

**LOJİSTİK YÖNETİMİNDE BİR TAŞIMACILIK ÖRNEĞİ:
DEĞİRMENÖZÜ-BANDIRMA PARKURU**

Yunus Emre GÜRCAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İşletme Anabilim Dalı

Pazarlama Programı

Danışman: Prof. Dr. Celal Hakan KAĞNICIOĞLU

Anadolu Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ocak 2025

Eskişehir

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Yunus Emre GÜRCAN'nın "LOJİSTİK YÖNETİMİNDE BİR TAŞIMACILIK ÖRNEĞİ: DEĞİRMENÖZÜ-BANDIRMA PARKURU" başlıklı tezi/...../20..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, İşletme Anabilim dalında Yüksek Lisans Yeterlik tezi olarak kabul edilmiştir.

	<u>Unvanı Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı)		
Üye		
Üye		
Üye		
Üye		

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitü Müdürü

ÖZET

LOJİSTİK YÖNETİMİNDE BİR TAŞIMACILIK ÖRNEĞİ:

DEĞİRMENÖZÜ-BANDIRMA PARKURU

Yunus Emre GÜRCAN

İşletme Anabilim Dalı

Pazarlama Bilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ocak 2025

Danışman: Prof. Dr. Celal Hakan KAĞNICIOĞLU

Lojistik ve lojistik yönetimi insanlık medeniyetinin gelişiminde rolü olan ve bu gelişimden faydalanan önemli kavramlardır. Yönetişimin ve planlamanın saha pratiğinde gerçeğe dönüştüğü en önemli noktalardan birisi ise taşımacılık faaliyetidir. Demiryolu taşımacılığı ise sanayi devriminin özünden günümüz ekonomik gerekliliğine uzanan önemli ve dikkate değer bir serüvene sahiptir.

Demiryolu taşımacılığının kendine özgü dinamikleri nedeniyle Türkiye için coğrafya, jeopolitik konumu, ekonomik ve beşerî hareketlik, dünya ticaret yolları ve siyaseti çerçevesinde büyük potansiyeller ihtiva eden önemli bir beceri olduğuna kanaat getirilebilir. Bu noktada demiryolu taşımacılığında elde edilebilecek verimliliğin silsile halinde tüm lojistik kabiliyete ve lojistik yönetimine katkı sunacağı söylenebilir.

Türkiye demiryolu taşımacılığının yaşadığı tehir sorununun kök nedeni olarak tek hat trafik yönetimi sonucuna ulaşılmıştır. Bu duruma alternatif olması için ilave hat inşaatının makul bir yaklaşım olup olmadığını ölçümlemek adına Fayda- Maliyet Analizi uygulamalarından faydalanılmıştır. Çalışma sahası olarak Değirmenözü – Bandırma parkuru tercih edilmiştir. Çalışmanın gerçekçi olması için TCDD Taşımacılık A.Ş.’ den izin alınmış ve veriler kurum tarafından yazar ile paylaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Lojistik Yönetimi, Demiryolu, TCDD, Verimlilik, Fayda-Maliyet Analizi

ABSTRACT

AN EXAMPLE OF TRANSPORTATION IN LOGISTICS MANAGEMENT: DEĞİRMENÖZÜ-BANDIRMA LINE

Yunus Emre GÜRCAN

Department of Business Administration

Marketing Programme

Graduate School of Anadolu University, January 2025

Supervisor: Prof. Dr. Celal Hakan KAĞNICIOĞLU

Logistics and logistics management are important concepts that have a role in the development of human civilization and benefit from this development. One of the most important points where this governance and planning becomes a reality in field practice is transportation. Railway transportation has an important and remarkable journey from the essence of the industrial revolution to today's economic necessity.

It can be concluded that railway transportation is an important skill that contains great potentials for Türkiye due to its unique Dynamics within the framework of geography, geopolitical position, economic and human mobility, world trade routes and politics. At this point, it can be said that the efficiency that can be achieved in railway transportation will contribute to the entire logistics capability and logistics management in a series.

It is concluded that the root cause of the delay problem experienced by Türkiye railway transportation is single line traffic management. In order to measure whether the construction of an additional line is a reasonable approach as an alternative to this situation, Cost-Benefit Analysis applications have been utilized. Değirmenözü- Bandırma line was preferred as the study area. For the study to be realistic, permission was obtained from TCDD Taşımacılık A.Ş. and the data was shared with the author by the institution.

Keywords: Logistics Management, Railway, TCDD, Efficiency, Benefit-Cost Analysis

TEŞEKKÜR

TCDD Taşımacılık A.Ş. personeli olarak akademik bir yazım üretirken kuruma da fayda sağlama gayesi ile kaleme aldığım bu tez çalışmasında; tüm süreçlerde nazik yardımlarını ve rehberliğini cömertçe paylaşan danışman hocam sayın Prof. Dr. Celal Hakan KAĞNICIOĞLU beyefendiye ve kurum verilerine ulaşmamı sağlayarak bu çalışmayı mümkün kılan TCDD Taşımacılık A.Ş. Strateji ve Geliştirme Daire Başkan Yardımcısı sayın Yük. Müh. Mehmet UYGUR beyefendiye teşekkür ederim.

Desteklerini her daim hissettiren kıymetli aileme, tez yazım tecrübelerini benimle paylaşan değerli abim Enes GÜRCAN'a ve bana birçok imkân yaratan sevgili eşim Dilhan GÜRCAN'a müteşekkirim.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Yunus Emre GÜRCAN

01/01/2025

ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ KULLANIM BEYANI

Bu tezi hazırlarken (ChatGPT, Gemini, DALL-E vb.) üretken yapay zekâ programlarından destek almadığımı beyan ederim. Tezin hazırlığı aşamasında üretken yapay zekâ programlarından Google Translate üzerinden çeviri desteği aldım. Üretken yapay zekâ programlarından aldığım bilgilerin doğruluğunu kontrol ettiğimi bildiririm.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Yunus Emre GÜRCAN

İÇİNDEKİLER

BAŞLANGIÇ SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vi
ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ KULLANIM BEYANI.....	vii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
GÖRSELLER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1 GİRİŞ	1
2 LOJİSTİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ	3
2.1 Lojistik	4
2.2 Lojistik Yönetimi.....	5
2.3 Taşımacılık.....	8
3 DEMİRYOLUNUN TARİHSEL GELİŞİMİ VE ÖNEMİ.....	10
3.1 Demiryolunun Dünyadaki Tarihsel Gelişimi.....	10
3.2 Demiryolunun Türkiye’deki Tarihsel Gelişimi	11
3.2.1 Osmanlı dönemi.....	11
3.2.2 Cumhuriyet dönemi	12
3.2.3 Demiryolu Merkezli Ulaşım Dönemi	12
3.2.4 Karayolu Merkezli Ulaşım Dönemi	13
3.2.5 Serbestleşme ve TCDD Taşımacılık A.Ş. Dönemi	13
3.3 Demiryolu Terminolojisi	14
3.3.1 Altyapı.....	16

3.3.2. Üstyapı.....	19
3.3.3 Tesisler	22
3.3.4 ORER	23
3.4 Demiryolu Ulaşımında Trenler	25
3.5 Demiryolu Trafik Yönetimi.....	26
3.6 Demiryolu Ulaşımının Önemi	28
3.6.1 Kamusal hizmet ve sosyal fayda	29
3.6.2 Ekonomik katkı	29
3.6.3 Lojistik kabiliyet.....	29
4 ETİ MADEN VE DEĞİRMENÖZÜ – BANDIRMA PARKURU	31
4.1 Eti Maden İşletmeleri	32
4.2 Değirmenözü – Bandırma Parkuru	33
4.2.1 Demiryolu hat bilgileri.....	33
4.2.2 Yükleme ve boşaltma yapılan istasyonlar	39
4.2.3 Trafik kaynaklı tehir verileri	43
5 FAYDA- MALİYET ANALİZİ VE UYGULAMASI	59
5.1.Sosyal Mal Teorisi / Kamusal Mal.....	59
5.2 Fayda – Maliyet Analizi.....	61
5.3 FMA Uygulaması	63
5.3.1 Sorun	63
5.3.2 Sınırlılıklar.....	64
5.3.3 Yöntem	69
5.3.4 Fayda Maliyet Oranı (FMO) Yöntemi ile Değerlendirilmesi.....	90
6 SONUÇ.....	93
KAYNAKÇA	96
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 3.1	Yapılan Altyapı Türleri ve Altyapı İşleri	17
Tablo 4.1	Tek Hat İşletmeciliği Trafik Yönetiminin Neden Olduğu Tehirler.....	45
Tablo 4.2	Değirmenözü- Bandırma Parkur İstasyonları Dakika Bazında Toplam Tehir Verileri.....	46
Tablo 4.3	Değirmenözü- Bandırma Parkur İstasyonları (838) Kod İşlenmiş Tehir Verileri	47
Tablo 4.4	838 Kod Tehir Sıralamasında İlk Beş İstasyonun Toplam Tehire Dair Ağırlıkları	53
Tablo 4.5	Üç İstasyonun Varış İstasyonlarına Göre 838 Kod Tehir Veriler.....	56
Tablo 4.6	DP Hat Kesimi ile Kütahya Ve Değirmisaz İstasyon Karşılaştırması	58
Tablo 5.1	Taşımacılık A.Ş. Trenlerinin Yaşadığı Tehir Verileri	64
Tablo 5.2	Tablo 3.1.'de Paylaşılan Kodlara İlişkin DP Hat Kesim Tehir Verileri...	76
Tablo 5.3	İltisak Hatları Raporu Gelir Verileri	78
Tablo 5.4	Dizel Anahat Lokomotiflerin Yakıt Tüketim Değerleri.....	80
Tablo 5.5	İş Gören Ücretleri (TL).....	83
Tablo 5.6	İltisak Hattı Raporları Taşınan Yük Miktarları (Ton).....	84
Tablo 5.7	Ölümlü Yaralanmalı Trafik Kaza Sayısı	86
Tablo 5.8	Motorlu Kara Taşıt Sayıları	87
Tablo 5.9	Yıllara Göre Ülke Geneli Trafik Kaza Sayısı, Ölümü Yaralanmalı Kaza Sayısı, Ölü Ve Yaralı Sayısı	87
Tablo 5.10	DP Hat Kesim Projesi Gelir Ve Giderler Tablosu	91

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1	Eker'in Çalışmasından Alıntı İle Lojistik Yönetimi Bileşenleri	7
Şekil 3.1	Demiryolu Altyapı Kesit İzlenimi	17
Şekil 3.2	Demiryolu Hattının Kesit Gösteri	18
Şekil 3.3	Demiryolu Üstyapı Yol Kesitleri	19
Şekil 3.4	Katener Sistemi	20
Şekil 3.5	Ray Kesiti	21
Şekil 3.6	Dolaylı Bağlantı Ekipmanları	21
Şekil 3.7	Katener Hattı Çalışma Döngüsü	22
Şekil 3.8	ORER Planlaması Tren Çizgileri Karşılaşma Örnek Gösterimi.....	24
Şekil 3.9	Tren Çizgilerinin Kesişim Gösterimi	25
Şekil 3.10	Tek Hat Trafik Yönetiminde İlişkin Örnek Görsel Çalışması.....	26
Şekil 3.11	Çoklu Hat Trafik Yönetiminde İlişkin Örnek Görsel Çalışması	27
Şekil 4.1	Türkiye Demiryolları İstasyon ve Mesafe Harita	34
Şekil 4.2	Türkiye Demiryolları İstasyon Ve Mesafe Haritası Üzerinde Değirmenözü – Bandırma Parkur Görseli	35
Şekil 4.3	Değirmenözü- Bandırma Parkuru İstasyon Listesi. Gri Olarak İşaretlenen Km Verileri Konum Paylaşılan Noktalar Olup İstasyon Statüsünde Olmayan Tek Anahat Yollarıdır	37
Şekil 4.4	Türkiye Fiziki Haritası	36
Şekil 4.5	Türkiye Fiziki Haritasından İlgili Kısım Kesilmiştir	36
Şekil 4.6	Kanca ve Lokomotif Çeker Limitleri Tablosundan Alınmıştır	37
Şekil 4.7	Türkiye Fiziki Haritasından İlgili Kısım Kesilmiştir	38
Şekil 4.8	Kanca ve Lokomotif Çeker Limitleri Tablosundan Alınmıştır	39
Şekil 4.9	Toplam Tehir ile 838 Kodlu Tehir Karşılaştırması	50

Şekil 4.10	3 Yıllık Ortalama Değerler Toplam Ve 838 Kod Tehirleri Karşılaştırması.....	51
Şekil 4.11	Toplam Tehirlerin Dağılımı	52
Şekil 4.12	Ortalama Tehirlerde 838 Ve Diğer Tehirlerin Gösterimi.....	54
Şekil 4.13	Dursunbey-Sindirler-Piribeyler İstasyonları Güzergahı Harita Üstü Gösterimi	55
Şekil 4.14	İstikameti Sadeleştirilmiş 838 Kod Tehirleri	57
Şekil 5.1	FMA Uygulamalarının Ülke Ve Tarih Sırasında Liste Gösterimi	62
Şekil 5.2	Demiryolu İnşa Maliyetleri	72
Şekil 5.3	2024 Yatırım Programında ÖKD Proje Bilgileri	73
Şekil 5.4	DPT ve TCDD Verileri Ortalama Hesaplanması	73
Şekil 5.5	Konvansiyonel Hat Uzunluk Verileri.....	75
Şekil 5.6	FMO Hesaplama Görselleştirmesi	93

GÖRSELLER DİZİNİ

Görsel 4.1	Konteyner İstif Sahası Ve Rampa Bölümü	41
Görsel 4.2	Tinkal Yükleme Bunkeri	42
Görsel 4.3	Konteyner İstif Ve Yükleme Alanı	43
Görsel 4.4	Tablet Tren Seyir Giriş Ekranı	44
Görsel 5.1	DP Hat Kesiminden Görseller	70



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

24 _k	: 24000'lik Lokomotif Birim Zaman Yakıt Tüketimi
24 _{ko}	: 24000'lik Lokomotif Hat Kullanım Oranı
33 _k	: 33000'lik Lokomotif Birim Zaman Yakıt Tüketimi
33 _{ko}	: 33000'lik Lokomotif Hat Kullanım Oranı
36 _k	: 36000'lik Lokomotif Birim Zaman Yakıt Tüketimi
36 _{ko}	: 36000'lik Lokomotif Hat Kullanım Oranı
A.Ş.	: Anonim Şirket
A _k	: İkame Edilen Araç Başı Elde Edilen Gelir
A _n	: Ortalama Motorlu Kara Taşıt Sayısı
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
A _s	: Araç Sefer Sayısı
A _t	: Tasarruf Edilen İkame Araç Geliri
Bkz	: Bakınız
BO _b	: Bakım – Onarım Yıllık Birim Maliyeti
BO _y	: DP Hat Kesimi İçin Bakım - Onarım Yıllık Maliyeti
BO _{yn}	: Bakım-Onarım Gideri İndirgenmiş Değeri
BO _{yt}	: Bakım - Onarım Yıllık Toplam Maliyeti
Ç _a	: Normal Çalışma Süresi
DP	: Dursunbey-Piribeyler Hat Kesimi
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
DTİ	: Demiryolu Tren İşletmecisi
DY _t	: Tasarruf Edilen Yıllık Yakıt Tutarı
DY _{yt}	: Yıllık Tasarruf Edilen Toplam Dizel Yakıt

F_g	: Elde Edilen Toplam Fayda Geliri
FMA	: Fayda-Maliyet Analizi
FMO	: Fayda-Maliyet Oranı
$F\ddot{U}_{bo}$	: Birim Zaman Ortalama Fazla Mesai Ücreti
$F\ddot{U}_o$	: Ortalama Fazla Mesai Ücreti
G_t	: Tasarruf Edilen Gelir
G_{yo}	: Birim Başına Yıllık Ortalama Gelir
G_{yt}	: Yıllık Toplam Ortalama Gelir
H_b	: Birim Zaman Taşınan Yük Miktarı
H_y	: Tasarruf Edilen Zamanda Taşınan Toplam Yük Miktarı
K_b	: Kaza Başına Ortalama Maddi Hasar Tutarı
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
K_k	: Kapasite Kullanım Oranı
K_m	: Maddi Hasarlı Ortalama Kaza Sayısı
KKY	: Kurumsal Kaynak Yönetimi
K_t	: Tasarruf Edilen Maddi Hasarlı Kaza Tutarı
M_b	: Birim Yapım Maliyeti
M_u	: DP Hat Kesim Uzunluğu
M_y	: DP Hat Kesim Yapım Maliyeti
O	: Araç Sayısına Oranla Ölümlü-Yaralanmalı Kaza Gerçekleşme Oranı
O_s	: Maddi Hasarlı Kaza Gerçekleşme Oranı
OY_k	: Kullanıma Endeksli Birim Zaman Ortalama Yakıt Tüketimi
$\ddot{O}K_b$	: Ölümlü-Yaralanmalı Kaza Teminat Tutarı
ÖKD	: Ödemiş-Kirazlı Demiryolu Projesi

