işlerinin maliyetinin servis süresi sonu için belirlenen bir hedefi vardır. Amaçlardan birisi servis süresi sonucunda bu maliyetin üstüne çıkılmamasıdır. Bunun gerçekleşmesi için hesaplanan bakım periyotlarının gerçekleşmesi ve işlerin belirlenen birim standart maliyette yapılması gerekmektedir.

İkinci olarak gerçekleşmesi gereken şey ise yapılan bakımın tam olması ve hattın gerekli olan standartları belirlenen bakım periyodu boyunca korumasıdır. İşin tam yapıldığının anlaşılmasında denetimin sıkı bir şekilde gerçekleşmesi anlamına gelir.

4.6.1 Servis süresi maliyetleri sistemi

Bu sistem yolun yenilenmesinden diğer yenilemeye kadar geçecek süreye göre yapılacak işlerin ve maliyetlerin belirli olduğunu kabul eder.

Örneğin ortalama günlük tonajı 30000 ton olan bir hat kesiminde servis süresi boyunca 1 km’de yılda 5 travers değiştirilir. Bu yapılan araştırmalar ve istatistikler sonucunda tespit edilmiştir. Başka bir örnek olarak aynı şekilde günlük tonaj 30000 ton olan bir hat kesiminin yılda %40’ının geometrik bakımı yapılır.

Bunun gibi her iş kalemi için servis süresi boyunca ve belirli dönemler içinde yapılacak iş tahmin edilmeye çalışılır. Ve bu miktarlara göre o hat kesimi için servis süresi boyunca kullanılacak para miktarı belirlenir. TCDD’den farkı mali değerlendirme yapılırken ve bütçe hazırlanırken senelik dönem değil servis süresinin kriter olarak alınması ve bu sayede bütçe aktarımında daha uzun dönemler içinde karar verilebilmesidir.

Servis süresi maliyetlerinde tespit edilmesi gereken üç şey vardır. Bunlar;

- Servis süresinin hesaplanması,
- Servis süresi boyunca yapılacak işlerin ve değiştirecek malzemenin tahmini, yani bakım periyodu,
- Yapılacak işlerin birim süre ve maliyetleri ile değiştirecek malzemenin birim maliyetleri,

Servis süresinin hesaplanması 4. Bölümde anlatılmıştı. Servis süresinin hesaplanmasında hattan geçen tonaj ve rayın birim ağırlığı cinsinden ampirik bir formül elde edilmiş ve buna göre servis süresinin tonaj olarak miktarı hesaplanmıştı. Gelecekle ilgili tonaj talep

tahmini hazırlanırsa servis süresi yıl olarakta hesaplanabilir. Servis süresi hesaplamasına göre günlük tonajı 30000 ton ve kullanılan ray 49.050 kg/m ise servis süresi hat kesiminin 400 megaton üzerinden geçmesi durumuna eşit olacaktır. Eğer tonaj talebi hiç değişmezse bu süre 36 yıldır.

Servis süresi boyunca yapılacak işler ve değiştirilecek malzemenin tahmini tamamen istatistiksel yaklaşımla bulunabilir. Bunun için belirli bir dönem boyunca hat hakkında her türlü konuda sürekli bilgi sonrasında bu tür bir tahminde bulunulabilir. Bunun için bir başlangıç tanımı yapmak şarttır. Bunu 1998 yılında gerçekleşen miktarlar kabul edebiliriz. Bu miktarların yanında ne kadar tonaj geçtiğinde bakım yapılacağı, yani bakım periyodu da bu şekilde belirlenir.

Yapılacak işlerin birim süre ve maliyetlerinin belirlenmesi o iş için kullanılacak teknoloji ve iş yöntemleri ile alakalıdır. Bu bir seçimdir. Bu seçim sonrasında servis süresi boyunca yapılacak değişiklikler sadece maliyetleri etkiler. Yapılacak işin miktarını etkilemez. Yapılacak iş miktarının azalması bir araştırma geliştirme çalışması sonucunda elde edilecek yeni teknolojilerle alakalıdır.

Olayı notasyonlarla gösterelim.

I = İş kalemi tanımı,

U_i = Birim maliyet,

I_{top} = İş kalemi için toplam servis süresi maliyeti,

Top = Servis süresi boyunca yapılacak işin toplamı,

$$I_{top} = top \times U_i$$

Her iş kalemi için bu değerler belirlenir. Bakım periyodu tonaj olarak saptanır ve maliyetler hesaplanır. Bundan sonra aşağıdaki grafik her iş kalemi için ve iş kalemlerinin toplamı olarak elde edilir.

Bu yapılan işlem karar vermede kaynak miktarının ve belirli dönemler için bütçenin hesaplanmasında yardımcı olacaktır.

4.6.2 Şebeke ile ilgili veri tabanı hazırlanması

Yeni sisteme göre hat tonaj açısından homojen kısımlara bölünmüştür. Bu hat kesimleri yıllık hamton – km'lere göre belirlenmiştir. Bu Tablo Ek C.1'de verilmiştir.

Bu 89 hat kesimi daha sonra ikiye bölünür.

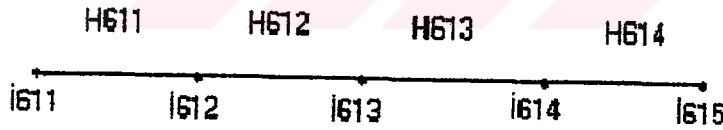
- İstasyonlar ve istasyon tesisleri,
- İstasyonlar arasında kalan ana hatlar.

İstasyonlar arası mesafeler TCDD'de ortalama 10 – 15 km'dir. Bunun yanında bu değerlerden daha az veya daha çok mesafeye sahip istasyon araları mevcuttur.

İstasyon arası yollar, yani bir istasyonun baş makasından diğer istasyonun baş makasına kadar olan yollarda 200 metrelik hat kesimlerine bölünmüştür. Bunun nedeni tüm bakım kararlarının bu en küçük hat kesimlerine göre verilecek olmasıdır. Kayıt sistemleri için kullanılacak yol muayene makineleri ile denetim için kullanılacak el ile kullanılan kayıt sistemleride bu mesafeye uygun olacaktır.

Sistemi anlamak için aşağıdaki örneği inceleyelim.

Malatya – Hekimhan arasındaki hat kesiminin kodu 61'dir. Uzunluğu 74.1 km'dir. Toplam yıllık hamton – km 377,139,000'dur. Bu hat kesiminde 5 istasyon bulunmaktadır. Bu duruma görede 4 tane hat kesimi tanımlanır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Hat kesimlerinin kodlandırılması.

İstasyonların kodları İ611, İ612, İ613, İ614, İ615 olacaktır. İstasyonlar arası hat kesimleri ise aynı şekilde H611, H612, H613, H614 olacaktır.

H611 13.8 km'dir. Bu duruma göre 69 tane 200 m'lik hat kesimi vardır. Kodlandırma H6111, H6112, H6113, ..., H61169 şeklinde olacaktır.