$\ddot{O}K_m$	: Kaçınılan Ölümlü-Yaralanmalı Trafik Kaza Sayısı
$\ddot{O}K_o$	: Ölümlü-Yaralanmalı Ortalama Kaza Sayısı
$\ddot{O}K_t$	: Tasarruf Edilen Ölümlü-Yaralanmalı Kaza Tutarı
$P\ddot{U}_t$	: Tasarruf Edilen Personel Ücret Ödemeleri
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
THTY	: Tren Hazırlama ve Trafik Yönetmeliği
TİS	: Tren İşletme Sistemi
TMİ	: Trenlerin Merkezden İdaresi
T_{sg}	: Günlük Toplam Tren Saati
TSİ	: Trenlerin Sinyalle İdaresi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
T_y	: Yıllık Toplam Tren Saati
$\ddot{U}_{bo}$	: Birim Zaman Ortalama Temel Ücret
$\ddot{U}_o$	: Ortalama Temel Ücret
$\ddot{U}_{so}$	: Genel Ortalama Ücret
Y_f	: Ortalama Yakıt Fiyatı
Z_t	: Tasarruf Edilen Zaman
Z_{tt}	: Tasarruf Edilen Oransal Zaman

1 GİRİŞ

Dünya ekonomisinin gelişim hikayesinde; kaynaklara erişim, kullanımı, son kullanıcıya ulaştırma gibi basamakların verimlilik önceliği ile koordine edilme durumu önem arz eden bir süreçtir. Lojistik yönetimi kavramı bu sürece ismini verecek bir gelişim serüveni ile yakın zamanın ekonomi okumalarında sıklıkla kullanılır veya işlenir olmuştur. Lojistik kavramı, insanlık tarihinin her basamağında var olmuş ve medeniyet gelişim sürecinin bir parçası olagelmıştır. Kavramın karşıladığı anlam geçmişi incelendiğinde “mantık” ve “istatistik” temeline ithafen günümüz ekonomik şartlarına uygun şekilde anlam çatısını geliştirmiştir. Lojistik yönetim konseyi tanımı şu şekilde yapmıştır: “Müşterilerin ihtiyaçlarına cevap vermek için gerekli olan ürün ve hizmetlerin bilgi akışı başta olmak üzere kaynaktan son noktaya kadar planlanması, hazırlanması, depolanması, sürecin kontrol altına alınması ve uygulanmasını sağlayan tedarik zinciri sürecinin bir parçasıdır” (Tseng, Yue, & Taylor, 2005).

Lojistik kavramının koordinasyonu içine alacak şekilde genişlemesi ve tüm planlama sürecinin inşası sonrasında fiziksel yer değiştirme eylemine “Taşıma” ifadesi kullanılmaya başlanmıştır. Taşıma, ürünlerin organizasyon süreci içerisinde belirlenen merkezlere veya müşteriye ulaştırılmasını ifade eder. Ürünlerin sevki için tercih edilebilecek farklı taşıma yöntemleri olduğu için bu durum kendi arasında sınıflandırılarak taşıma modları tanzim edilmiştir (Çancı & Güngören, 2013). Tezin konusu taşıma modları arasında “Demiryolu Taşımacılığına” odaklanarak, demiryolu üzerinde gerçekleştirilebilecek bir verimliliğin silsile halinde lojistik yönetimine katkısını ve muhtemel dışsal faydaları araştırmaya odaklanmıştır.

Demiryolu taşımacılığı; sanayi devriminin kendi yarattığı dönüşümü şehirlere ve her yere yaymak için imal ettiği başat çözümdür. Madenlerde yük taşımak için özelleştirilmiş, sadece bu işe hizmet için yapılandırılmış yolların (rayların) uzak mesafelere de yük taşımak için kullanabilecek olması buharlı makinenin devreye girmesi ile olmuştur (Kılıç, 2022). Elde edilen bu ulaşım kabiliyeti, sanayiye farklı bir ivme getirerek 19. Yüzyılda devletlerin ekonomik kalkınma için sahip olmak istedikleri en önemli becerilerden birisi olmuştur (Aytekin, 2022). Karayolu ve hava yolu taşımacılığının sürekli gelişimine rağmen demiryolları halen ülkeler için birçok önem ihtiva eden stratejik bir kabiliyet olarak varlığına devam etmektedir (Aytekin, 2022). Özellikle gelişmiş ekonomi sahibi ülkelerin sahip olduğu demiryolu taşımacılık kabiliyeti; raylı sistem ağı, araç parkuru ve

taşınan yük ve yolcu ile ekonomiye, teknolojik gelişime, çevreye sunduğu katkı ile birçok sosyal fayda yaratmaktadır. Bu bağlamda demiryolu taşımacılığı devletin kamunun yararına sunduğu bir “sosyal mal” olarak değerlendirilebilir (İşler, 2018). Bununla birlikte ulusal güvenlik için gerekli olan “sevk” zorunluluğu demiryollarını; sunduğu güçlü çözümler nedeni ile vazgeçmesi güç bir kale statüsüne çıkarmaktadır (Cumhuriyet Halk Partisi, 1938).

Ülkemizin 1950’li yıllara değin gerçekleştirdiği demiryolu atılımı sonraki yıllarda karayolu ulaşımını önceleyen politikalar nedeniyle zaman içinde etkisini yitirmeye başlamıştır. Toplam yükün %61’ni toplam yolcunun %22’ü demiryolları ile taşınırken 1999’da demiryollarının yük taşımacılığındaki payı %5 yolcu taşımacılığındaki payı %2’dir (Aydemir & Çubuk, 2019). Demiryolları; yük başına navlun maliyeti, güvenlik, çevreye zarar gibi birçok kalemde alternatiflerine göre avantaj sunarken kamusal hizmet ve ulusal güvenlik açısından da önemli bir gereksinimdir. Lojistik kabiliyet üretim kapasitesi için bir sınırlılık unsurudur. Bu sınırlılığı avantaja çevirerek kalkınma sürecinde demiryolu taşımacılığının sunduğu çözümler hem gerekli hem de çeşitlilik açısından faydalı bir tercihtir (Aytekin, 2022).

Demiryolları kendine özgü gereksinim ve sınırlılıklar nedeni ile verimliliğini ve fırsat maliyetini koruyabilmek için ulaşımının gelişmesine, altyapının geliştirilmesine, araç parkurunun mevcut koşullara uyum sağlamasına ve yönetim kabiliyetini güncellemesine ihtiyaç duyar. Aksi durumlarda sahip olduğu büyük ağırlık altında ezilerek faydaya dönüştürebileceği potansiyeli verimsiz ve hatta zarar eden bir bürokratik sürüncemeye dönüşür. Bu tarz durumlarda asıl ihtiyaç duyulan yeni yatırımlar yapılarak fayda üretimini arttırmak iken yeni yatırımlar zarar edilecek bir zıyanmış algısına esir olur. Yatırım maliyetinin fırsat maliyetine yenilmemesi en çok fayda üretecek noktaya /soruna odaklanmak ve elde edilen faydanın ikinci en çok fayda üretecek noktayı finanse ederek kendi ekosistemini kurmasına imkân sağlanmalıdır.

Eti Maden İşletmeleri, dünya bor satışlarının %62’sini yaparak açık ara pazar lideridir (Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2024). Gerçekleştirdiği üretimin lojistik sürecinde büyük oranda demiryolunu tercih etmektedir. Demiryollarının Değirmenözü-Bandırma parkuru üç farklı Eti Maden yerleşkesi arasındaki ulaşım bağlantısını ihtiva eder ve Eti Maden İşletmelerinin tüm taşınan yükünün %70’i bu hat üzerinden ulaştırılır. Bu hacim Değirmenözü istasyonunu ülkede en fazla yükleme yapan 3. İstasyon, en fazla

gelir elde eden 2. İstasyon yapar (KKY, 2024). 396 Km'lik bu parkurda, verimli tren işletmeciliğinin karşılaştığı en önemli sorunların başında tren tehirleri gelir. Trenlerin tehir etmesinin birçok nedeni varken sıklıkla gerçekleşen sebep trafik kaynaklıdır. Demiryolu Trafik Yönetimi, tek ray sistemi üzerinden tek trenin hareket edebilmesi, trenin ağır ve sürtünme noktalarının metalden olması nedenleri ile güvenliği sağlamak amaçlı kendi var olmağına ilişkin dinamikler ile gerçekleştirilir. Hat üzerinde birçok trenin işlemesi belli noktalarda buluşmasını veya öne geçmesini mecburi kılar. Bahsedilen parkur üzerinden tek bir yolun olması trafik yönetimini zorlayacak engellere sebebiyet vermektedir. Neticede yolun tek hat olması kaynaklı gerçekleştirilen trafik yönetimi trenlerin tehir etmesine neden olmaktadır. Tren seferlerinde yaşanan gecikmeler; zamana dayalı ürün teslimatı, vagon çevrimin verimliliği, iş gören mesaiyeri, yakıt ve işletme giderleri gibi kalemlerde zarara neden olurken, gerçekleştirilemeyen potansiyel nedeni ile ekonomi ekosisteminin gelişimine katkı sunulamamaktadır.

Fayda – Maliyet analizleri katlanılacak maliyetin üretilecek faydaya değer olup olmadığına karar verilmesi için fikir oluşturacak ölçümleme yöntemleridir (İşler, 2018). Özellikle, yapılacak kamu harcamalarında sıklıkla kullanılan Fayda – Maliyet analiz yöntemlerinde doğru ölçümleme yapabilmek adına farklı teoriler geliştirilmiştir. Tezde Değirmenözü – Bandırma parkurunda trafik kaynaklı gerçekleşen tehirlere mâni olmak amacıyla en fazla tehir gerçekleşen iki istasyonun arasına ikinci demiryolu hattı inşa etmenin maliyeti ile yaratacağı fayda karşılaştırmak için bu analizden faydalanılmıştır. Demiryolunun kazanacağı bir dakika karşılığında tasarruf edilecek yakıt, çalışan mesaisini, taşıma kapasitesini, karayolu ulaşımına ikame oluşturacak potansiyeli ve dolaylı olarak üreteceği sosyal fayda hesaplanmıştır.

2 LOJİSTİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ

İnsanoğlunu diğer canlılardan ayıran en temel özelliğın kolektif ürün veya eylem gerçekleştirme becerisi olduğu söylenebilir (Nazlı, 2024). İlk şehirleşme örnekleri ile birlikte toplum içinde görev dağılımlarının oluşması ve bu durumun bir sistem içinde genişlemesine bağılı olarak üretim sürecinde ihtiyaç duyulan metallerin veya üretim süreci nihayetinde elde edilen ürünlerin sevk edilmeye başlandığından da bahsedilebilir. Şehirlerin kendi ihtiyacını gidermek için yakın çevresi üzerinden koordine ettiğı bu hareketliliğın zaman içinde şehirler ve devletlerarasında gelişen ticaretin öncülü olduğu kabul edilebilir. Sevk ve idare becerisindeki kabiliyet geliştikçe üretim araç ve

süreçlerinin de geliştiği ve elde edilen birikim ile daha iyi kolektif sistemlere zemin hazırladığı söylenebilir. Şehirlerin ve dolayısıyla medeniyetin gelişim sürecinde yaşanan bu meta hareketliliğinin planlanması, sağlanması ve sürdürülebilir kılınması eylemlerini de lojistik kavramı ile izah edebiliriz (Gümüş, 2009). Dünyanın daha önce hiç tecrübe etmediği hız ve hacimde üretim gerçekleştirdiği son yüzyıllarda ise farklı ihtiyaç ve hedefler doğrultusunda lojistik kavramının biçimlendiği, geliştiği ve yönetim gerektiren büyük bir kritik eyleme dönüştüğünü söyleyebiliriz. Günümüz dünyasında büyük önem arz eden lojistik ve lojistik yönetimi her şeyin başlangıcı ve hala temeli olan taşımacılık kavramı üzerine çalışmaya devam etmektedir.

2.1 Lojistik

Lojistik, her ne kadar kavram olarak kullanımı yakın zamanlara tekabül etse de ifade ettiği anlam itibarıyla aslında insanoğlun tarihi kadar eski olduğu söylenebilir. İnsanların topladıkları veya avladıkları besinleri muhafaza etme veya taşıma eylemleri bu kapsamda değerlendirilebilir (Gümüş, 2009). Kavramın tarihçesine baktığımızda; Yunanca hesap yapabilen/becerikli/mantık anlamlarına gelen “logic” kelimesi ile aritmetik ilişkilendirme yapabilen/ istatistik anlamını karşılayan statsitic kelimelerinin birleşimiyle “logistikos” kelimesine dayandığını görürüz (Demiroğlu, 2013). Askerî açıdan ilk kullanımının Napolyon Savaşları sırasında ordu bileşenlerinin ihtiyaçları doğrultusunda bir yerden başka bir yere naklini ifade etmek için gerçekleştiğini söyleyebiliriz (Sezgin, 2008). Askeri tanım olarak; muharip unsurlara strateji ve taktiğe uygun şekilde gerekli olan malzeme ile hizmet desteğini sağlama amacıyla gerçekleştirilen faaliyetlerdir ifadesi kullanılabilir (Demirel, 2022). Zaman içinde daha kapsamlı bir eylemi ifade etmek için; askeri malzemelerin tasarlanması, satın alma işlemleri, uygun koşullarda depolanması, bakımı, dağıtımı, yer değiştirmesi ve kurtarılması ile ordu bileşenlerinin hareketi, kurtarılması ve tedavi edilmesi faaliyetleri şeklinde de tanımlandığı olmuştur (Öztürk M. , 2017).

İkinci Dünya Savaşında orduların lojistik alanında elde ettiği birikim savaş sonrasında özel sektör işletmeleri için bir rekabet aracına dönüştüğü ve kavramın askeri bir terim olmaktan çıktığı söylenebilir (Koçak, 2020). Lojistik kavramın ilk kullanımları nakletme, taşıma veya ulaştırma anlamlarını barındırırken bahsi geçen değişim ile rekabet aracına dönüşerek daha fazla anlamı barındıran kapsayıcılığa evrilmiştir. Yukarıda da bahsedildiği üzere lojistik; tasarlama, süreç planlama, nakletme, bakım ve yönetimini de

kapsayan faaliyet bütünüdür denilebilir (Özcan, 2008). Amerika Birleşik Devletleri'nde lojistik faaliyetlerin planlanması için kurulan Lojistik Yönetim Konseyi lojistik kavram tanımını şu şekilde yapmıştır; “Müşterilerin ihtiyaçlarına cevap vermek için gerekli olan ürün ve hizmetlerin bilgi akışı başta olmak üzere kaynaktan son noktaya kadar planlanması, hazırlanması, depolanması, sürecin kontrol altına alınması ve uygulanmasını sağlayan tedarik zinciri sürecinin bir parçasıdır” (Tseng, Yue, & Taylor, 2005).

Öztürk'ün bahsettiği üzere 1960'lı yıllarda üretime dair bakış açısının yeniden düzenlenerek daha verimli bir hale getirilmesi lojistiğe bakışın değişmesi ile mümkün olmuştur (Öztürk D. , 2016). Yönetim anlayışlarının ve lojistik eylemlerinin gelişimine paralel olarak lojistik kavramı da gelişerek kapsayıcılığı artmış ve yönetim gerektiren bir organizasyon payesi almıştır (Demirel, 2022). Bu değişim lojistik kavramının üstlendiği görevlerin artmasına ve bu görevleri gerçekleştirmek için yararlandığı araçların çeşitlenmesine neden olmuştur. Yönetilmesi gereken daha fazla süreç ve kullanılabilecek aracın varlığı, ihtiyaca en uygun cevabı verecek en hızlı, güvenli ve düşük maliyetli seçeneği bulma gerekliliğini doğurmuştur. Kelimenin kökeninde yer alan istatistik ve aritmetik ilişkilendirme becerisine atıf bu noktada önem kazanarak en makul yöntemi tercih etme anlamı ile içselleştiğini söyleyebiliriz (Ünlü, 2017), (Irmak & Pelit, 2020).

2.2 Lojistik Yönetimi

Lojistik yönetiminin, lojistik kavramının kendi bünyesinde ihtiva ettiği anlamlar ile içsellik gösterdiği söylenebilir. Lojistik yönetimi, lojistik gerekliliğin yerine getirmesi sürecini daha verimli hale getirme girişimi denilebilir. Firmaların lojistik maliyetleri kaçınılmaz bir zorunluluktur. Bununla birlikte bu zorunluluk büyük maliyet girdilerine dönüşebilmektedir. Bu nedenle maliyet kalemlerinde iyileştirme amacıyla lojistik faaliyetlerinde verimlilik artışını incelemeye lojistik yönetimi denilebilir (Eker, 2006)

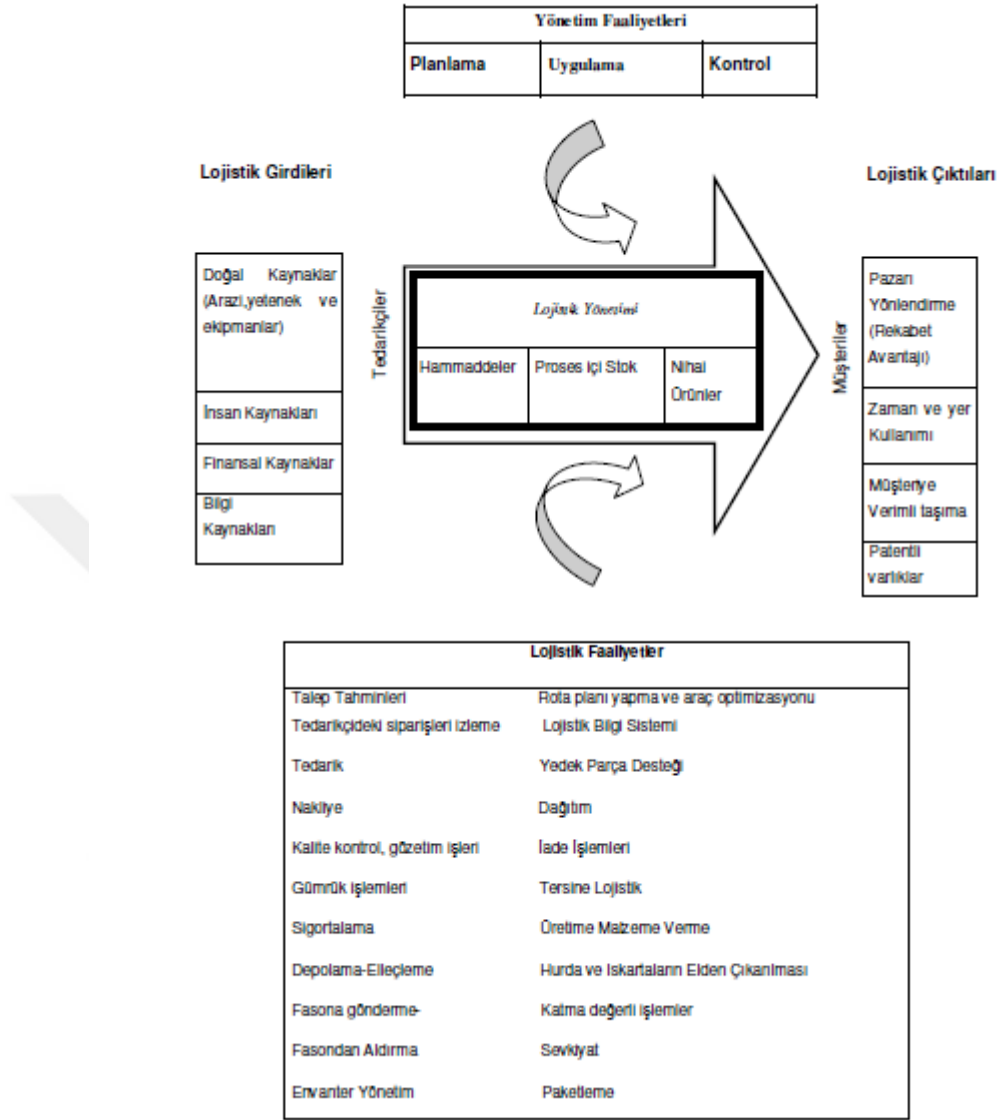
Sanayi devrimi sonrasında sürekli gelişerek farklılaşan üretim süreçleri 1950'li yıllardan sonra üretme sorumluluğunu üstlenmiş bir üreticinin tüm süreci kendi kapasitesi dâhilinde yürütme amacıyla gerçekleştiriyordu (Özdemir, 2004). Üretebilme kabiliyetini oluşturan teknoloji, bilgi veya insan kaynağı; paylaşılması riskli görünen firmaya müstakil değerlerdi. Bu yaklaşımdan kaynaklı olarak firmalar arası iş birliği veya üretici ile tedarikçi birlikteliğine ilginin oldukça az olduğu söylenebilir (Tan K. C., 2001). Bahsedilen sebep ve bundan kaynaklı durumlar nedeniyle istikrarlı ve öngörülebilir

Üretim gerçekleştirmek isteyen üreticiler hem hammadde veya yarı mamullerini hem de ürünlerini stoklamak zorunda kalıyorlardı. Stok yapmanın finansal ve işletme maliyeti, pazarlama veya AR-GE çalışmalarına ayrılabilir kaynaklar olarak bir fırsat maliyeti şeklinde değerlendirilebilir. Operasyonel verimliliğin arttırılması fırsatını kaçırırken rekabet araçlarından mahrum kalınan bir durum şeklinde özetlenebilir (Kocaoğlu, 2013).

Ekonomide rekabetin sürekli arttığı dönemde lojistik yönetimi aracılığıyla maliyet rekabeti önem arz etmeye başlamıştır. Bununla birlikte lojistik yönetimi sadece lojistik maliyetlerine ilişkin iyileştirmeler gerçekleştirmeyi hedeflemez. Doğru zamanda ihtiyaç duyulan doğru miktardaki yarı mamul ürünü doğru üretim noktasına sevk edebilirsiniz, üretim prosesi içinde depolama zorunluluğunu esnetebilirsiniz. Bu esneklik firmalara stok maliyeti, yer kullanım verimliliği benzeri avantajlar sağlar. Navlun maliyetlerindeki azalma daha geniş bir dağıtım ağı kurma cesaretine katkı sunar. Öngörülebilir zamanlarda gerçekleştirilen güvenli ve hızlı ulaşım üretim ve satış planlamalarındaki verimliliğe büyük kazanımlar sağlayabilir. rnekleri eşitlendirilebilecek bu durum başarılı lojistik yönetimi ile elde edilebilecek rekabet avantajlarından bazılarıdır. (Christopher, 2011)

Lojistik yönetimi yukarıda izah edilen avantajları temin etmek amacıyla birçok yöntem ve araç kullanır. Lojistik yönetimi bileşenlerinin görselleştirildiği **şekil 2.1** oldukça açıklayıcı biçimde izah etmiştir.

Şekil 2.1 Eker'in Çalışmasından Alıntı ile Lojistik Yönetimi Bileşenleri



Kaynak: (Eker, 2006, s. 6)

Lojistik yönetiminin konu edindiği bu geniş çalışma alanı hizmet amacı ve eylem düzlemine göre odaklanmış başka bir liste yapılmasına imkân vermektedir. Lojistiğin en verimli yöntemi bulma amacıyla üzerine eğildiği ve yönetimini gerçekleştirdiği konuları aşağıda anlatıldığı gibi sınıflandırabiliriz (Demirel, 2022).

- Taşıma
- Stok Yönetimi
- Depolama
- Elleçleme
- Sipariş işleme
- Talep tahmini
- Ambalajlama
- Satın alma
- Kuruluş yeri seçimi
- Üretim planlama
- Sigortalama ve gümrükleme
- Müşteri hizmetleri
- Bilgi yönetimi
- Tersine lojistik

Lojistik yönetimi bileşenlerini incelendiğinde fiziksel aktiviteler ve yönetim süreçleri görülebilir. Bu noktada fiziksel aktivitenin; ürün/metanın fiziksel yer değiştirmesini konu alan taşıma eylemi olduğundan söz edebiliriz. Saha pratiğinde en fazla efor gerektiren ve tüm sürecin omurgasını oluşturan taşıma kısmı kendi içinde de detaylandırılması gereken önemli bir kavramdır.

2.3 Taşımacılık

Tezin çalışma konusu itibarıyla üzerine eğildiği taşıma eylemi, lojistik yönetimi kavram altında odaklanılan bölümü teşkil etmektedir. Taşıma, ürünlerin organizasyon süreci içerisinde belirlenen merkezlere veya müşteriye ulaştırılmasını ifade eder (Kasapoğlu & Cerit, 2011). Planlama ve yönetim gayreti taşıma eyleminin en optimum şekilde gerçekleşmesini mümkün kılmak için katlanılan zahmetlerdir. Zira taşıma eylemi fiziksel ve yasal sınırlılıklar içinde gerçekleştirilen zahmetli ve riskli bir süreçtir. Bir metanın A noktasından B noktasına sevk edilmesi sürtünme kuvvetine, yerçekimine, hava şartlarına, enerji dönüşümüne, insan bedeni merkezinde biyolojik sınırlara, yasal düzenlemelere ve muhtemel sorun veya krizlere karşı verilen büyük bir mücadeleler silsilesidir. Tüm mücadele serüveninde tercih edilebilecek birçok farklı senaryo ve her senaryonun kendine özgü avantajları ile dezavantajları vardır. Senaryo alternatifleri arasından seçilecek olanın sadece tek bir kriteri sağlaması ise yeterli değildir. On beş gün içerisinde bozulacak bir ürünü en düşük maliyete sahip olduğu için yirmi günlük bir gemi seferi ile göndermek makul bir lojistik tercih olmayacaktır. Bu bariz örnek ile ifade edilen en uygun yöntemi tercih etme süreci taşımacılık faaliyetinin sınırlılıkları içerisinde gerçekleştirilen planlama sürecine emsal teşkil edebilir. Her ürünün taşıma eylemi için farklı sınırlılıkları olması ve taşıma yapılacak coğrafi yüzeyin farklılık arz etmesi nedeniyle günümüz teknolojisinin sunduğu imkânlar doğrultusunda ihtiyaca yönelik farklı yöntemler tercih edilir. Bu durum nedeniyle Taşıma Modları tanzim edilmiştir. Taşıma modları coğrafi

olarak maruz kaldıkları yüzeye göre kara, deniz ve hava taşımacılığı olarak sınıflandırılırken taşıma faaliyetlerinde kullanılan sınıflandırma aşağıdaki şekildedir (Çancı & Güngören, 2013);

- Karayolu taşımacılığı
- Demiryolu taşımacılığı
- Denizyolu taşımacılığı
- Havayolu taşımacılığı
- Boru taşımacılığı
- Çok modlu taşımacılık.

Yukarıda listelenen taşıma yöntemlerinin kendine özgü sınırlılıkları ve kabiliyetleri vardır. Bu imkân dairesi içinde demiryolu taşımacılığının denizyolu olmayan kara bölgelerinde gerçekleştirilecek sevkiyatlarda düşük maliyetin arandığı, yüksek ağırlıklara sahip, yüksek ticaret hacmine sahip veya güvenli ulaşımın ön planda olduğu ürünler için avantaj sunduğundan bahsedebiliriz. Bu nedenle sanayi üretiminin ihtiyaç duyduğu hammadde veya yarı mamuller için demiryolu avantaj ihtiva eden bir taşıma yöntemidir. Yapılan genellemenin yanında ülke demiryolu ağı ve işletmesinin geliştirdiği kabiliyetler doğrultusunda spesifik taşıma ihtiyaçları için de farklı avantajlar elde edilebilir. Ülkemiz coğrafyası ve ekonomik hareketliliği düşünüldüğünde demiryolu taşımacılığının oldukça büyük potansiyel arz eden bir taşıma yöntemi olduğu söylenebilir (Köse, 2020). Havayolu taşımalarını avantajlı kılacak yeterli mesafelerin olmaması, fosil yakıt rezervlerinin ihtiyaçlara kıyasla çok az olması, taşımaya uygun nehirlerin olmaması ve denizyolunun ülke iç kesimleri için her zaman kara ulaşımına muhtaç olması gibi nedenler bu düşüncüyü destekleyici şekilde ifade edilebilir. Ülke ekonomisinin kalkınması için ihtiyaç duyduğu verimlilik gayreti demiryolu taşımacılığının potansiyelinde yatıyor olabilir. (DPT, 2001)

Tezin eğildiği konu dâhilinde demiryolu taşımacılığı, bir taşıma modu olarak lojistik yönetimi ve lojistik kavramının parçasıdır. Lojistik yönetiminde amaçlanan verimlilik için lojistik kabiliyetin sunacağı fayda; taşıma mod tercihinde güçlü araçlara sahip olmasının önemini kabul edersek demiryolu taşımacılığında yaratılan fayda tüm zincirin daha verimli ve güçlü olmasına katkı sunabilir (Kasapoğlu & Cerit, 2011) (Yıldız & Ahi, 2020) (Özcan, 2008).

Aynı zamanda çalışmanın ilerleyen safhalarında değinileceğe üzere demiryolu taşımacılığının ülke ekonomisine, toplumsal refaha ve milli güvenliğe farklı şekillerde katkıları vardır. Lojistik yönetimini güçlendiren güçlü bir demiryolu ağı aynı zamanda birçok dışsal fayda sağlayabilir (Aytekin, 2022) (Caşkurlu & Arslan, 2014) (Polatoğlu, 2021).

3 DEMİRYOLUNUN TARİHSEL GELİŞİMİ VE ÖNEMİ

Demiryolu insanoğlunun birçok malzemeye hükmetmesi ve elde ettiği üretim kültürü ile harmanlamasıyla vücut bulmuş bir taşıma yöntemidir. Karayolu taşıması için en önemli ve öncül kazanımın tekerleğin icadı olduğu kabul edilebilir. Demiri işleme becerisi ve enerji dönüşüm sürecini yönetme yeteneği ile icat olunan demiryolu, sanayi devriminin özünde ve genişlemesinde büyük etki sahibi bir basamaktır. Büyük yüklerin hızlı bir şekilde sevk edilebilmesi ve insan hareketliliği birçok farklı gelişime imkân sunan bir medeniyet kazanımıdır. Geçen zaman ve değişen ekonomik şartlarla beraber ilk konumlandığı noktadan uzaklaşsa da her daim lojistik eylemler içinde yer almış ve farklı potansiyeller sunan bir kabiliyet olarak devam etmiştir (Nalçakan, 2008).

Ülkemiz lojistik kabiliyeti nazarında demiryolu, coğrafi durumlar, enerji üretimi, sanayi üretimi, yolcu hareketliliği gibi birçok kriterde avantaj sunan bir taşıma yöntemidir. Demiryolu; üretimi desteleyecek alternatif imkânlar yaratmak, navlun maliyetlerini düşürmek, güvenli ulaşımı geliştirmek ve yaygınlaştırmak, kendi kaynaklarımız ile üretilen enerjiyi kullanarak enerji ithalatını azaltmak, demiryolu işletmeciliğinin talep ettiği mühendislik üretimleri vasıtasıyla katma değerli ürün geliştirmek gibi farklı verimliliklere veya kazanımlara fırsat yaratabilir (Aytekin, 2022). Bununla birlikte savaş, deprem, yangın veya salgın gibi kitlesel krizlere karşı önlem amacıyla önemli katkılar sunabilir.