Bunun yanında veri tabanında kullanılmak üzere bir kodlandırma sistemi daha vardır. Bu sistem 200 m'lik hat kesimlerinin çerçevelere bölünmesi ile yapılmıştır. Çerçeve deyince aklımıza sağ ve sol rayın oluşturduğu dilimler gelmelidir. Bunlar bulundukları

hat kesiminin altında kilometre artış yönünde 1 sıra numarasından başlayarak numaralandırılacaktır. Örneğin H6112 – Ç1. Bu H6112 kodlu hat kesiminin 1. Çerçevesini göstermektedir. Bu çerçevede bulunan malzeme ise travers numaralarına göre tanımlanacaktır (Şekil 4.4).

Mevcut şube ve kısım şefliklerinin sayısı sabit kalmakla birlikte sorumlu oldukları alanların sınırları homojen hat kesimlerine göre değişecektir.

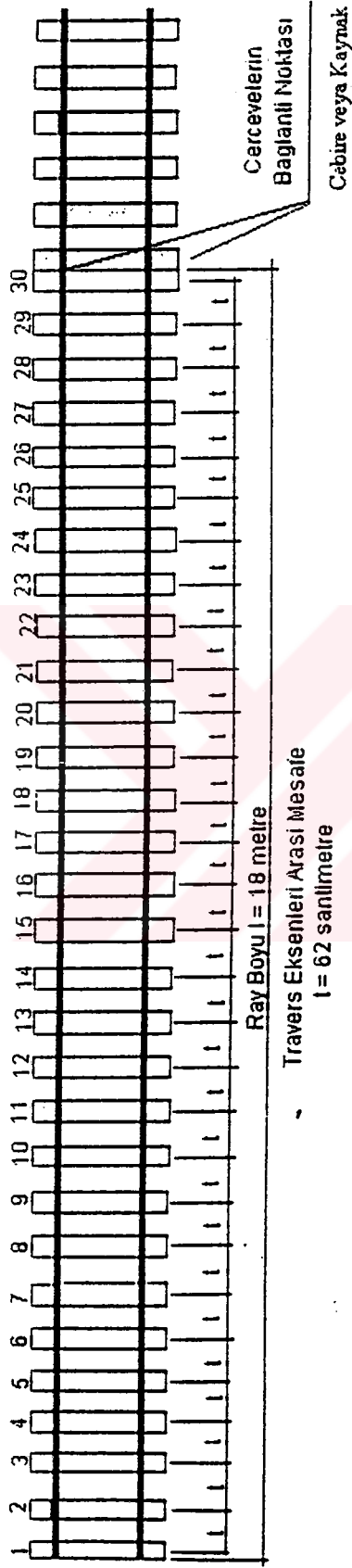
Her homojen hat kesimi için servis süresi maliyetleri hesaplanır ve bunlar 200 metrelik kesimler ve istasyonlar için dağıtılır.

Şebeke hakkında veri tabanı hazırlanırken en küçük birim olan 200 m’lik kısımlar için hazırlanacaktır. Bu en alt birimlerin her birinin bir dosya olduğu kabul edilecek ve bu kesimler için gerekli olan tüm veriler bu dosyada saklanacaktır. Bu noktada yapılan her çalışmadan ve her denetimden sonra bilgiler güncellenecek ve önceki bilgiler servis süresi boyunca saklanacaktır.

200 metrelik bu alt hat kesimlerinin dosyasında bulunacak bilgiler Tablo 4.6’da gösterilmiştir.

Buradaki bilgilerin ne anlama geldiğini sırası ile anlatalım.

- Tarih; Her turne, ölçüm veya bakımdan sonra güncelleme ve değişimleri izlemek için gereklidir.
- Hat kesiminin kodu; hatta tanımlanmış 200 m’lik kısımlar veya istasyonları tanımlamaya yarar. Dosyanın sahip olduğu bilgilerin, şebekenin hangi kesimi için olduğunu göstermektedir.
- Hat kesiminin yenilenme tarihi; Servis süresi ve servis maliyetlerinin kontrol ve karşılaştırılması için gereklidir.
- Hattan geçen tonaj; Yenilenme tarihinden itibaren tanımlanan hat kesiminden geçen tonaj miktarıdır. Bunun sayesinde o tarihte yapılan toplam iş miktarı ve toplam maliyet ile olması gerekeni karşılaştırma imkanı verecektir.
- Hattın geometrik kalite indisi; Bu tanım hattın geometrisi ile ilgili bileşenlerin kalitesine, standartlarına uygunluğuna verilen bir nottur. 1 – 10 arasında olup, 10 kusursuz hat, 1 ise standartlardan tamamen uzaklaşmış ve kazaya %100 sebebiyet verecek hat anlamına gelir. Geometrik durum bileşenleri fleş, dever, nivelman,



Şekil 4.4 Hattın mekanik olarak tanımlanması.

Tablo 4.1 200 m'lik hat kesimleri için dosyalanacak veriler.

Tarih	
Hat kesiminin kodu	H611
Hat kesiminin yenileme tarihi	21/10/1991
Hattan geçen tonaj	11,000,000,000
Hattın geometrik kalite indisi	6.25
Fleş	6.47
Burulma	7.1
Dever	7.2
Nivelman	6.1
Ekartman	6
Balast Durumu	
Cinsi	Kırma Ocak Taşı
Balast derinliği	39
Balast miktarı	1.96
Yabancı madde oranı	0.04
Son eleme tarihi	18/11/1998
Drenaj durumu	İyi
Ray	
Çerçeve kodu	R1
Sağ veya sol ray	Sağ
Üretici firma	
Cinsi	49.05
Yenileme tarihi	21/10/1991
Aşınma miktarı	
Mukavemet momenti	
Yüzey kusuru	
Ray içi kusuru	
Bağlantı durumu	
Çerçeve kodu	R1
Cebire	X
Kaynak	
En son yenilenme tarihi	17/16/1996
Travers	
Çerçeve kodu	R1
Cinsi	Beton
Yenilenme tarihi	
Yapılan bakımların tarihleri, adam x saat ve maliyetleri	

ekartman ve burulma için birer not bulunmakta ve ayrıca tümü içinde bir notlandırma yapılmaktadır. 6 değerin altında olan her hat kesiminde geometrik bakım yapılmak zorundadır. Bu notlandırma sistemi kaynakların dağıtımında sıralamay, yani öncelikli bakım yapılması gereken hat kesimlerini belirlemeyi sağlayacaktır. Böylece kaynaklar optimum şekilde gereken yerlerde kullanılacaktır.