3.1 Demiryolunun Dünyadaki Tarihsel Gelişimi

Tarihte demiryoluna ilişkin ilk taşımacılık örneği olarak kabul edilecek uygulama milattan önce 600’lü yıllarda granit taşlardan müstahkem yollara oluşturulmuş oluklardır. Bu oluklara tekabül edecek şekilde inşa edilen ahşap taşıtlar vasıtasıyla taşımacılık yapıldığı düşünülmektedir (Kılıç , 2022). Maden ocaklarında galeriden çıkartılan ürünün maden giriş sahasına taşınması amacıyla kalaslar üzerinden kaydırılarak hareket ettirilen yük arabaları demiryolu taşıma mantığının ilk fikrini oluşturur. 1767 yılında demir

sanayicisi Reynold, ucuzlayan demir fiyatları nedeniyle geçici süre demir levhaları ahşap kalasların üzerine koyarak ahşapların aşınmasını önlemek ve sonra fiyatlar yükseldiğinde demir levhaları satmayı düşünerek ilk metal kaplı ray kullanımı gerçekleştirmiştir (Akbaş, 2008). Richard Trewithick 1803 senesinde buhar ile çalışan ilk lokomotif örneğini hayata geçirmiştir. İngiltere’de 1825 yılında yük ve yolcu taşınması gerçekleştirilen ilk demiryolu hattı kullanıma açıldıktan sonra dünya tarihinde demiryolu döneminin başladığından bahsedilebilir (Polatoğlu, 2021).

1832 yılında Fransa, 1835 yılında Almanya’da kullanıma açılan demiryolu hatları sonrasında genel bir demiryolu gelişim süreci başladığından söz edilebilir. Demiryollarının sunduğu yük ve yolcu taşıma kabiliyeti, üretim kapasitesini arttıran ve çıktı ürünleri daha geniş pazarlara ulaştırmaya olanak sağlayan bir paradigma değişimi olmuştur. Bu sayede sanayi devrimi etkinlerini daha geniş coğrafyalara ulaştırma fırsatı yakalayarak dünyanın ekonomik değişimine katkı sunan en temel faktör olarak sürekli gelişmiştir. Seyahat serbestliğini arttırmasının sunduğu kültürel fırsatların yanında ordu sevk ve idaresinde neden olduğu değişim ile savaş dinamiklerini yeniden tanımlamıştır (Profillidis, 2016) (Kılıç, 2022).

3.2 Demiryolunun Türkiye’deki Tarihsel Gelişimi

Türkiye’de ilk demiryolu hattı 1856 yılında Aydın- İzmir arasında İngiliz bir şirket tarafından inşa edilmiştir. 130 km uzunluğu sahip hat Türkiye’de demiryolu tarihinin başlangıcı olarak kabul edilir (Polatoğlu, 2021). Literatürde demiryolu tarihi farklı dönemlere ayrıştırılarak anlatılmış. Çalışmada demiryolu yönetiminin bugününe dair etki ve çıktıları üzerine odaklanıldığı için, demiryolu gelişimini Osmanlı Dönemi ve Cumhuriyet Dönemi şeklinde ele alınmıştır. Cumhuriyet Döneminde ise demiryolunun asli ulaşım yöntemi olduğu dönem ile karayolu taşımacılığının gerisinde kaldığı dönem ve nihayetinde Avrupa Birliği uyum çalışmaları doğrultusunda gerçekleştirilen serbestleşme ile yeniden yapılandırılan yönetim şemasına ilişkin bir anlatı tercih edilmiştir.

3.2.1 Osmanlı dönemi

1856 yılındaki ilk hattın açılışını takip eden on yıllık süreç içerisinde toplam 450 km hat uzunluğuna ulaşılmıştır. 1895 yılına dek İzmir – Soma, Manisa – Afyon, Edirne – İstanbul, İstanbul – Derince ve oradan Eskişehir – Ankara güzergâhlarında hat inşaatları

devam etmiştir. 1917 yılında inşa edilen Karkamış – Nusaybin demiryolu hattı ile Osmanlı topraklarında 5.453 km uzunluğunda kullanıma açık demiryolu ağı bulunuyordu. Bununla birlikte bu hatların 3.920 km’lik kısmı imtiyazlı yabancı firmalara aitken 1.533 km’lik kısmı devlet tarafından inşa edilmiştir. Bu durum demiryolları idaresinde yabancı firmaların baskın olduğu, devlet eliyle kontrol edilen bir yönetimin olmadığına göstergesidir (Polatoğlu, 2021) (As, 2023).

3.2.2 Cumhuriyet dönemi

1923 yılında Cumhuriyetin ilanı ile birlikte ülke sınırları içerisinde toplam 4.018 km uzunluğunda demiryolu hattı vardı (Polatoğlu, 2021). Cumhuriyet demiryolunu, dışarıyla ile ulaşım ve iletişim kanallarından mahrum olduğu için ücra sayılan yerleri; ülke ve dünya ile entegre etmek maksadıyla kullanılabilecek bir politika aracı olarak görmüştür. Bunun neticesinde öncelikli olarak demiryolu idaresinin devlet kontrolünde yekpare bir yapı olması için devletleştirme politikası güdülmüştür (Zarakoğlu, 1950). Bununla birlikte birçok yeni demiryolu yatırımı ile ulaşım ağı genişletilmiştir. Demiryollarını sadece ekonomik ve kültürel bir kapasite olarak değil aynı zamanda ulusal güvenlik için elzem bir kabiliyet olarak görüldüğü söylenebilir (Cumhuriyet Halk Partisi, 1938: 249). Mustafa Kemal Atatürk 1931 yılında gerçekleştirdiği bir konuşmasında: “Demiryolu, memleketin tüfekten, toptan daha mühim bir emniyet silahıdır” ifadelerini kullanmıştır (Cumhuriyet Halk Partisi, 1938: 246).

3.2.3 Demiryolu Merkezli Ulaşım Dönemi

1924 yılında başlayan yatırım ve inşa dönemi 1940 yılına dek büyüme ivmesini koruyarak 3.208 km yeni hattın kullanıma açılması ile süregelmiştir. İkinci Dünya Savaşı sırasında inşa faaliyetleri devam etmiş olmasına rağmen daha ziyade askeri ve iktisadi kaygılar etrafında şekillenmiştir (Polatoğlu, 2021). Bununla birlikte demiryolları ülke genelinde oluşan ulaşım talebine yetişmekte zorluk çekmeye başlamıştır. 1938 yılında 1 km üzerine düşen yolcu ve yük sayıları 1946 yılında yolcu için 2,25 kat, yük için 1,75 kat artış göstermiştir. Bu dönemde tren seferleri %35 arttırılmış olmasına karşın tonaj artışı %100 civarlarındadır (As, 2023). Bu yoğun talep, İkinci Dünya Savaşı’nın etkileri ve savaş sonrası dünya siyasetinde yaşanan gelişmeler Türkiye’nin ulaşım politikasına bakışını demiryolundan uzaklaştıracak şekilde etkilemiştir (Köse, 2020).

3.2.4 Karayolu Merkezli Ulaşım Dönemi

1947-1948 yıllarında Amerika Birleşik Devletleri'nden gelen yol planlama idarelerinde çalışan kimselerden teşkil heyetler Türkiye'yi ziyaret ederek Bayındırlık Bakanlığı ile ülke genelinde incelemelerde bulunmuşlardır. Yapılan ziyaretler sonrasında heyetler, ülkenin demiryolundan ziyade karayoluna daha fazla ihtiyacı olduğu yönünde görüş belirtmişlerdir (Polatoğlu, 2021). Sovyet Rusya'nın politik tutumu nedeniyle Batı Bloğu ile yakın siyasi ilişkiler geliştiren Türkiye, bu kapsamda Marshall yardımlarından da faydalanmak gayesi güderek belirtilen görüş çerçevesinde karayollarına yatırım planı oluşturmuş ve uygulamaya başlamıştır. 1950 yılında Demokrat Partinin ülke yönetimine seçilmesi ile Adnan Menderes önderliğinde ulaştırma politikası karayolu merkezli bir rotaya tabi tutulmuştur (Akgüngör & Demirel, 2004). 1948-1957 yıllarını kapsayan 9 yıllık yatırım planında 22.548 km devlet yolunun yapılması öngörülmüşken 1940 – 1950 yılları arasında sadece 370 km demiryolu inşa edilmiştir (Nalçakan, 2003). Demokrat parti iktidarının ilk yıllarında demiryolu hat uzunlukları doğrudan yatırım olmasa da mevcut hatların modernizasyonu, iyileştirilmesi ve araç parkurunun geliştirilmesine yönelik yatırımlar mevcuttur. Bahsi geçen yıllarda karayolları ağının yetersizliği nedeni ile ilk yatırımlar demiryolu ağını destekler nitelikli ülke kılcallarına yaymak amacıyla oluşturulurken 1950 yılından sonra temel ulaşım yolu olarak görülmeye başlanmıştır (Polatoğlu, 2021). Karayolunun gelişimi için 1950-1963 yılları için İlk Atılım Dönemi, 1963-1980 Planlı Atılım Dönemi, 1983-1986 Ulaştırma Ana Planı Dönemi ve 1986 sonrası için Otoyollar Dönemi olarak bahsedebiliriz (Kılıç , 2022). Tüm bu zaman boyunca birbirini destekler nitelikte başlayan bu süreç zamanla demiryolunun unutulduğu ve sadece karayolunun geliştirilerek düzenlendiği bir duruma evrilmiştir (Polatoğlu, 2021).

3.2.5 Serbestleşme ve TCDD Taşımacılık A.Ş. Dönemi

Avrupa Birliği uyum çalışmaları neticesinde demiryolu faaliyetinin devlet tekelinden çıkartılarak özel sektörün de faaliyet gösterebileceği bir çalışma alanına dönüştürme amacı gündeme gelmiştir. Bu kapsamda 2013 yılında yasalaştırılan 6461 sayılı “Türkiye Demiryolu Ulaştırmasının Serbestleştirilmesi Hakkındaki Kanun” ile demiryolu hat sahipliği ve bakımı Türkiye Cumhuriyet Devlet Demiryolları (TCDD) İşletmesi Genel Müdürlüğü (Altyapı)’ne bırakılırken mevcut demiryolu operasyonlarını devralmak üzere TCDD Taşımacılık A.Ş. devlet iktisadi teşebbüsü mahiyetinde kurulmuştur. 1 Ocak 2017

yılında faaliyete başlayan TCDD Taşımacılık “Demiryolu Tren İşletmecisi” sıfatı ile hizmet vermeye başlamıştır (TCDD Taşımacılık A.Ş., 2024). “DTİ” unvanına sahip OMSAN Lojistik ile Körfez Ulaştırma A.Ş. ise iki farklı özel teşebbüs olarak hizmet vermesiyle demiryollarında hedeflenen serbestleşmeye katkı sunmaktadır. Günümüzde bahsi geçen firmalar daha ziyade TCDD ile yürüttükleri operasyonları kendi bünyesinde sürdürmeyi tercih ettikleri ve piyasaya hizmet götürme hedeflerini büyük tutmadıkları için hala daha demiryolu taşımacılığının en güçlü aktörü Taşımacılık A.Ş.’dir (TCDD Taşımacılık A.Ş., 2024).

3.3 Demiryolu Terminolojisi

Lojistik eylemlerin her ulaştırma faaliyetinde kendine has bir dil kullanımı vardır. Demiryolları raydan ve lokomotiflerden ibaret olamayacak kadar kapsayıcı ve teferruatlı bir sistemler bütünüdür. Öncelik durumu farklılıklar gösterse de her yongası sistemin güvenli ve var olan şekilde çalışması için gereklilik arz eden bir elemandır. Bu sistemin tez konusuna bahis olan kısımlarının terminolojisine değinilmiştir. Sonraki aşamalarda daha detaylı şekilde tez konusuna katkı sunacak başlıklara değinilecek olsa da anlatım esnasında kullanılmak zorunda kalınan bazı terim ve tanımlamalar doğrudan resmi yolla ilan edildiği şekilde paylaşılmıştır.

Blok: Elektrikli sinyal sisteminin uygulandığı bölgelerde, aynı anda içinde tren, lokomotif, makina ve tren gibi işlem gören bir tek demiryolu aracının bulunmasına izin verilen ve bu araç seyirlerinin sinyal bildirileri ile idare edildiği, sınırları kumandalı veya otomatik sinyallerle belirlenmiş yol kesimi

Buluşma: Tek hatlarda ayrı veya aksi yönlerden gelen trenlerin bir istasyon veya saydingde birbirleri ile karşılaşmaları

Çeken araç: Demiryolu üzerinde kendi güçleri ile hareket etme yeteneği olan her türlü araç

Çekilen araç: Demiryolu üzerinde kendi güçleri ile hareket etme yeteneği olmayan her türlü yük ve yolcu taşımada kullanılan demiryolu aracı

Çok yollu hat: Birden fazla ana yolu bulunan hat

Demiryolu: Trafiği her türlü demiryolu çeken-çekilen aracının, demiryolu altyapısı üzerinde ki hareketleri ve demiryolu trafik sistemi kapsamında birbiriyle ilişkileri

Hat: Demiryolu ulaşımını sağlayan çeken ve çekilen aracın uğradığı yerlerin bütünü, demiryolu

Hat kapasitesi: Demiryolu altyapısında hat kesimlerine göre bir gün (24 saat) içerisinde işletilebilecek azami tren sayısı

İltisak hattı: Gerek istasyon dâhilindeki hatlardan gerekse ana hattan ayrılmak suretiyle gerçek veya tüzel şahıs arazilerine/tesislerine bağlantı sağlayan yükleme, boşaltma veya özel amaçla tesis edilmiş bağlantı hattı

Kanca çekeri: Çeken ve çekilen araçların birbirine bağlandığı ekipman olan kancaların, tiplerine ve hat kesimlerinin eğimine göre çekebileceği ağırlığın üst sınırı

Konvansiyonel hat: Hat altyapısı ve üstyapısının kalitesi, taşıma kapasitesi, eğimi ve geometrik unsurları gereği trenlerin 160 km/saatın altında hız yapabildiği hat

Manevra: Trenlerin istasyonlardan gönderilmesi, istasyonlara kabulü veya durmadan geçişleri dışında lokomotif ve vagonlar ile diğer demiryolu çeken ve çekilen araçlarının tek tek veya birbirine bağlı olarak dağıtılması, toplanması veya birleştirilmesi veya tren teşkil edilmesi için yapılan tüm hareketler

Öne geçme: Aynı yöne giden iki trenden, arkadaki trenin bir istasyon veya saydingde öndeki trenin önüne geçmesini

Sayding: TSİ sisteminin uygulandığı bölgelerde trafiğin akıcılığını ve hat kabiliyetini artırmak amacı ile istasyonlar arasında buluşma ve öne geçmelerin, gerektiğinde yolcu ve yük taşımacılığının yapıldığı, ana yola yardımcı yolların bulunduğu yer

Şebeke: Bir demiryolu altyapı işletmecisinin sahip olduğu ve/veya onun tarafından yönetilen ve ulusal demiryolu altyapı ağı içinde yer alan tüm demiryolu altyapı ağı

Şebeke Bildirimi: Demiryolu altyapı işletmecileri tarafından hazırlanan, altyapı kapasite tahsis başvurularını mümkün kılmak için ücretlendirme ve kapasite tahsis planlarına yönelik genel kurallar, süreler, prosedürler ve kriterler de dâhil olmak üzere gerekli diğer tüm bilgileri ayrıntılarıyla belirleyen ve Bakanlık tarafından onaylanarak yayımlanan bildirim

TMİ: Trafiğin merkezden idaresi

TSİ: Trafiğin sinyallerle idaresi

Tehir: Seyir süresi, çıkış veya varışlardaki gecikmeler

Tehir Kodlar: Yaşanan tehirin neden gerçekleştiğinin tespitini sağlamak amacıyla sınıflandırılarak numaralandırılmış liste

Trafik cetveli: Trenlerin ilk çıkış istasyonu ile son varış istasyonuna kadar olan duruş, kalkış, buluşma, öne geçme işlemleri ile yolda meydana gelen her türlü aksaklık ve düzensizliklerin kaydedilmesine yarayan, trene ait işlemlerin kontrolüne, lokomotif ve vagonların hareketlerine ait istatistikî bilgilerin tespitine ve işletme sonuçlarının değerlendirilmesine esas teşkil eden form

Tren: Tren Hazırlama ve Trafiği Yönetmeliği (THTY) hükümlerine göre hazırlanarak seyredecek bir veya birkaç çeken araç ile bir veya birkaç çekilen araçtan ya da bir veya birkaç çeken araçtan oluşturulan dizi

Tren çizgisi: Belirli bir şebeke üzerinde bir trenin iki yer arasında belirli bir zaman diliminde işletilmesi için tahsis edilebilecek demiryolu altyapı kapasitesi

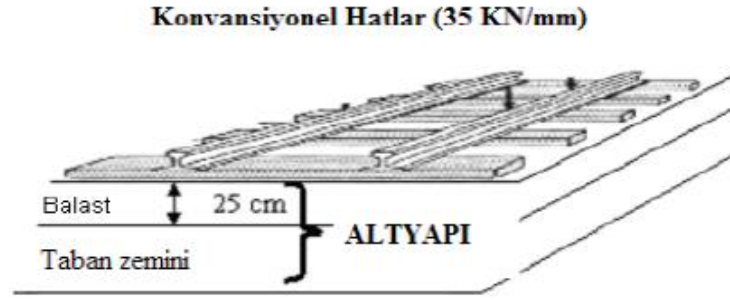
Tren seti: Sabit ya da önceden tanımlanmış şekilde teşkil edilmiş, bir ya da daha fazla araçtan oluşan her türlü yolcu treni (TCDD, 2024)

Yukarıda tanımları yapılan ifadelerden sonra temel olarak demiryolu fiziki varlık açısından raylardan ve bu rayların amacı doğrultusunda kullanılacağı istasyonlardan oluşur. Demiryolu ray kısmı altyapı ve üstyapı olarak ikiye ayrılır (Kılıç , 2022) (Akbaş, 2008). Sistemin sağlıklı şekilde işlemesi için bina edilmiş yönergelerden birisi olan “şebeke bildirimi” yıllık program içinde öngörülen taşıma taleplerine cevap verilecek tren çizgileri ve buna bağlı trafik yönetimini muhteva eder (TCDD, 2024).