- Balast durumu; Balastla ilgili iş kalemlerinin planlı şekilde yapılması için bu kesimdeki verilere ihtiyaç vardır. Balastın cinsi, balast miktarı ve derinliği ve yabancı madde oranı periyodik sondajlarla veya ihtiyaç duyulduğu zaman yapılacak sondajlarla güncellenir. TCDD'nin daha önceden gördüğümüz standartlarındaki değerlerle karşılaştırılarak eleme veya ilave karaları verilir. Son eleme tarihi belirlenen bakım periyodu ve maliyetlerle karşılaştırmayı sağlayacaktır. Bunun yanında drenaj durumu için mükemmel, çok iyi, iyi, kötü ve çok kötü olmak üzere 5 sınıflandırma önceliğın belirlenmesi için gereklidir. Kötü ve çok kötü olan yerler bakım kapsamına alınacaktır.
- Ray; Çerçeve kodu ve sağ veya sol ray tanımları incelenen rayların yerinin tanımlanması içindir. Tanımlanan hat kesimindeki her ray için ayrı bir tanımlama ve gereken bilgiler verilecektir. Üretici firma ray kusurları durumunda gerekli hukuki işlemlerin yürütülmesi içindir. Rayın cinsi servis süresi hesaplamaları, dingil basıncı ve aşınmalar için tahminlerde kullanılır. Aşınma miktarı (mm), mevcut mukavemet momenti, yüzey kusuru ve ray içi kusurları yapılacak işlerin tanımlanmasında bütçenin uygun kullanımı için öncelik sırasını belirlemekte kullanılacaktır.
- Bağlantı durumu; Hat kesimi içindeki çerçeveler ve bu çerçevelerde kullanılan küçük bağlantı malzemelerinin tanımlanması ve bakım kararlarının verilmesi için gereklidir. Burada rayın ray ile bağlantısında cebire veya kaynak kullanıldığına dair bilgi ile en son yenileme tarihi bilgisi bulunmaktadır.
- Travers; Yerinin tanımlanması için çerçeve kodu bilgisi vardır. Cinsi, servis süresi açısından önemlidir. Yenilenme tarihi ve traversin cinsine göre servis süresi ve maliyetler karşılaştırılır ve değıştirme kararları verilir.

- En son bilgi bu noktalarda yapılan tüm çalışmalar ve maliyetleri ile ilgili kısımdır. Her çalışma sonrasında gelen puantajlarda verilen bilgiler tanımlanan hat kısmı için veri olarak girilecektir.

4.6.3 Bakım kararları nasıl verilecektir?

Bakım kararları verilirken yukarıda derlenen bilgilerden yararlanılacaktır. Her 200 m'lik kısım için bu bilgiler sorgulanacak ve servis süresi sistemine göre belirlenen dönemlik bütçe ve kaynaklarla hangi kısımların öncelikle bakımının yapılacağı önem sırasına göre belirlenecektir. Bunlardan en önemli olan ve tamamen planlı ve mekanize ekiplerle gerçekleştirilecek olan kalemlerde karar verme durumunu anlatalım.

4.6.3.1 Geometrik bakım

Geometrik bakım için karar vermede kullanılmak üzere hat hakkında bilgilerin elde edilmesi için kayıt sisteminde yeni bir makine tavsiye edilmiştir. Bunun için seçenek mevcuttur. Bunlardan birisi Hollanda'da kullanılan BMS'dir. İkincisi Fransa'da kullanılan Mauzin, üçüncü olarak Matisa'nın ürettiği MPV 9 ve son olarak Plasser Theurer'in Emsat makinesidir. Tümünde hattın 200 m'lik kısımları için her bir geometrik özelliğe göre 1 – 10 arasında değişen bir kalite indeksi vermektedir. Tüm özelliklerinin bir defada gösterildiği ayrıca bir kalite indeksi daha vermektedir. Kalite indeksinin hesaplanmasında aşağıdaki yöntem kullanılmıştır.

200 m'lik hat kesimlerinde bu makineler dever, hat açıklığı, eksenel kaçma, burulma ve nivelman ile ilgili okumalar yapmaktadırlar. Mantık olarak okunan değerlerin olması gereken değerden standart sapmalarını hesaplamakta ve bu standart sapmalardan kalite indekslerini elde etmektedirler. Kalite indeksleri 1 en kötü ve 10 iyi olmak üzere normalde TCDD'nin geometrik standart ve limitlerine uygun şekilde bölmektedir. 6'nın altında olan değerler için o hat kesiminde kesinlikle bakım yapılması gerekmektedir.

Hat kesimleri ve tüm hatlar için bu değerlerin eklenik toplamda gösterilmesi durumunda, hattın %80'i için elde edilen değer o hattın kalitesini vermektedir. Kalan %20'lik kısım en kötüden en iyiye doğru sıralanarak 6 aylık dönemde yani kısa vadede bakımının yapılmasına karar verilir.

Yani kısaca söylemek gerekirse her 200 m'lik kısım için bir kalite değeri vardır. Tüm 200 m'lik hat kesimleri için bu değerler dosyalarından alınır ve sıralanır. Kaynak miktarına göre %80'in üzerinde kalan her 200 m'lik kısmın bakımı yapılır. % 80'lik kısım hala 6 değerinden küçükse 6 değerine kadar olan kısımlarında bakımı %80'lik değere bakılmadan yapılır.

4.6.3.2 Ray değiştirilmesi ve taşlama programı

Ray değiştirme programında kullanılan kriterler her ray için aşağıdaki gibidir;

- Ray yüzeyi ile ilgili kusurlar,
- Ray içindeki kusurlar,
- Ray mantarındaki aşınma miktarı sonucu elde edilen mukavemet momenti,
- Rayın yaşı.

Ray yüzeyi ve ray mantarındaki aşınma miktarlarının kayıt edilmesi işlemi yapan iş makineleri mevcuttur. Bunlardan BMS ve Mauzin sistemi bu kayıtları geometrik kusurların kayıtları ile birlikte tek bir taşıtla yapabilmesi açısından tercih edilebilir. Bunun yanında yine Plasser Theurer ve Matisa'da sadece ray yüzeyi kusurları ve aşınmaları kayıt edebilen muayene makinelerine sahiptir.

Ray içi kusurlarının tespiti için Ultrasonik Arabalar mevcuttur.

Ray yüzeyi ile ilgili kusurlarda kayıt sistemleri taşlama yapılmasının yeterli olduğu veya değiştirilmesi gereken rayları tespit eder.

Ray mantarındaki aşınma miktarlarının tespiti TCDD'de düzenli bir şekilde Robel Aleti ile yapılmaktadır. Fakat bu çok uğraşı gerektiren bir iş olup yine kayıt sistemlerinden birisi kullanılarak yapılabilir.

Ray içi kusurları çeşitli sınıflara ayrılmıştır ve Ultrasonik Arabalar raydaki kusurları sınıflandırır. Belirli dönemde meydana gelen ray içi kusurlarının gelecekle ilgili miktarlarının tespiti Weibull Dağılımı kullanılarak bulunur.

Rayın yaşı yenilenme tarihinden itibaren geçen süre ile bulunur.

Tüm bu kayıtlar sonrasında gelecek gider dönemi için yapılacak ray değiştirilmesinin yer ve miktarlarının tespiti yapılması gerekecektir. Servis süresi maliyetlerinde

hesaplanan belirli bir gider dönemi için ray değiştirme miktarı bizim kısıtımızdır. Bu kısıta R_{top} diyelim.

Hattan gelen tüm veriler sonucunda aşağıdaki sorgulama yapılır.