3.3.1 Altyapı

Demiryolu işler yapısı ikiye ayrılmaktadır. Üstyapıya uygun zeminin hazırlandığı ve taban zemini, balast ve alt balastın yer aldığı kısma altyapı denilmektedir. **Şekil 3.1'** de altyapı kesiti görülebilir. Altyapı kısmı demiryolunun devamlılığı ve sağlıklı inşası için gerekli hazırlıkları yapmaktır. Bu nedenle uygun zeminin sağlanması için gerekli tüm sanat yapılarını inşa etmek altyapı hazırlama süreci dahilinde değerlendirilebilir (Akbaş, 2008). **Tablo 3.1'** de gerekli olabilecek eylemler sınıflandırılmıştır.

Şekil 3.1 Demiryolu Altyapı Kesit İzlenimi



Kaynak: (Akbaş, 2008)

Tablo 3.1 Yapılan Altyapı Türleri ve Altyapı İşleri

ALTYAPI İŞİ	ALTYAPI TÜRÜ
Arazi düzeyini, zemini kazıp uzaklaştırarak düşürme	Yarma
Arazi düzeyini, üzerine zemin doldurma ve sıkıştırma ile yükseltme	Dolgu
Dolgu ve yarma şevlerinin korunması	Çimlendirme, ağaçlandırma, ankraj, kaplama, vb
Dolguda şev eteğinin, yarmada şev kretinin korunması	Blokaj, perde, istinat duvarı vb.
Yüzeysel ve yeraltı sularının uzaklaştırılması	Drenaj tesisleri
Yolun durgun sular ve akarsular üzerinden geçilmesi	Köprü
Küçük akarsuların dolgu altından geçirilmesi	Büzler ve Menfezler
Doğal zeminin delinerek, içinden yol geçirilmesi	Tünel
Yolun vadilerin üzerinden geçirilmesi	Viyadük
Yol yüzeyinin kardan korunması	Paranej
Doğal zeminin taşıma kapasitesinin artırılması	Hazırlanmış altyapı ve geosentetikler
Altyapı tesislerinin sürekli denetimi, bakımı, onarımı ve korunması.	

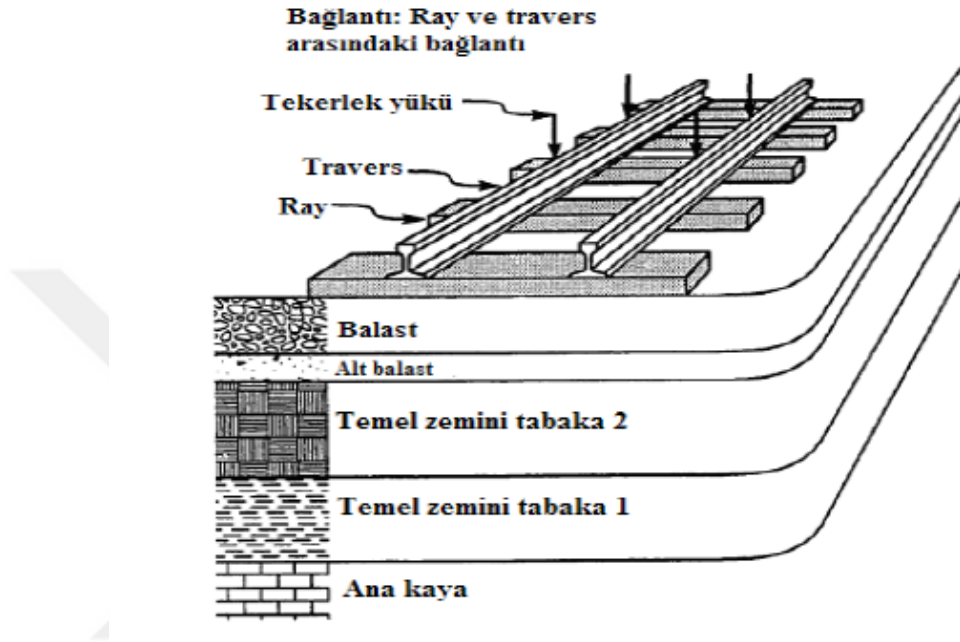
Kaynak: (Eartworks And Track-Bed Layers For Railway Lines, 1994) (Akbaş, 2008)

Taban zemini;

Altyapının temel görevi coğrafi ve iklim şartlarını gözeterek uzun yıllar boyunca ulaşım güvenliğini sağlamaktır. Öncelikle kendisine tesir eden kuvvetlerin dengeli şekilde zemine iletilmesi ve bu iletim görevini tehlikeye atabilecek dış etkenlerin etkilerini bertaraf etmesi gereklidir. Taban zemini toplam yük ve bunun üzerine gelecek dingil basıncına karşı dayanıklı olmalı aynı zamanda su geçirgenliğine sahip olmalıdır. Buna uygun olmayan zeminler gerekli görüldüğü ölçüde kazılarak uygun malzemeler ile

güçlendirilirler (Kılıç , 2022) (Akbaş, 2008). **Şekil 3.2'** de taban zeminin detaylandırılmış ve karşılaması gereken yük elemanlarının sıralanmış hali gösterilmektedir.

Şekil 3.2 Demiryolu Hattının Kesit Gösteri



Kaynak: (Akbaş, 2008)

Alt balast;

İnşa edilecek demiryolu üstyapısının uygun şekilde konumlanması, maruz kalacağı yükü başarılı ve soruna neden olmayacak şekilde zemine iletebilmesi için taban zeminine üzerine dökülen kırmataş malzemedir. Sert sağlam kayalardan 22,4 -63 milimetre ebatlarında kırılmış, keskin kenarlara sahip taşlardan oluşur (Kozak, 2021). Üst taraftan gelen suyun taban zeminine ulaşarak doygunluğa ve dolayısıyla muhtemel bir çökmeye neden olmaması için yan taraftaki hendeklere sevk etmesi amaçlanır. Aynı şekilden taban zemininden gelebilecek killi malzemenin travers seviyesine çıkarak direnci düşürmesinin de önüne geçmek için alt balast örtüsü serilir (Yılmaz, 2015).

Balast;

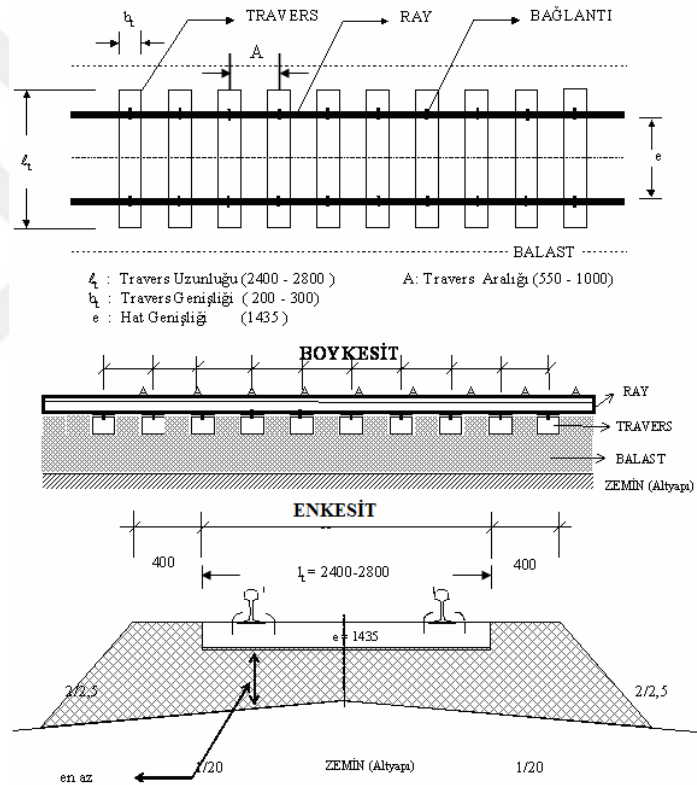
Alt balast ile aynı malzemeden oluşur, ondan farkı alt balast ile taban zeminine üzerine oluşturulan örtünün üzerine traversleri saracak şekilde serilmesidir (Yılmaz, 2015). Traverslerin altını su geçirgen bir yapı ile doldurarak maruz kalınan kuvveti alt balasta ve

taban zemine iletme amacıyla kullanılır Aynı zamanda tren geçişi esnasında yaşanan rezonansın sönümlendirilmesi görevini de gerçekleştirir (Kozak, 2021).

3.3.2. Üstyapı

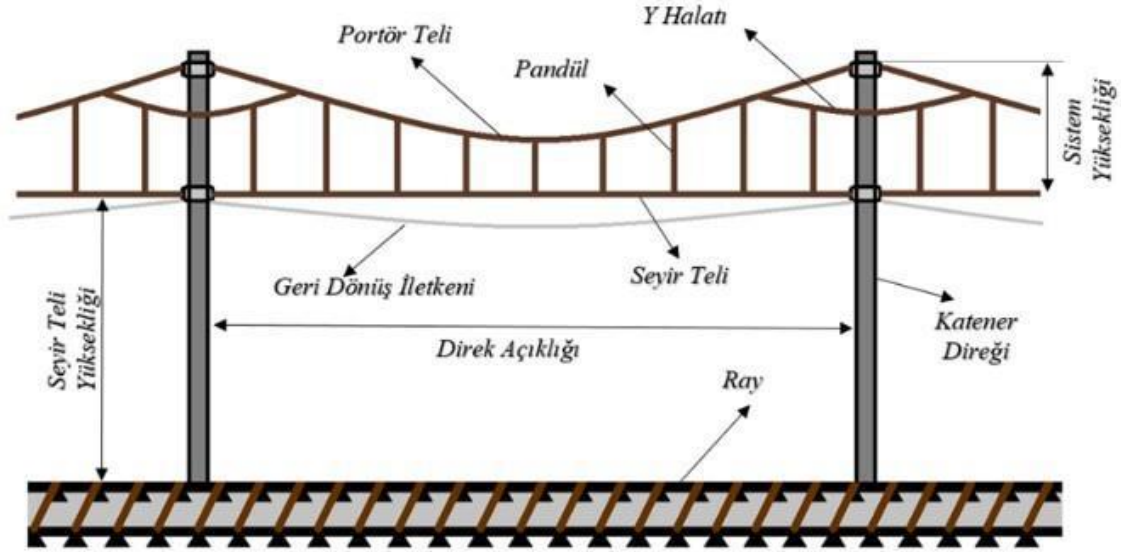
Demir yolu araçlarının seyahatine uygun şekilde tasarlanarak inşa edilen bölümlerdir. Traversler, raylar, katener hatları ve sinyal sistemlerini ifade eder. Hem demiryolunun taşıma yapılan kısmını hem tren trafiği yönetimi için kullanılan gereçleri kapsar. **şekil 3.3'** de seyrüsefer yolu, **şekil 3.4'** de katener hat kesimi gösterilmiştir.

şekil 3.3 Demiryolu Üstyapı Yol Kesitleri



Kaynak: (Akbaş, 2008)

Şekil 3.4 Katener Sistemi



Kaynak: (Kuşdoğan & Doğruer, 2021)

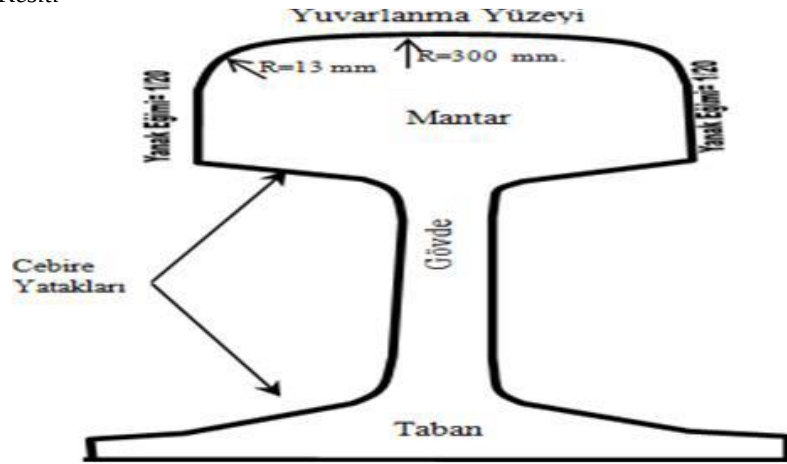
Travers

Balast örtünün içine gömülü, rayların doğrultusuna dik şekilde konumlanmış, ray sabitliği görevi üstlenerek raydan gelen kuvveti kendi tabanı vasıtasıyla balasta aktaran ve ray için mesnet görevi gören yapılardır. Beton, ahşap, demir veya plastikten imal edilebilirler. İki ray arasındaki mesafe olan ekartman genişliğini muhafaza etmek, katener kurulu yollarda raylar arası yalıtım sağlamak gibi görevleri de vardır (Çeçen & Aktaş, 2021) (Kılıç , 2022). TCDD Genel Müdürlüğü her üç türden traversi farklı yer ve zamanlarda kullanmış olsa da günümüzde ana hatların hepsinde beton travers kullanımı vardır (Çeçen & Aktaş, 2021).

Ray ve Bağlantı Ekipmanları

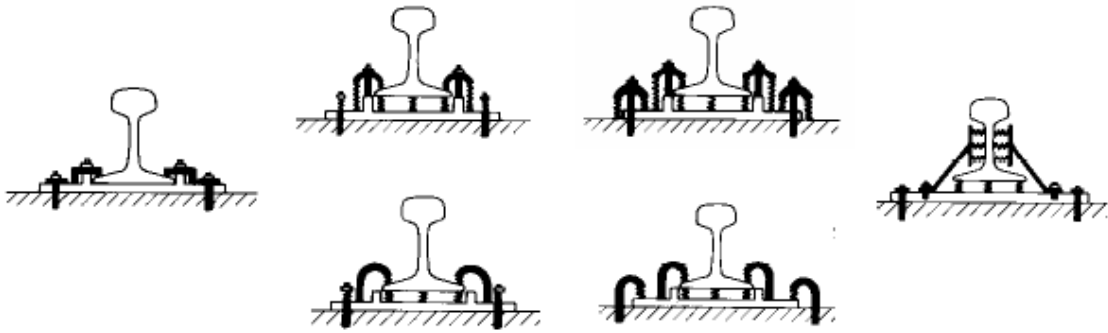
Demiryolu araçlarının üzerinde seyahat edebildiği, araçların oluşturduğu yüke karşı direnç göstererek traverslere ilettiği çelikten imal edilen çubuklardır. Lokomotif tekerleklerinin yarattığı sürtünme kuvveti ile aşınmayacak kadar yumuşak bununla birlikte maruz kaldığı yük karşısında kırılmayacak kadar serttir (Kılıç , 2022). Raylar traverslere bağlantı ekipmanları ile sabitlenir. Rayın travers ile bir bütün olması maruz kalan yükün sıralı şekilde diğer bileşenlere aktarılması görevini üstlenirler (Akbaş, 2008). Şekil 3.5’ de ray kesiti, Şekil 3.6’ da beton traverslerde tercih edilen dolaylı bağlantı ekipman görselleri bulunmaktadır.