- Ray mukavemet momenti aşılan raylar hangileridir? Toplamı R_1 ,
- Ray yüzeyi kusurları yüzünden değiştirilmesi gereken raylar hangileridir? Toplamı R_2 ,
- Ray içi kusurları için önceki dönemlerden elde edilen istatistiklerle trend hesabı yapılır. Toplamı R_3 ,
- $R_1 + R_2 + R_3 < R_{top}$ ise sorgulamaya devam edilir. Bundan sonraki kısımlar yedektir ve o dönem içinde yapılmasa bile bir sonraki dönem için sıraya girmiş olacaklardır,
- Aşınma miktarı gerekli mukavemet momentinin %10 üstünde olan raylar hangileridir? Toplamı R_4 ,
- $R_1 + R_2 + R_3 + R_4 < R_{top}$ ise sorgulamaya devam edilir,
- Yaşı 25 yıldan yüksek olan raylar hangileridir? Toplamı R_5 ,
- Değiştirilecek ray miktarı $R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = R_{yenitop}$ olarak bulunur.

4.6.3.3 Balast elenmesi ve eklenmesi

Uygulamada yapılan turnelerde ilk önce gözle tespit edilen balasttaki kusurlar, sonrasında sondaj yapılmak sureti ile 200 m'lik hat kesimlerinde sondaj ile kontrol edilir. Balast miktarı normal olması gereken miktarın %13'ü kadar eksilmişe balast eleme kararı verilir. Bu karar verildiğinde aynı hat kesimi balast eklenmesi programında dahil edilir.

Bunun haricinde üç kriter daha vardır. Bunlardan birincisi balastta yabancı madde miktarı %20'yi aşmışsa eleme yapılır. Balast malzemesinin granülometrik durumu incelenir ve tespit edilecek bir değerle balastın değiştirilme kararı verilir. Son kriter ise balast eleme kararının en son yapıldığı tarihten o ana kadar geçen süre karar vermekte kullanılır.

4.6.4.4 Diğer değiştirme programları ve iş kalemleri

Diğer değiştirme programları olan travers değiştirmesi ve küçük malzeme değiştirilmesi eskisi gibi turnelerle tespit edilecektir. Tespit sonucunda hangi 200 m’lik hat kesiminde ne miktarda değiştirilme yapılacağı belirlenecektir. Uygulanacak ikinci kriter ise trend analizi ile oluşacak değerin esas alınmasıdır.

Diğer iş kalemleri içinde trend analizi yapılacaktır.

4.6.4 Teknik kontrol nasıl yapılacaktır?

Yapılan işler için yeni sistemde detaylı bir kontrol planı uygulanacaktır. Burada esas olan yapılan işin tam olarak hattı gerekli olan kriterlere getirdiğinin tespitidir. Yapılan işlerin tam olduğu her 200 m’lik kısımlar üzerinde tespit edilecek ve önceden anlattığımız o hat kesiminin dosyasında güncellenecektir.

Yapılan işin denetimi sonrasında kontrol edilecek kriterler Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

Burada en önemli olay hattın geometrisinin gerekli olan kriterlere geldiğinin denetimidir. TCDD’nin belirlediği standartlarının kontrolü yanında hat kesiminin kalite değerinininde kontrolü gerekmektedir. Yapılan geometrik bakımdan sonra bu değer 10 üzerinden en az 9 olmak zorundadır. Burada sorgulanacak konu bunun hat üzerinde kayıt arabası olmadan nasıl yapılacağıdır.

Bunun için önerilecek durumlardan birisi sağ ve sol traversler için her traverste nivelman ölçümü ve her travers için hat açıklığı ölçümleri yapmak ve bunların o hat kesimi için standart sapmasının bulunmasıdır. Bu uzun ve uygulanması zor bir yöntemdir. İkincisi ise bir mekanik ekipman olup hat üzerinde gezdirilmek suretiyle her traverste ölçüm yapan ve belirlenen mesafe için standart sapmayı hesaplayan bir yardımcı alettir.

Bu lmler sonucunda gerekli değerler elde edilmezse veya yapılan işte eksik görülürse bu iş kabul edilmeyecek ve tekrar yaptırılacaktır.

4.6.5 Performans kontrolü nasıl yapılacaktır?

TCDD’de mevcut sistemde sadece yıllık bazda fiziki ve mali gerçekleşme açısından yapılan performans kontrolüne iki yeni değişken daha eklenmiştir.

Tablo 4.2 Denetim sırasında kontrol edilecek kriterler

Tarih
Hat kesiminin kodu
GEOMETRİK BAKIM
Hattın geometrisinin kalitesi (minimum 9)
Fleş
Burulma
Dever
Nivelman
Ekartman
Standarta uymayan noktalar
BALAST İLE İLGİLİ İŞLER
Balast derinliği tam mı?
Balast miktarı tam mı?
Yabancı madde oranı (maksimum 0.01)
Platform kesitinin enkesite uygunluğu
Granülometrik durum nasıl?
HAT KESİMİNİN MALZEME DURUMU
Ray
Çerçeve kodu
Sağ veya sol ray
Üretici firma
Cinsi
Aşınma miktarı
Mukavemet momenti
Yüzey kusuru
Ray içi kusuru
RAYIN RAYLA BAĞLANTISI
Cebireler tam mı?
Cebire bulonları tam mı?
Bağlantıda gevşeklik veya laçkalık var mı?
Cebirelerde kusur var mı?
TRAVERS
Çerçevede eksik travers var mı?
Hasarlı travers var mı?
KUÇUK MALZEME
Çerçevede eksik küçük malzeme var mı?
Çerçevede hasarlı küçük malzeme var mı?
Küçük malzemeden gevşek veya laçka olan var mı?
MAKASLAR
Makasın cinsi
Makasın bulunduğu istasyon
Makas geometrik standartlarına uygun mu?
Balast durumu nasıl?
Eksik ve kusurlu malzeme var mı?

Bunlardan birincisi servis süresi bazında maliyetlerin kontrolüdür. Yani yapılan işin yıllık olarak maliyet gerçekleşmesi kontrol edilirken, hattın servis süresi boyunca geçireceği tonaja göre belirlenen servis süresi maliyetlerine göre kontrolde esastır.

İkinci olarakta hat kesimlerin durumunun kalitesinin kontrolü yapılacaktır. Her homojen hat kesiminde yapılan işlerden sonra hattın kalitesi ne kadar artmıştır? Yapılacak iş önceki konularda anlattığımız %80'lik değerin kontrolüdür.

Bu konularda beklenen gerçekleşme mevcut değilse bu hat kesimlerinde tüm şartların tekrar kontrol edilmesi ve problemin tespiti esastır.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 SONUÇLAR

TCDD'nin yol bakım çalışmalarının etkin ve ekonomik hale getirilmesi için yapılan bu çalışmanın temel sonuçlarını şöyle açıklayabiliriz;

- Geometrik bakım ve balastla ilgili işlerde tam mekanizasyona geçmek gerekmektedir,
- İş gücü ile yapılan işlerde kullanılan ilkel el aletleri yerine yeni teknoloji mekanik el aletleri kullanılmalı ve iş geliştirme programları hazırlanmalıdır,
- Tüm hat kesimlerini içerecek şekilde etkili bir bakım planlaması yöntemi uygulanmalıdır,
- Yapılan işlerin tam olarak gerçekleştiğinin kontrolünün yapılması, yani işin kalitesi sürekli kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu yapılan bakımın eksiksiz olmasını sağlayacak ve bakım periyotlarını arttıracaktır.