Şekil 3.5 Ray Kesiti



Kaynak: (Kılıç , 2022)

Şekil 3.6 Dolaylı Bağlantı Ekipmanları



Kaynak: (Akbaş, 2008)

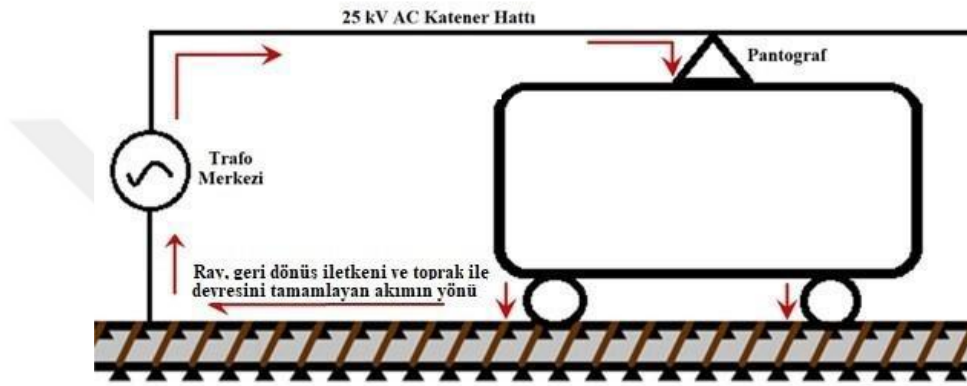
Sinyal Sistemi

Hat boyunca tren trafiğini yönetmek için makinistleri bilgilendirmek adına döşenmiş renkli ve ışıklı trafik lambalarını ihtiva eder (Mecitoğlu, 2013). **3.5 Demiryolunda Trafik Yönetimi** bölümünde detaylandırılacak olan trafik yönetim şeklinin sahadaki haberleşme ekipmanı görevini yerine getirirler. Bu yönüyle aslında çok daha kapsamlı bir organizasyonun parçasıdır. Tez konusunun eğileceği parkurun büyük bir kısmında katener hattı ve sinyal sistemi kullanıldığı için yeni inşa projesine doğal olarak dahil edilmiştir.

Katener Hattı

Elektrik dağıtım elemanı trafo merkezi ile lokomotif arasında enerji iletimini sağlayan havai şekilde inşa edilen sistemdir (Kuşdoğan & Doğruer, 2021). **Şekil 3.7'** de çalışma mantığı basit şekilde anlatılmıştır. **Şekil 3.4.2** de katener hattı inşası için gerekli tüm bileşenler gösterilmiştir.

Şekil 3.7 Katener Hattı Çalışma Döngüsü



Kaynak: (Kuşdoğan & Doğruer, 2021)

3.3.3 Tesisler

Demiryolu ulaşımında hareket sağlanan yolun kendine özgü koşulları nedeniyle amaca uygun şekilde kullanımı için tasarlanmış tesisler bir gerekliliktir. Tesislerin varlığı demiryolu işletmeciliğinin doğurduğu zaruretlere cevap vermek veya amaçlanan hizmeti en makul şekilde sunmak için tasarlanmıştır.

İstasyonlar

Demiryollarının yük veya yolcu taşımacılığı faaliyetlerine uygun şekilde öngörölmüş lokasyonlarda yolculara veya yük taşıması yapan kurum veya kişilere hizmet vermek adına inşa edilmiş çok yollu hatlardır. İnşa edilen binalar, yükleme/boşaltma rampaları, peronlar gibi yapılarla demiryollarının hizmet ile kesiştiği alanlar olmakla birlikte tren trafiği işletmeciliği açısından trenlerin buluşma veya öne geçme noktaları olarak değerlendirilirler. Bu nedenle istasyonlar sadece hizmet kaygısına cevap vermek için değil hat boyunca trafik imkânı arttırıp şekillendirmek amacıyla da inşa edilebilirler (TCDD, 2024).

Garlar

Garlar, belirli bir bölgedeki istasyonların idari işlerinin yönetildiği ve görece daha büyük iş hacmi olan merkezlerde kurulmuş alanlardır. Demiryolu işletmeciliğinin getirdiği ancak tez konusuna doğrudan katkı sunmadığı için detaylandırılmayacak olan araç bakım- onarım, yol bakım onarım, sinyalizasyon takip – onarım vb. birçok birimin barındırıldığı yönetim ve kontrol merkezleridir (TCDD, 2024).

Çeken Araç Depoları

Demiryollarında araç kavramı pratik kullanımda çeken araç ve çekilen araç olarak ayrılır. Lokomotifler müstakil şekilde ürettikleri güç ile hareket edebilen ve başka araçları çekebilen “Çeken Araç” statüsündedirler. Hem fiziki hem de yönetim kısıtlılıkları nedeniyle çeken araçların özel olarak park edildiği, sefere hazırlandığı depolar kurgulanmıştır. Depoların bulunduğu garlar makinistlerin de sefere başlangıç ve bitiş noktası olarak ön plana çıkar. Bu nedenle tren planlamalarında çeken araç depoların konumları, ihtiva ettiği araçların özellikleri veya büyüklüğü tesir eden parametreler olarak dahil edilir (TCDD, 2024).

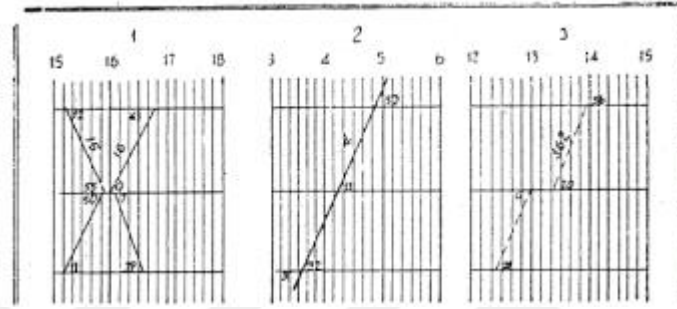
3.3.4 ORER

TCDD İşletmesi Genel Müdürlüğü’nün yayınladığı Şebeke Bildirimindeki tanımlama ile ORER; “*Belirli bir şebeke veya hat kesiminde bir takvim yılı içinde işletilmesi planlanan trenlerin hareketleriyle ilgili güzergâhı, kalkış ve varış zamanlarını, tren sefer sayılarını içeren ve tren çizgilerinden oluşan planıdır*” (TCDD, 2024) Her yıl gelen talep ve kapasite imkanları doğrultusunda planlanarak geçerli olduğu tarih aralığı belirtilmek suretiyle ilan edilir (TCDD İşletmesi Genel Müdürlüğü, 2024). Geçerli olduğu zaman aralığında bir tren çizgisinin hangi istasyonda saat kaçta sefere başlayacağı, geçeceği tüm istasyonlara varış, bekleme ve çıkış saatleri ile sefer boyunca karşılaşacağı diğer tren çizgilerine göre nasıl hareket edeceği (buluşma, öne geçme) belirlenir (TCDD İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 1964). Yıl boyunca o tren çizgisi istisnai durumların belirtilmediği vaziyetlerde ORER planına göre çalıştırılır. Bu planlama yürütülen tren trafiğinin öngörülmesi ve sınırlarının belirlenmesinde kural koyucu bir rehber niteliğindedir (TCDD, 2024).

ORER planlaması tren çizgilerinin kesiştiği istasyonlara karar verdiği için trafik kaynaklı gecikmelerin belirleyici unsurudur. ORER’de yaşanan değişiklik ile bir önceki yıl

oldukça yoğun trafik yaşanan istasyonda bir sonraki yıl trafiğin azalabileceği durumlar meydana gelebilir. Bununla birlikte ORER mevcut hat kapasitesini amaca en uygun şekilde en verimli nasıl kullanabiliriz sorusuna cevap aradığı için trafik yoğunluğunun yaşanmasına neden olan tek hat yolların kapasite artışı daha verimli planlama yapma sürecine imkân sağlayacak bir katkıdır.

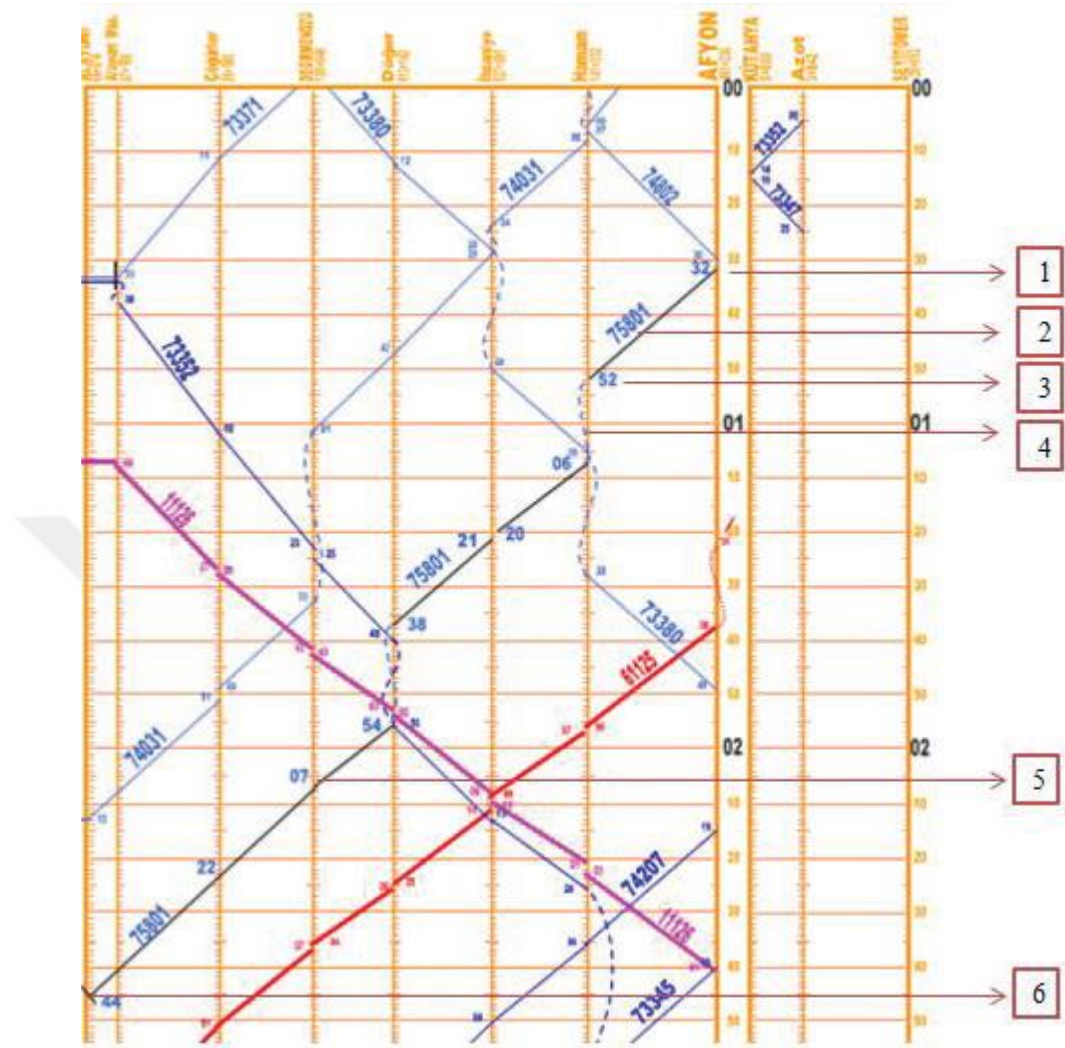
Şekil 3.8 ORER Planlaması Tren Çizgileri Karşılaşma Örnek Gösterimi



Kaynak: (TCDD İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 1964)

Şekil 3.8’de gösterilen grafiği “x” eksenini zamanın, “y” eksenini ise istasyonların yazıldığı doğrultulardır. Birden fazla tren çizgisi aynı şemada resmedildiğinde karşı yönden gelen trenler şemanın bir noktasın kesişerek “buluşma” gerçekleştirmiş olur. Sonrasında buluşma gerçekleştirdiği trenin çiğnediği ray hattını çiğneyerek seyre devam eder. Şemada bu tarz buluşmalar “X” işaretinin oluşmasına neden olur. Farklı istikametten gelerek bir noktada kesişip yine farklı istikamete giden trenler şemada “V” şeklini oluşturur. Kullanılan hat ve trafik yönetiminde sıklıkla ifade edilen bir ifadedir. Bununla birlikte aynı hattı aynı istikamette çiğnerken arkadan gelip “öne geçme” gerçekleşen trenler de mevcuttur. Buluşma ve öne geçme trafiğin verimli yönetimi açısından kontrol edilmesi gereken adi olaylardandır (TCDD İşletmesi Genel Müdürlüğü, 2024).

Şekil 3.9 Tren Çizgilerinin Kesişim Gösterimi



Kaynak: (Görgülü, 2017)

3.4 Demiryolu Ulaşımında Trenler

Demiryolunda farklı amaçlara hizmet için kurgulanmış kendisine has özellik ve kurallar içeren tren türleri vardır ve THTY ile tanımları yapılmıştır. (TCDD İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2024). Bu tren türleri hakkında bilgi sahibi olmak demiryolu trafik yönetiminin kaygı ve amaçlarını ifade etmek için faydalı olacaktır. Bununla birlikte tez konusu için önem arz eden temel bilgi, güncel trafik yönetimi anlayışında yolcu trenlerinin yük trenleri karşısında geçiş üstünlüğü olmasıdır. Diğer tren türleri detay sayılabilecek mahiyette olduğu için tanımları yapılmamıştır.

Yolcu trenleri yolcu taşınması amacıyla teşkil ve teçhiz edilmiş trenlerdir. Yük taşınması amacıyla teşkil edilen trenlere göre trafik yönetiminde öncelikleri vardır (TCDD İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2024).

3.5 Demiryolu Trafik Yönetimi

Demiryolu trafik yönetimi THY ile belirtilen esaslar üzerine gerçekleştirilmektedir. Bkz: (TCDD İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2024) Yönetmelik detaylıca incelendiğinde demiryolu trafiğinin yönetiminde onlarca farklı parametrenin birbirleri ile olan ilişkilerinin, muhtemel senaryolarda yapılması gerekenlerin ve önceliklerin belirlendiği görülmektedir. Bununla birlikte tezin konu aldığı parkurda faaliyet gösteren tren türleri ve hat sınırlılıkları çerçevesinde bir anlatım tercih edildiği için ihtiyaç duyulan kavramlar öncesinde açıklanmış veya bu noktadan sonra açıklanacaktır.

Demiryolu trafik yönetiminde belirleyici temel faktör hat sayısıdır. Tek hat yollarda iki istasyon arasında bir yöne aynı anda sadece tek bir tren gönderilebilecek olması nedeniyle trenler hattın boşalmasını bekleyeceği bir yönetime tabi tutulurlar. Hat üstünde karşılıklı seyir planlanmış trenler tekabül ettiğinde bu durum trafik kaynaklı beklemelere neden olmaktadır. Çoklu hat yollarında ise yolların birisi gidiş birisi ise dönüş yolu olarak kullanılabilmesi için karşı karşıya gelen trenler birbirlerini beklemeden seyirlerine devam edebilirler. Hat üzerinde aynı yönde birden fazla trenin seyahat etmesi için güvenli mesafenin oluşması gereklidir. TMİ ile yönetilen yollarda bu mesafe açık istasyon veya saydinglerdir. TSİ ile yönetilen hatlarda ise güvenli mesafe iki blok mesafesi olarak adlandırılan iki sinyal arası mesafedir.