Bu çalışmada da bu gereklilikleri sağlayacak yeni bir sistem önerilmiştir. Bu önerilen sistemin TCDD'nin sistemi ile karşılaştırılması aşağıdadır;

- Mevcut sistemde geometrik bakım, balast eleme ve balast yükleme boşaltma işleri işçi iş gücü ve iş makineleri ile yapılmaktadır. Yeni sistemde ise bu işler iş trenleri ve iş makineleri ile yapılması önerilmiştir.
- Yeni sistemde geometrik bakım ve balast eleme işleri özel sektöre yaptırılması önerilmiştir.
- Yeni sistemde yapılan ekipman ve bilgi sistemlerinin yatırımlarının tümü denetime aittir.
- Yeni sistemde ekipler yeni teknoloji el bakım cihazlarının kullanımına geçiş yapılması önerilmiştir.
- Bakım planlamasının kaynakların daha uygun kullanılmasını sağlayacak şekilde yapılması yeni sistemde önerilmiştir. Bakım gereken yerlerde öncelik sırası belirlemek için kriterler konulacak ve kaynakalar bu sıraya göre kullanılacaktır.

- Yapılan işlerin denetimini ve kalitesini kontrole yönelik çalışmalar yeni sistemin en büyük özelliğidir. Yapılan iş tam olmadığı sürece bitmiş kabul edilmemesi bu sistemde önerilmiştir.
- Yapılan iş mevcut sistemde senelik bazda fiziki ve mali olarak değerlendirilmektedir. Yeni sistemde bunlara ilave olarak servis süresi boyunca fiziki ve mali değerlendirme yapılması önerilmiştir.
- Yeni sistemin gerektirdiği tavsiyelere uyulursa eski sisteme göre %25 oranında daha ekonomik olacağı hesaplanmıştır.
- Yapılan işlerin tam ve eksiksiz olduğunun kontrolü yapılacağı için bakım periyotları mevcut sistemdekinden daha aralıklı olacaktır. Bu belirlenen gider dönemi içinde yapılacak iş miktarının daha az olması, dolayısıyla maliyetlerinde azalması anlamına gelmektedir. Ayrıca hattın kalitesi ve denetimler artacağından yol nedeni ile olacak kaza ve deraymanların sayısı azalacaktır.

5.2 SİSTEMİN UYGULANABİLİRLİĞİ, SORUNLAR VE ÖNERİLER

Sistemin uygulanması için öncelikle tüm hat için bilgi sistemini hazırlamak gerekir. Tüm hat olmasının nedeni kaynakların genel merkezden tüm hat için ihtiyaç duyulan noktalara dağıtılmasıdır. TCDD’de şu andaki sistemde kaynaklar bölgelere dağıtılmış ve kendi içlerinde ihtiyaç olan yerlerde kullanılmaktadır. Bu optimum bir çözüm değildir.

Bilgi sistemlerinin yanında balast tabakası ve drenaj problemlerinin giderilmesi ve sistem için gerekli yatırımların yapılması gerekir.

Tüm bunlar orta vadeli (bir kaç yıllık) bir programla yapılabilir. Bu program içinde işçi azaltılması da düşünülmüştür. Çıkacak en büyük sorunlardan biriside budur.

Yeni iş makineleri sadece denetim göz önünde bulundurularak satın alınmalıdır.. Burada çıkacak problem alınacak bu makinelerin finansının nasıl sağlanacağı ve yapılan yatırımın fizibil olup olmayacağıdır. Fakat söylenmesi gereken bir olay vardır. Şu anda TCDD’nin sahip olduğu iş makinelerinin ekonomik ömürleri dolmak üzeredir ve TCDD 3 yıl içinde zaten bununla ilgili bir yatırım yapmak zorundadır. TCDD doğrudan bu makineleri aldığı zaman, yapacağı yatırım miktarını denetime yönlendirip bu makinelerle yapılacak işleri özel sektöre yaptırabilir. Böylece TCDD’nin özel sektörün yaptıkları işleri, satın alacağı makinelerle yalnızca kontrol

etmeleri durumunda, kendi makineleri ile yapmasına oranla arada belirtilen belirgin masraftan kurtulacak ve böylece uygun bir ekonomik ortama kavuşacaktır.

Sonuç olarak öncelikle TCDD’de mekanizasyona geçilmesi yapılan işin etkinliği ve ekonomikliği açısından şarttır diyebiliriz. Bu derhal yapılmalı ve sonrasında bu çalışma da yapılan bakım planlaması veya benzeri bakım planlamalarının kaynakların optimum kullanılması için uygulamaya alınması gerekmektedir. Ayrıca yapılan işlerin tam olarak yapıldığının denetimi bu sistemin en önemli eksikliğidir.

İş geliştirme planları ve araştırma geliştirme çalışmaları sürekli yapılmalı ve dünyada gerçekleşen yenilikler takip edilerek TCDD’yi çağdaş Türkiye’nin çağdaş demiryolu şirketi haline getirmelidir.



KAYNAKLAR

- A. ASLAN ALADAĞ, (1999),** Yol Bakımında Mekanizasyon Ve Gerçekler, II TCDD Kongresi, TCDD'nin Yeniden Yapılandırılması, Ankara, Türkiye, s. 491 – 496.
- A. BURAK GÖKTEPE (1995),** Uzman Sistemler Ve Ulaştırma Alanında Kullanımları, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- ACHARYA D., MISHALANI R. C.D., ESHELBY J.E., (1991),** REPOMAN, An Overall Computer aided Decision support System For Planning Rail replacement, Heavy haul Workshop, June 1991, Vancouver, s. 81 – 97.
- CHARLES P. DISNEY, ROBERT F. LEGGET, (1995),** Modern Railroad Structures, Newyork, Toronto, London.
- COENROAD ESVELD, (1994),** Modern Railway Track, Head of Quality Control and Rail Technology NS Permanent Way Department,
- FİLİZ K. UYGURER (1999),** Bakım Planlamasında Hareketli Araç – Demiryolu Hattı İlişkisi Ve Yol Kalite Değeri, II. TCDD Kongresi, Ankara, Türkiye, s. 497 – 502.
- FUMITOSHI MIZUTANI (1994),** Japanese Urban railways, A Private – Public Comparison, Aldershot, Brookfield USA, Hong Kong, Singapore, Sydney.
- GEORGES BERRIN, (1989),** Railway Maintenance Method at SNCF, RTRI Quarter Report, Sayı 2, Sayfa 14 – 18.
- HIDE H., JANG K., NYKOLUK M., CHOI E., (1991),** TM\$, A Practical Track Maintenance Planning And Control System, Heavy Haul Workshop, June, Vancouver, 1991.
- IMRICH KORPANEK, (1996),** Ecotrack, Decision - Making Support System For Track Maintenance, Rail International, Sayı 4, Sayfa 11 - 14.
- KANJI WAKOH (1997),** Approach To Development Of Maintenance Technology, RTRI, Sayı 38, s. 1 – 3, Mart 1997.
- KUNIO TAKESHITA (1997),** Track irregularity Inspection Method By Commercial Railway Vehicles, RTRI, Sayı 38, s. 6 – 12, Mart 1997.

ÖZGÜR ALTINOK, MEHMET ÜNLÜ (1999), TCDD 1. Bölge Yol Müdür Yardımcıları, Kişisel Görüşme, Şubat 1999.

MARJAN REKAR, JOSIP ORBANIC, (1996), Quality Management in Slovenia, Rail International, Sayı 43, Sayfa 8 – 12.

MARTLAND C.D., (1993), TRACS, A Tool For Track Maintenance Planning And Costing, A Presentation To AREA Committee, 32, 27 Ekim.

RECEP ÇAKAL, (1999), Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Demiryolu Ulaştırması Planlama Uzmanı, Kişisel Görüşme, Eylül 1999.

SHADRIN N. PERELMAN L., (1991), Railway Construction, Translated from the Russian by Leib G.

SELİM TULUMTAŞ, (1999), TCDD Genel Müdürlüğü Üstyapı Sorumlusu, Kişisel Görüşme, Kasım 1999.

TAKAO NAGASE (1997), Technological Developments At RTRI For Better Maintenance Of Equipment, RTRI, Sayı 38, s. 3 – 5, Mart 1997.

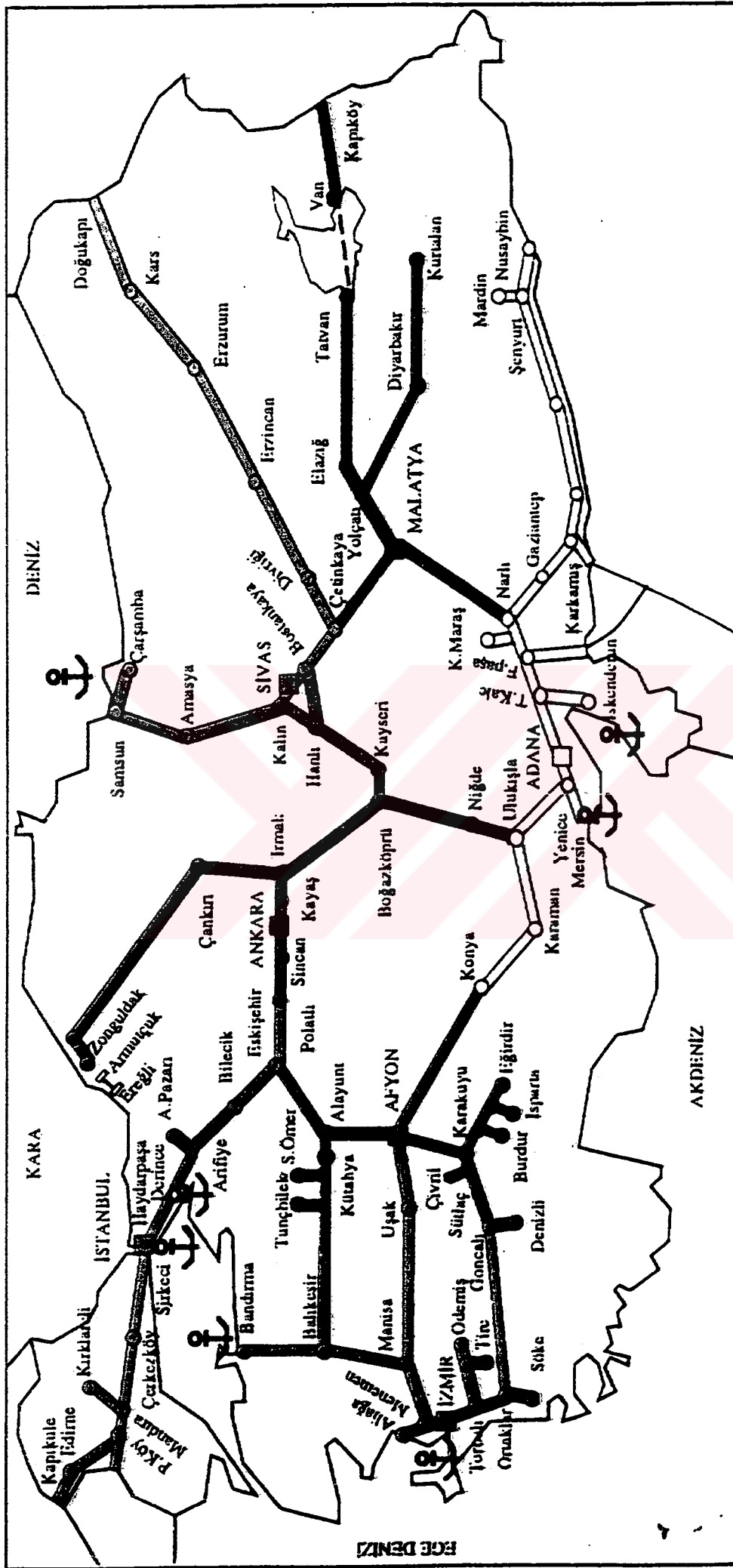
V. A. PROFIDILIS, (1983), Railway Engineering, Associate Professor, Section of Transportation Democritus Thrace University.