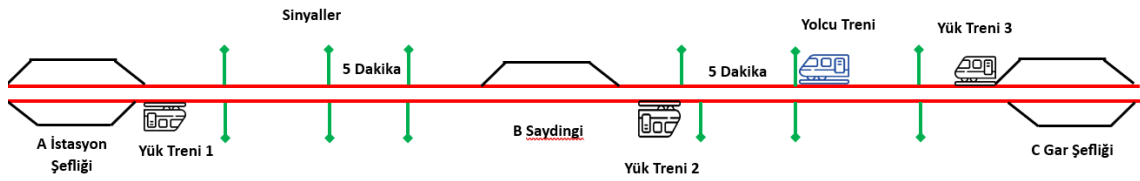
Şekil 3.10 Tek Hat Trafik Yönetiminde İlişkin Örnek Görsel Çalışması (Taraflımızca Hazırlanmıştır)



Şekil 3.10 ile ifade edilmek istenen emsal olayda yolcu treninin yük trenlerine karşı geçiş üstünlüğü olduğu için yük treni 1 ve yük treni 2 yolcu treninin hattı kullanarak yolu boşaltmasını beklemek zorundadır. Yolcu treni B Saydingine ulaştıktan sonra öncelik durumuna göre yük treni 2 veya yük treni 3 sevk edilebilir ancak her iki durumda yük trenlerinden birisi diğerinin yolu boşaltmasını beklemek durumundadır. Bu nedenle yolcu treninin B saydingine ulaştığı 30 dakikadan sonrasında bile yine 30 dakikalık bir

bekleme olacaktır. Yolcu treni A istasyonuna ulaşınca kadar geçen 60 dakikalık sürede yük treni 1 beklemeye devam edecektir. Bu senaryoda yük treni 1 60 dakika, yük treni 2 30 dakika ve yük treni 3 30 dakika bekleyerek toplamda 120 dakikalık bir beklemeye mahal verilecektir. Senaryoda yük trenlerinin sevk sırası değişse bile toplam bekleme süresi değişmemektedir.

Şekil 3.11 Çoklu Hat Trafik Yönetiminde İlişkin Örnek Görsel Çalışması (Taraşımızca Hazırlanmıştır)



Şekil 3.11 ile çoklu hat yönetiminde önceki emsal senaryonun aynısı ifade edilmeye çalışılmıştır. Önceki hattan farklı olarak sinyal ile yönetim de söz konusudur. Bu sayede 5 dakikalık blok mesafesi ile güvenli bir seyir planlaması gerçekleştirebilmektedir. Yük treni 1 ve yük treni 2 yolcu treninin seyrinden etkilenmeden ve birbirlerine mâni olmadan seyirlerine devam edebildikleri için hiç bekleme yapmamaktadırlar. Yük treni 3 sadece yolcu treninin 5 dakikalık blok mesafesinde yol kat etmesini beklemek durumunda olduğu için tüm trenlerin toplam bekleme süresi 5 dakikadır.

İki hattın karşılaştırmasında zaman tasarrufu oldukça bariz şekilde görülebilir. Dikkat edilmesi gereken diğer husus ise bu durumun her şeyin yolunda gittiği, hiçbir arızanın veya kazanın gerçekleşmediği bir senaryoda hesaplanmasıdır. Kriz yönetimi tek hat işletmeciliğinde oldukça büyük bir risk ve sorun teşkil eder. Yolcu treni hat üstündeki iken arızalansa, tüm trenler hesaplanan beklemenin üzerine arızanın giderilmesi için gerekli olan süre boyunca da beklemek zorunda kalacaklardır. Bekleme süresi arttığı için başkaca trenlerin bahsi geçen yollardan geçeceği süre yaklaştığı için trafiğin sıkışması artacak ve trafik kaynaklı beklemeler oldukça artacaktır. Çoklu hat yönetiminde ise herhangi bir yol tıkanmasında diğer hat aktif ise mevcut trafik akacağı için kaybedilen zaman minimum seviyede olacaktır. Hattın birisinin kullanım dışı kalması, sorunlu bölgenin iki yönlü çalışması ile kolayca çözülecek bir soruna işaret ederken soruna müdahale için de güvenli ek bir yol sunması kriz yönetimi açısından oldukça avantajlıdır.

Tezin ilerleyen saflarında paylaşılan veriler ışığında trafik kaynaklı yaşanan tehirlerin, tek hat işletmeciliği çehresinden kronik bir soruna dönüştüğüne işaret edilmektedir. Görseller ile ifade etmeye çalışıldığı üzere çoklu hat yönetiminde trafik kaynaklı tehirlerin çözümü kolayca yönetebilecek bir sorun olarak ele alınabilir (Görgülü, 2017) (TCDD İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 1964) (TCDD İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2024) (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

3.6 Demiryolu Ulaşımının Önemi

Demiryolu ulaşım kapasitesi, kamusal bir ihtiyaç ve sorumluluk olarak değerlendirilebilir. Bu misyonun yanında ekonomi, kültür ve sosyal yaşantı için de birçok imkân ve fırsat sunduğu söylenebilir. Aynı zamanda milli güvenlik ihtiyaçlarını karşılamak gibi bir görev ile de teçhizatlandırılabilir (Polatoğlu, 2021). Bununla birlikte temelinde bir ülke için paradigma değişimine olabilecek çarpan etkisine sahip bir donanımdır. Ülkelerin ekonomik kalkınmasında karşılaştığı orta gelir tuzağı ile mücadele etmek ve bu tuzaktan kurtularak gelişmiş bir ülke olmak için gerek şart görünen kabaca eylemler eğitim ve teknolojiye yatırım yapılmasıdır. Özelde ifade edilmek istenen imalat sanayii ve nitelikli iş gücünün katma değeri fazla ürünlere dönüşebildiği ve çeşitlendirilebildiği ülkelerdir (Caşkurlu & Arslan, 2014). Demiryolları, ülkenin lojistik kabiliyetine katkı sağladığı verimli ve rekabetçi fırsatlar ile kısıtlı kaynakların daha elzem alanlara yönlendirilmesine olanak sunabilir. İnsan hareketliliğinin artmasını ve buna bağlı birbiri ile entegre şehirler yaratılmasının araladığı gelişim imkanları sağlayabilir. Lojistik gücün sağladığı dayanak ile üretim merkezleri ülkenin geneline dengeli şekilde dağılarak hem ülkenin bayındırlık faaliyetleri genelleşmiş hem de üretim arz güvenliğinin tabanı genişletilmiş olabilir. Demiryolunun sürdürülebilirliği için ihtiyaç duyulan alt sektörler ve bağlı ekonomik birimler teknolojik gelişimin öncüsü olabilir. Teknolojik gelişimi sağlayacak insan kaynaklarının know-how birikimi ülkede tutulabilir. Bahsi geçen tüm dış faydaların özünde lojistik yönetiminin güçlendirilmesi ve güçlü lojistik yönetiminin sağladığı rekabet gücü ile refah artışının artacağı öngörüsü bulunduğu ifade edilebilir (Aytekin, 2022).

3.6.1 Kamusal hizmet ve sosyal fayda

İnsanoğlu tabiatı gereği sosyal bir varlıktır. Zaman içinde ihtiyaç duyduğu sosyalliği kurumsallaştırarak şehirleri ve devletleri inşa etmiştir. İcat ettiği bu aygıtlar aracılığı ile birlikte yaşamının getirdiği belirsizlikleri ve gereklilikleri organize etmiştir. Özetle “kamu” ve onun çatısı altında çeşitlendirdiğimiz kavramlar hayatımıza girmiştir. Bu nedenle üretilen mal ve hizmetleri özel ve kamusal olarak ayırmak mümkündür. Demiryolları inşa ederek işletmesi çoğunlukla ancak devletlerin gerçekleştirebildiği bir organizasyon olduğu için kamusal bir hizmet olarak değerlendirilebilir (İşler, 2018). Demiryolunun ucuz, güvenli ve çevreci bir ulaşım imkânı olması nedeniyle devletin demiryollarını geliştirerek topluma kamusal bir hizmet olarak sunması makul bir tercih olarak da görülebilir.

Sosyal refahın artışı için sosyal fayda üreten mal veya hizmetlerin geliştirilmesi gereklidir. Kamusal bir hizmet olarak demiryolları ülke içinde insan hareketliliğine ve yük dolaşımına sunduğu katkılar ile hem ekonomik hem de toplumsal olgulara doğrudan veya dolaylı şekilde fayda sağlar. Bu nedenle güçlü bir sosyal fayda üreticisi olarak bahsedilebilir (Shoup, 1959).

3.6.2 Ekonomik katkı

Bir ülkenin ekonomi ekosisteminde gereksinimleri ve verimliliği arttırabilecek fırsatları ile demiryolları büyük önem arz eden faktördür. Ülkenin toplam lojistik kabiliyetine sunduğu katkı, teknolojik gelişim sürecine sunduğu katkı, enerji kullanımındaki çeşitliliği ve verimliliği sayesinde sunduğu katkı ve güvenli ulaşımın sürdürülebilirliği için sunduğu katkılar ile kaynakların doğru kullanımı için fırsat yaratarak sosyal refahı artışı hedefine hizmet eder (Aytekin, 2022).

3.6.3 Lojistik kabiliyet

Üretilen mal ve hizmetlerin hem üretilme hem de tüketilme sürecinde aşılması gereken en önemli süreçlerden birisi bunların ulaşımıdır. Üretilen tek bir ürün için yüzlerce tedarikçinin binlerce farklı destinasyondan on binlerce çeşit hammadde ve yarı mamulü elde etmesi ve sonrasında üretim sürecindeki bir sonraki halkaya iletmesi gereklidir (Tan, Kannan, & Handfield, 1998). Bu gayretin neticesinde üretilen ürünün ise nihai noktası olan tüketiciye güvenli, hızlı ve düşük maliyetler ile ulaştırılması ürünün üretilmesinden tüketim ömrüne dek tüm hesapları etkileyen bir denklem kurulması ile mümkün

olmaktadır. Aynı döngü hizmet üretimleri için de geçerlidir. Bu nedenle tüm bu lojistik eylemler üretim kapasitesi, üretim maliyeti, pazara ulaşma gibi pek çok önemli faktörü etkiler (Özdemir, 2004). Ülkenin sahip olduğu lojistik ağın kapasitesi, çeşitliliği, hızı, güvenilirliği ve maliyeti ülke ekonomisinin gelişimini doğrudan ve dolaylı olarak biçimlendirir (Aytekin, 2022).

Her ulaştırma yönteminin kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır. Her sektörün kendine özgü gereksinimleri olduğu gibi. Demiryolları diğer taşıma yöntemlerinin dezavantajlı olduğu veya avantajı sayesinde rekabet edebildiği noktalarda açığı kapatarak lojistik kabiliyeti hem büyütür hem de fırsat maliyetindeki sağladığı fayda ile verimli hale getirir (Akçay, 2005). Blok taşımacılıkta sunduğu tonaj imkânı, düşük maliyet, çevreci olması, en güvenli ulaşım aracı olması, diğer ulaşım yöntemleri ile entegre olabilmesi gibi avantajları ile lojistik kabiliyete büyük katkılar sunabilir. Ülkenin sahip olduğu kaynakları daha verimli kullanması adına yarattığı fırsatlar sayesinde rekabetçi bir yöntem olarak ön plana çıkartılabilir (Caşkurlu & Arslan, 2014). Ayrıca demiryolları alternatif ulaşım yöntemlerinden daha fazla pay aldıkça, diğer yöntemlerin neden olduğu dışsal zararların azalmasını da sağlayabilir (Zeybek, 2019).

Teknolojik kabiliyet

Demiryolları işletmeciliği, ihtiyaç duyduğu ürünlerin temini için büyük bir ekonomik ekosistem yaratır. Aynı zamanda katma değeri yüksek ileri teknoloji ürünler de kullanır. Demiryolu işletmek için doğan talep, ülke içi kaynaklar ile üretilecek makine, altyapı ve yan sanayi ürünlerinin AR-GE yatırımları için gerekli olan kaynağı tabii yollardan oluşturabilir. Nitelikli işgücü için hem bir çalışma sahası hem de know-how sermayesi için zemin oluşturabilir. Katma değeri yüksek ürün ihracatı için bir fırsat sunabilir (Caşkurlu & Arslan, 2014).

Enerji kullanıma katkı

Demiryolları, elektriğin sürdürülebilir şekilde kullanıldığı ilk ve şimdilik tek ulaştırma yöntemidir. Bu kabiliyet elektriği kendi imkanları ile üretebilen ülkeler için enerji ithalatına katkı sağlayan büyük bir fırsattır. Aynı zamanda akaryakıt kullanımına da olanak vermesi çeşitlilik olarak tercih imkânı sunar. Taşıdığı yük başına harcanan enerji olarak en verimli ulaşım yöntemi olarak ön plana çıkar (DPT, 2001). Ülkelerin enerji tüketimi en büyük kamusal harcamaların başında geldiğinden burada gerçekleştirilecek

verimlilik ekonomik kalkınma ve refah artışı için büyük katkı sağlayacaktır (Nalçakan, 2008). Bununla birlikte enerji arz güvenliğinin ülke sınırları dahilinde kalan imkanlar ile desteklenen lojistik kabiliyet başkaca arz güvenliklerinin teminatı olabilir.

Güvenli ulaşım

Demiryolları yolcu ve yük taşımacılığında milyon km bazında en güvenli ulaştırma yöntemidir. Demiryollarının toplam lojistik pazarındaki payının artması özellikle ülkemizde karayollarına yük ve yolcu ikamesi olacağı anlamına gelmektedir. Sadece sunduğu hizmet için güvenli bir ulaşım sağlamakla kalmayıp karayollarından azaltacağı trafik yükü sayesinde karayollarının da daha güvenli olmasına katkı sağlayabilir. Tehlikeli madde taşımacılığı dolaylı olarak bu katkıya dahil edilebilir (DPT, 2001).

Stratejik önem

Ülkeler için kaynakların yönetiminde risk analizleri önemli bir rehber işlevi görür. Bununla birlikte kaynakların kısıtlı olması nedeniyle riskin tamamına cevap verecek önlemler almak mümkün değildir. Özellikle kriz olarak ifade edilebilecek kısa zamanda yaşanan büyük ölçekli sorunlar için bu durum daha belirgindir. Örneğin bir şehirde çıkacak muhtemel orman yangınlarının tamamına müdahale edecek teçhizatı o şehirde bulundurmak çok maliyetlidir. Bunu tüm şehirler için yapmak daha zordur. Bu nedenle önlem araçları risk seviyesine göre genele yaygınlaştırılır. Kriz anlarında sevk ve idaresi gerçekleştirilerek kaynakların israfı önlenmiş olur. Bu noktada lojistik kabiliyet bu sorumluluğu üstlenir. Ülkelerin karşı karşıya kalabileceği kriz anlarının tümünde bahsedilen yöntem tercih edilir ve bu yüzden lojistik kabiliyet stratejik öneme sahip bir gerekliliktir (Cumhuriyet Halk Partisi, 1938). Demiryolları kurtuluş savaşı zamanında ülke bağımsızlığını elde etmemize imkân tanıyan başat faktörlerden birisidir. Albay Behiç Erkin'in ve istiklal ordusu ile var olmanın etkisi ile TCDD kendisini milli güvenlik gerekliliği olarak konumlandırmıştır (Dinç, 2009). Geçen zaman ve değişen dinamiklere karşın halen demiryolları ülkemiz için bir milli güvenlik unsurudur ve gelişmesi milli güvenliğin güçlenmesi anlamına gelecektir.

4 ETİ MADEN VE DEĞİRMENÖZÜ – BANDIRMA PARKURU

Eti Maden işletmeleri cumhuriyetin erken dönemlerinde, ülke ekonomisini kalkındırmak adına sahip olduğumuz zenginliklerin ekonomiye kazandırılmasını amaç edinen bir kurum olarak doğrudan kurucu Cumhurbaşkanımız Atatürk tarafından kurulmuştur.

Günümüzde temel çalışma konusu bor madenidir. Bor madeni üretim etkinliği içinde yüzlerce sektörde tüketilen bir metadır. Ülke topraklarımız dünya bor rezervinin açık ara en büyük kısmına sahiptir. Eti Maden işletmeleri sanayi üretiminde kullanılan penta boraks ürününü üretip dünya piyasasında satmaktadır. Ürettiği ürünün neredeyse tamamı ihraç edilmektedir (Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2024).

Değirmenözü istasyonu 2022 yılında en fazla taşıma gerçekleştiren 3. İstasyon, en fazla gelir elde eden 2. İstasyon olmuştur. Bandırma istasyonuna uzanan parkur bu nedenle ülke geneli gerçekleştirilen taşımalarda önem atfedilecek en yoğun üçünü parkur hattı olarak nitelendirilebilir (KKY, 2024)

4.1 Eti Maden İşletmeleri

1935 yılında Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün direktifiyle “Ülkemizin yer altı kaynaklarını işletmek ve değerlendirmek üzere, sanayimizin ihtiyacı olan madenleri, hammaddeleri, enerjiyi üretmek ve her nevi banka muamelelerini yapmak” amacıyla Etibank kurulmuştur. Takip eden 60 yıl boyunca farklı maden ve amaçlar ile birçok işletmeyi çatısı altında kurmuştur. 1998 yılında yapılandırılarak Eti Holding A.Ş. adıyla çalışmalarına devam eden kurum 2004 yılında yeniden yapılandırılarak Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü ismini almıştır. Tez konusunda lojistik hizmeti verilen işletmeleri olan “Emet ve Kırka” yerleşkeleri sırası ile 1958 ve 1970 yıllarında kurulmuştur (Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2024).