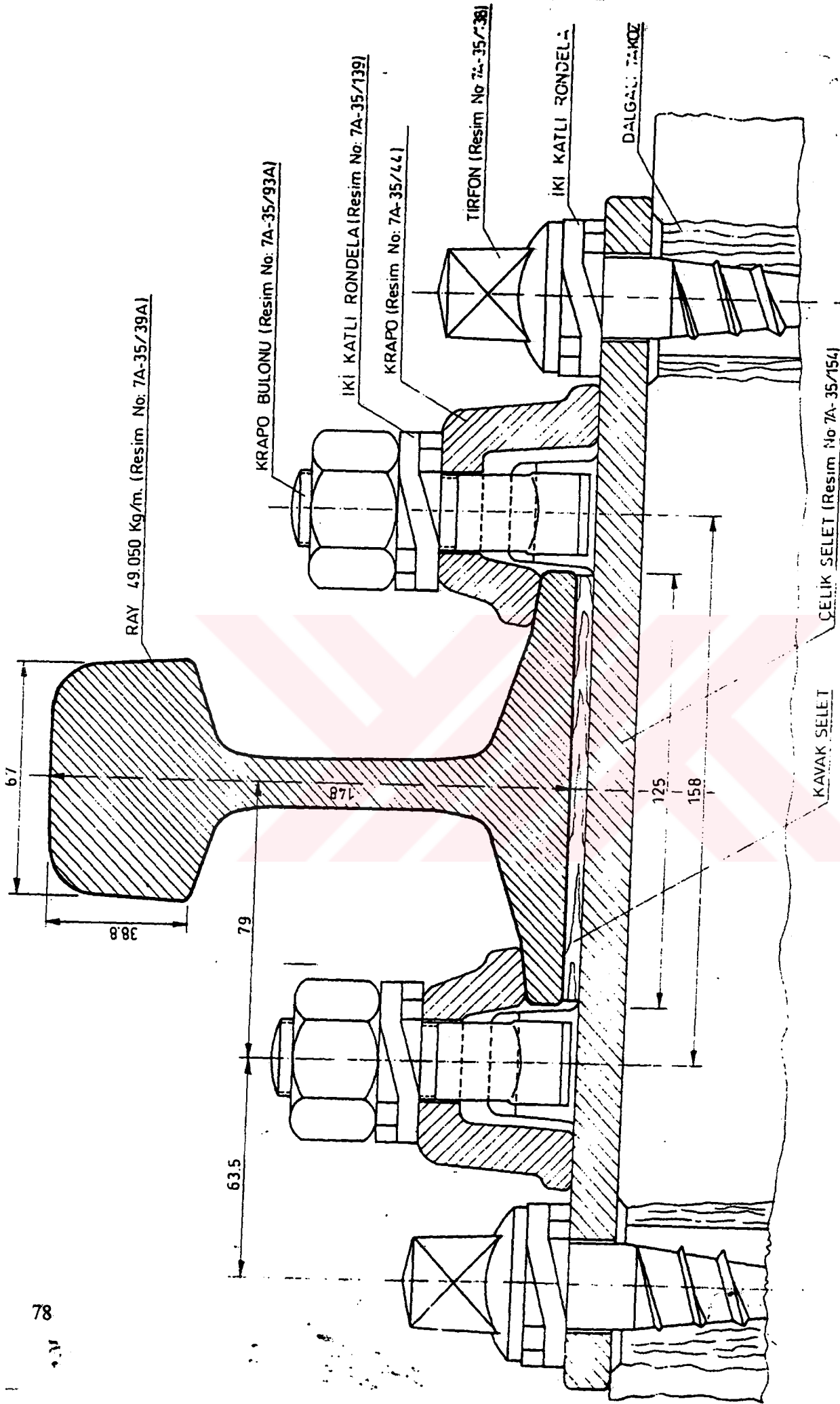
WILLIAM W.HAY, (1986), Professor of Railway Civil Engineering University of Illinois, Urbana, Illinois.

YOSHIMURA A., ANAMI T., OKUMURA Y., KAMIYAMA M., (1997), A New Method Of Repairing Railway Track Irregularity Using The Restored Waveform And Its Application, RTRI, Sayı 38, s. 13 – 18, Mart 1997.

EKLER





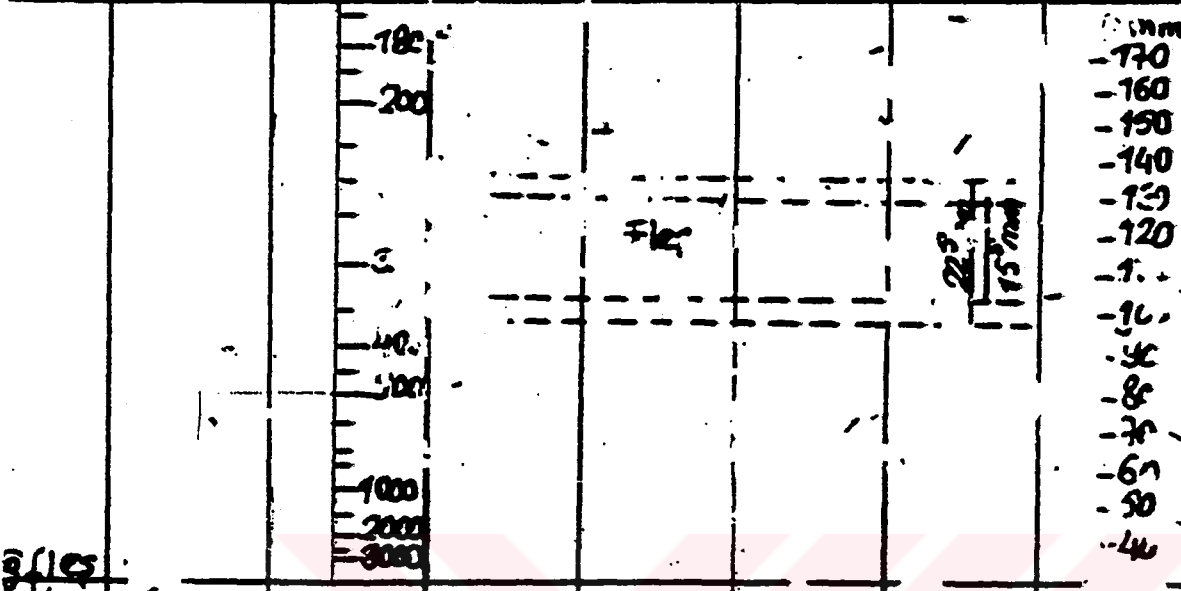


Ek B 49.050 Kg/m.'LİK BETON TRAVERSİ K TİPİ BAĞLANTI ENKESİTİDİR.

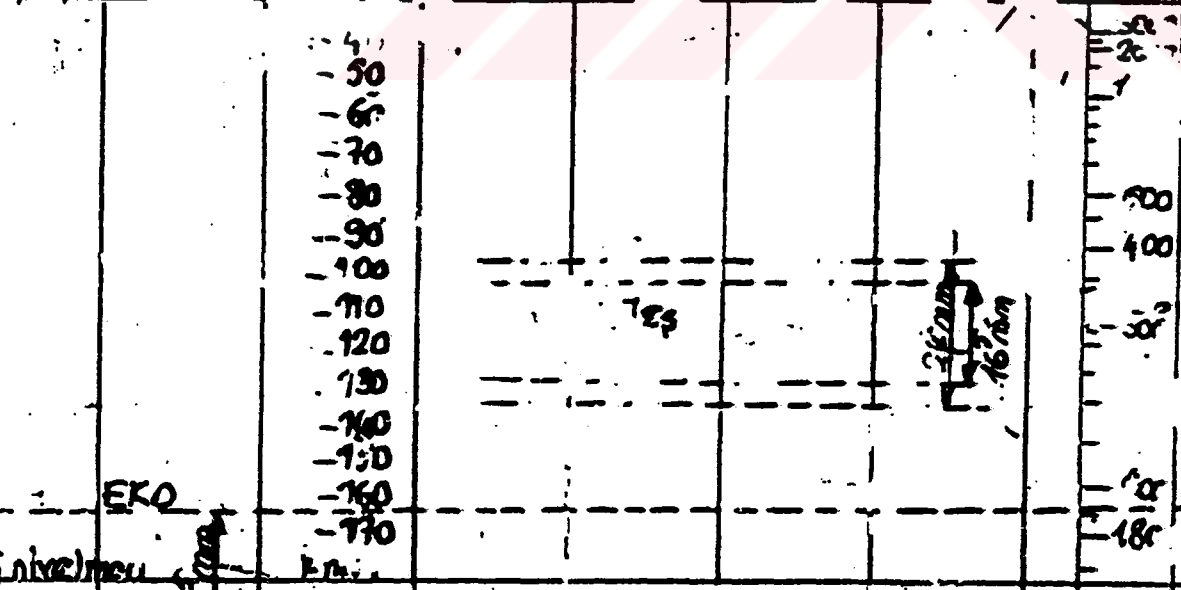


Ek A3 Bir demiryolu hat kontrol vagonu ile yapılan tetkikte: Yukarıdan aşağıya doğru, 1 - Burulma, 2 - Ekarıman, 3 - Kurbta sol ray eğrisi, 4 - Kurbta sağ ray eğrisi, 5 - Dever, 6 ve 7 - Sol ve sağ ray düşük ve gizli düşüklükleri göstermektedir. Burada ki yukarı veya aşağı doğru sıvrılan uçlar gizli boşluklara aittir. 8 - Kilometrajdır.

End
1435
1445
1435



End
REF
End
1435



EKO
End
EKO
EKO
EKO

Ek E Hat kesimleri ve hamton kilometreler (1000).

1. BOLGE

01	HAYDARPASA - GEBZE	759628.00
02	GEBZE - ARIFIYE	566037.00
03	ARIFIYE - ADAPAZARI	16609.00
04	ARIFIYE - ESKISEHIR	922208.00
05	ESKISEHIR - POLATLI	665932.00
11	SIRKECI - HALKALI	548305.00
12	HALKALI - PEHLIVANKOY	448610.00
13	PEHLIVANKOY - HUDUT (YUNANISTAN)	7569.00
14	MANDIRA - KIRKLARELI	749.00
15	PEHLIVANKOY - HUDUT (BULGARISTAN)	143865.00

2. BÖLGE

16	ANKARA - MARSANDIZ	123918.00
17	MARSANDIZ - SINCAN	288459.00
18	ANKARA - KAYAS	192424.00
19	SINCAN - POLATLI	265802.00
20	KAYAS - IRMAK	208313.00
21	IRMAK - KARABUK	1665748.00
22	KARABUK - ZONGULDAK	196679.00
23	ARMUTCUK - KARADENİZ EREGLİ	4311.00
24	IRMAK - BOGAZKOPRU	2327212.00
25	BOGAZKOPRU - ULUKISLA	984422.00
26	BOGAZKOPRU - KAYSERİ	95560.00

3.BÖLGE

27	BASMANE - HALKAPINAR	7439.00
28	HALKAPINAR - UNIVERSITE	7300.00
29	HALKAPINAR - ÇİĞLİ	53209.00
30	ALSANCAK - SIRINYER	17627.00
31	SIRINYER - BUCA	2699.00
32	SIRINYER - ADNAN MENDERES	28178.00
33	ALSANCAK - HALKAPINAR	3949.00
34	BASMANE - SIRINYER	4569.00
35	ADNAN MENDERES - GONCALI	264061.00
36	AFYON - ALASEHIR	72329.00
37	ALASEHIR - MANISA	48648.00
38	MANISA - SOMA	152862.00
39	SOMA - BALIKESIR	156627.00
40	BALIKESIR - BANDIRMA	182267.00
41	ÇİĞLİ - MANISA	106103.00
1	GONCALI - DENİZLİ	8704.00
2	ORTAKLAR - SOKE	6797.00
3	TORBALI - ODEMİS	16249.00
90	ÇATAL - TİRE	908.00

4.BÖLGE

4	SIVAS - KALIN	66429.00
5	KALIN - KAYSERİ	79202.00
6	SIVAS - CETINKAYA	75568.00
7	KALIN - SAMSUN	507936.00
8	SAMSUN - CARSAMBA	9048.00
9	DIVRIGİ - ERZURUM	836331.00
10	ERZURUM - KARS	203547.00
11	KARS - DOĞUKAPI	14137.00
12	SAMSUN - GELEMEN	11250.00
13	CETINKAYA - DIVRIGİ	409151.00
87	HANLI - KAYSERİ	743005.00
88	BOSTANKAYA - ÇETİNKAYA	461884.00
89	HANLI - BOSTANKAYA	141541.00

5. BÖLGE

14	MALATYA - HEKİMHAN	377139.00
15	HEKİMHAN - CETINKAYA	358124.00
16	MALATYA - YOLCATI	242379.00
17	YOLCATI - MADEN	78918.00
18	MADEN - BATMAN	132536.00
19	BATMAN - KURTALAN	16796.00
20	YOLCATI - ELAZIG	44814.00
21	ELAZIG - TATVAN	236404.00
22	MALATYA - NARLI	1021975.00
23	VAN İSKELE - HUDUT	78313.00

6. BÖLGE

72	KONYA - ULUKISLA	508303.00
73	ULUKISLA - YENİCE	813537.00
74	YENİCE - MERSİN	154730.00
75	YENİCE - ADANA	205045.00
76	ADANA - TOPRAKKALE	510067.00
77	TOPRAKKALE - İSKENDERUN	369250.00
78	TOPRAKKALE - FEVZİPASA	396791.00
79	FEVZİPASA - NARLI	391892.00
80	KOPRUĞAZI - KAHRAMANMARAS	2045.00
81	FEVZİPASA - TAHTA KOPRU	20219.00
82	NARLI - GAZİANTEP	48037.00
83	GAZİANTEP - KARKAMIS	25743.00
84	KARKAMIS - HUDUT	65231.00
85	SENİYURT - MADEN	370.00

7. BÖLGE

06	ESKİŞEHİR - ALAYUNT	265033.00
07	KUTAHYA - SEYİTOMER	3838.00
08	TAVSANLI - TUNCBİLEK	10060.00
09	ALAYUNT - BALIKESİR	993332.00
10	ALAYUNT - AFYON	297352.00
42	GONCALI - KARAKUYU	119276.00
43	KARAKUYU - AFYON	114497.00
44	KARAKUYU - EĞRİDİR	24149.00
45	GUMUSGÜN - BURDUR	12887.00
46	BOZANONU - İSPARTA	7717.00
71	AFYON - KONYA	594260.00
86	AFYON - D.PINAR	35237.00

ÖZGEÇMİŞ

Haluk Tuna, 1970 yılında Eskişehir Merkez İlçe'sinde doğdu. Lise öğrenimini Eskişehir Devlet Demiryolları Meslek Lisesi'nde tamamladı. 1987 – 1988 yılları arasında TCDD 5. Bölge Malatya'da Kısım Şefi olarak çalıştı. Lisans öğrenimine 1988 yılında girdiği Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünde başlayarak, 1993 yılında mezun oldu. 1993 – 1994 yılları arasında Uğurlu kardeşler İnşaat Şirketinde çalıştı. 1994 yılında, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği anabilim dalı, Ulaştırma Mühendisliği Programı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 1995 yılında Kanıt İnşaat, 1996 yılında Fermak İnşaat, 1997 yılında 4U İnşaat Şirketlerinde ve 1999 yılında Bechtel ENKA ortak girişimi olan Tengiz Chevron Petrol Şirketinin Kazakistan'da işlettiği bir rafinerinin kapasite artırımı projesinde çalıştı. Halen Bechtel ENKA ortaklığı Gebze – Adapazarı Doğalgaz Dönüşüm Santrali Projesinde çalışmaktadır.