Dünya bor piyasasındaki yeri

Eti Maden 2022 yılında dünya bor pazarındaki toplamın ticaretin %62'sini gerçekleştirmiştir. 2 milyon ton ürün ihraç etmiş bunun 1,2 milyon tonunun ülke içi lojistiğinde demiryolunu kullanmıştır (Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2024) (KKY, 2024)

Gelecek hedefleri

Türkiye dünyada ispatlanmış bor rezervinin %73'üne sahiptir (Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2024). Eti Madenin gelecek yıllar için kendisine koyduğu vizyon dünya bor pazarından, rezerv oranı kadar pay almaktır. Bunun için kırka yerleşkesindeki üretim kapasitesini %20 arttırması öngörülen “Penta-6” fabrikasının inşasına başlamış ve 2020'li yılların sonlarında devreye almayı planlamaktadır.

Kırka yerleşkesi

1970 yılında kurulan yerleşke bugün dünyanın en büyük bor üretim kompleksidir. Bor Tinkal minerali içeren Kırka- Sarıkaya formasyonu dünya rezervinin %18'ini, Türkiye bor rezervinin %25'ini oluşturmaktadır. Açık ocak yöntemi ile yürütülen madencilik faaliyetlerine ek olarak boraks pentahidrat, boraks dekahidrat, susuz boraks, kalsine tinkal ve borlu temizlik ürünü olan Etimatik'in üretimi gerçekleştirilen bir fabrika yerleşkesidir (Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2024).

Emet yerleşkesi

1958 yılında kurulan Emet yerleşkesi Hisarcık ve Espey'de olmak üzere iki açık ocak madenine sahiptir. Bulunduğu formasyon dünyanın en büyük kolemanit rezervidir. Dünya rezervinin %40'ını, Türkiye bor rezervinin '%55'ini oluşturmaktadır. Tesiste kolemanit minerali zenginleştirme ve borik asit üretim süreçleri de yürütülmektedir (Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2024).

Bandırma yerleşkesi

1967 yılında kurulan Bandırma yerleşkesine bor minerali işleme kabiliyetine sahip fabrikalar bulundurmaktadır. Bununla birlikte asıl amacı Bandırma Limanı üzerinden ürün ihracatı gerçekleştirmektir. Kırka ve Emet yerleşkesinden gelen ürünleri dünya pazarına ulaştıran çıkış kapısıdır (Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2024).

4.2 Değirmenözü – Bandırma Parkuru

Eti Maden Kırka yerleşkesinin demiryoluna ulaştığı nokta “Değirmenözü istasyonu”, Emet yerleşkesinin demiryoluna ulaştığı nokta “Emirler İstasyonudur”. Değirmenözü istasyonu yanında Eti Maden'in yükleme, ürün tasnif ve paketleme operasyonları için bir tesisi bulunur. Değirmenözü istasyonundan yola çıkan bir tren Bandırma istasyonuna ulaşmak için kat ettiği yolda Emirler İstasyonundan da geçtiği için tek bir parkur ile tüm Eti Maden operasyonu yönetilebilmektedir (Kaynak: Tarafımızca derlenmiştir).

4.2.1 Demiryolu hat bilgileri

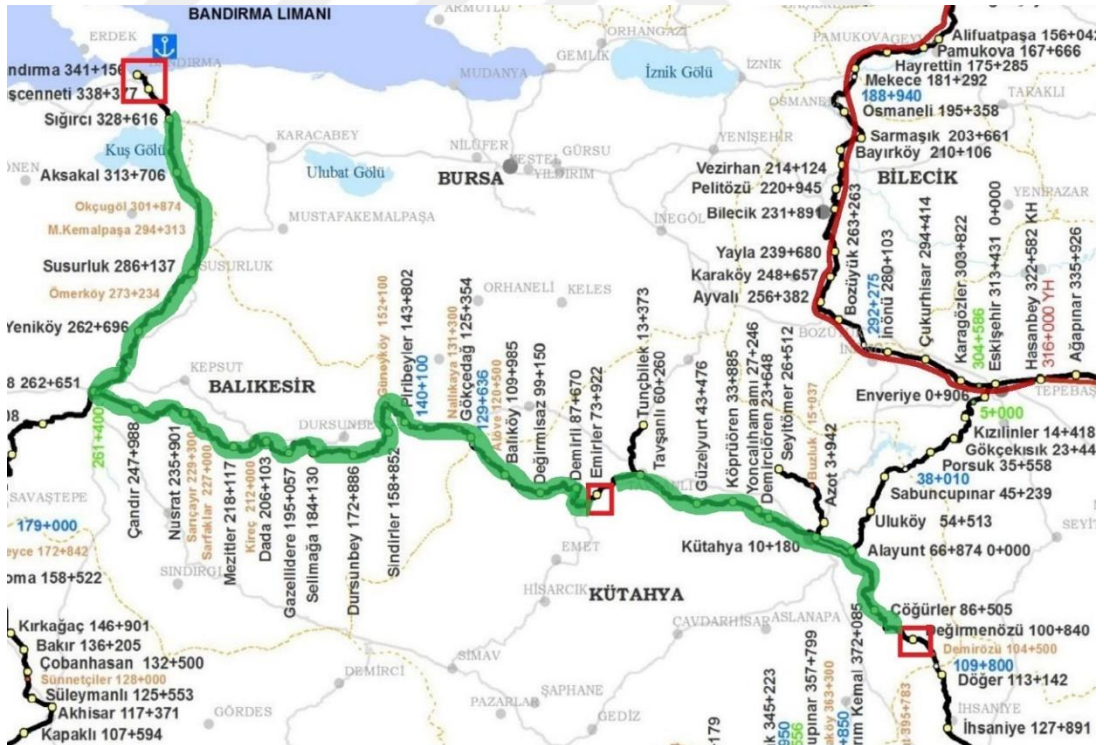
Değirmenözü – Bandırma istasyonları arası mesafe 396 km uzunluğundadır. Hat boyunca 42 istasyon bulunmaktadır. Değirmenözü'nden yüklemesi gerçekleştirilen vagonlar **Şekil 4.2** 'de ifade edilen güzergahı takip ederek Emirler istasyonundan geçer. Eğer bu istasyondan vagon alınmasına ilişkin bir planlama gerçekleştiyse tren dizisine ilave edilerek Kuşçenneti- Bandırma istikametine devam edilir. Aynı güzergâh ve istasyonlar arasında boş vagonları sevki sağlanarak devinim içinde yük taşımacılığı devam eder.

Şekil 4.1 Türkiye Demiryolları İstasyon ve Mesafe Haritası



Kaynak: (TCDD Genel Müdürlüğü, 2024 Şubat)

Şekil 4.2 Türkiye Demiryolları İstasyon ve Mesafe Haritası Üzerinde Değirmenözü – Bandırma Parkur Görseli (Taraşımızca Düzenlenmiştir)



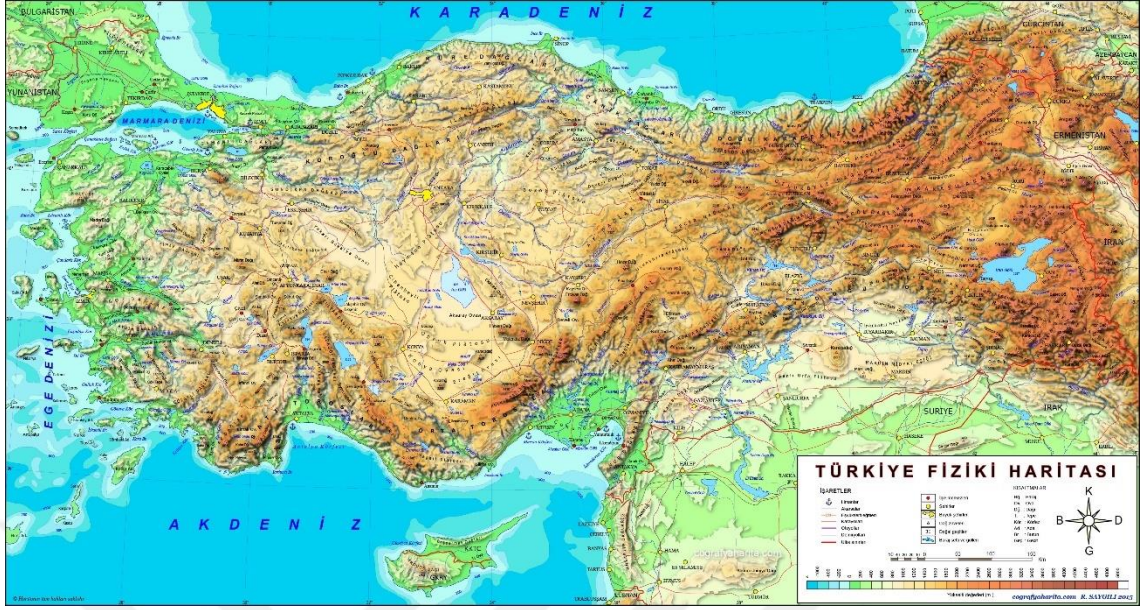
Şekil 4.3 Değirmenözü- Bandırma Parkuru İstasyon Listesi. Gri Olarak İşaretlenen Km Verileri Konum Paylaşılan Noktalar Olup İstasyon Statüsünde Olmayan Tek Anahat Yollarıdır. (Taraflımızca Hazırlanmıştır)

DEĞİRMENÖZÜ - BANDIRMA PARKURU İSTASYON LİSTESİ									
1	Değirmenözü	10	Kayı	19	Nallıkaya	28	Nusrat	37	Susurluk
2	Çöğürler Nazımbey	11	Tavşanlı	20	Piribeyler	29	Mahmudiye	38	M.Kemalpaşa
3	Km 67+758	12	Gölcük	21	Sindirler	30	Balıkesir (Tavşanlı)	39	Okçugöl
4	Alayunt Müselles	13	Emirler	22	Dursunbey	31	Balıkesir (Müselles)	40	Aksakal
5	Km 0+830	14	Demirli	23	Selimağa	32	Balıkesir (Bandırma)	41	Kazak
6	Kütahya	15	Değirmisaz	24	Gazellidere	33	Ayşebacı	42	Sığırcı
7	Demirciören	16	Balıköy	25	Dada	34	Km 258 +022	43	Kuşcenneti
8	Köprüören	17	Alöve	26	Mezitler	35	Yeniköy	44	Km 340+863
9	Güzelyurt	18	Gökçedağ	27	Sarfaklar	36	Ömer Köy	45	Bandırma

Listede paylaşılan istasyonlar arasında sadece Alayunt ile Kütahya istasyonları arasında çift anahat bulunmaktadır. Kütahya istasyonu Afyon, Eskişehir ve Balıkesir istikametlerinin kesim noktası konumundadır. Bu durum farklı istikamet trenlerinin yön değiştirdiği, yüklerin veya vagonların farklı trenlere aktarıldığı görece yoğun bir istasyon olma durumuna sebebiyet vermektedir. Bahsi geçen yoğunluğun neden olabileceği trafik sıkışıklığının Eskişehir ve Afyon istikametindeki çift hattın varlığı büyük kazanımlar sağlayan bir avantaj olarak günlük pratikte kullanılmaktadır.

Parkur güzergahını daha iyi tatbik etmek için hat boyunca görev alan makinist personellerin tecrübeleri dinlenmiştir. Yükselti haritalarına ve çeker tablolarına istinaden parkur boyu yol durumu aşağıda ifade edilmiştir.

Şekil 4.4 Türkiye Fiziki Haritası



Kaynak: (Coğrafya Harita, 2024)

Değirmenözü – Kütahya arasındaki irtifa kaybedilen bir yol olduğu söylenebilir. Değirmenözü’nden Kütahya istasyonuna kadar olan kesim genellikle açık arazide takip edilen bir rota üzerindedir. Kısa mesafeli takip ettiği dereye yatağı doğrultusunda kıvrılarak ilerlediği bölüm haricinde yol düz, kurp az ve tünel yoktur. Alayunt istasyonuna kadar tren trafiği Trafiğin Merkezden İdaresi (TMİ) ile yönetilmektedir. Alayunt istasyonundan sonra Bandırma istasyonuna kadar Trafiğin Sinyallerle İdaresi (TSİ) yönetimi ve katener hattı vardır.

Şekil 4.5 Türkiye Fiziki Haritasından İlgili Kısım Kesilmiştir



Kaynak: (Coğrafya Harita, 2024)

Şekil 4.5 ‘da gösterildiği üzere Kütahya istasyonu sonrasında Tavşanlı istasyonuna kadar Demirciören/ Köprüören rampası haricinde büyük eğim tırmanılan bir bölüm yoktur. Güzergâh çoğunluk ile açık arazide düz bir rotayı takip eder. Demiryolu, Kütahya ili ile Tavşanlı ilçesi arasında bulunan köy ve kasabaların bir kısmının içinden geçecek şekilde inşa edilmiştir. Hattın bu kısımdan sonrasında Piribeyler istasyonu ile Dursunbey istasyonu arasında kalan kısım (Kemalpaşa Yöresi) haricinde çoğunlukla benzer yerleşim yerlerine temas ettiği söylenebilir. Tavşanlı istasyonundan Emirler istasyonuna kadarlık hattın yukarıda anlatılan özelliklerde olduğu söylenebilir. Emirler istasyonundan sonra orman örtüsü başlar. Demirli istasyonu sonrasında Dursunbey istasyonuna yaklaşıırken hattın önceki bölümlerinde yer alan düz rotalar daha çok kıvrılan hem yatay hem de dikey kurpların olduğu bir şekle bürünür. Alaçam dağ uzantılarına yaklaşıldığı için görel olarak artan irtifa ve bölgesel yükseltilere rastlanılır. Piribeyler istasyonundan sonra Dursunbey istasyonuna çıkan rampa, hattın en fazla eğimine sahip ikinci noktasıdır. En dik rampa Balıkesir istasyonu sonrasında ancak orada ranfor makine desteği verildiği için çeker tablosunun ilgili bölümünde görünmemektedir. Dursunbey rampası öncesinde her iki istikamette de “tam fren tecrübe” zorunluluğu vardır. Dizinin emniyetli şekilde rampayı tırmanması veya inmesi için alınan bir emniyet tedbiridir.

Şekil 4.6 Kanca ve Lokomotif Çeker Limitleri Tablosundan Alınmıştır. (TCDD, 2024)

Sıra No	A	B	DE 22000	DE 24000	DE 33000	DE 36000	E 43000 (*)	E 68000 (*)	HB 83000 Dizel	HB 83000 Elektrik	100 TON	150 TON	350 TON
263	Döğür	Alayunt	1800	1475	2500	2500			2500		2360	3000	4000
264	Alayunt	Km.58+480	1130	900	1550	1810	1380	1270	1920	1920	1680	2670	4000
265	Km.58+480	Enveriye	2000	2000	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
266	Km.58+480	Eskişehir	2000	2000	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
267	Çöğürler	Alayunt Müselles	1820	1475	2500	2500	2100	1900	2500	2500	2490	3000	4000
268	Alayunt Müselles	Kütahya	2000	2000	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
269	Kütahya	Köprüören	1475	1145	1990	2500	1910	1740	2500	2500	1810	2880	4000
270	Köprüören	Tavşanlı	2000	1715	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
271	Tavşanlı	Emirler	1200	930	1550	1830	1400	1290	1940	1940	1750	2790	4000
272	Emirler	Değirmisaz	2000	2000	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
273	Değirmisaz	Piribeyler	1300	1355	2340	2500	2500	2350	2500	2500	2500	3000	4000
274	Piribeyler	Dursunbey	1130	870	1400	1930	1470	1350	2030	2030	1690	2690	4000
275	Dursunbey	Balıkesir	1130	870	1400	1930	1470	1350	2030	2030	1690	2690	4000
276	Balıkesir	Mezitler	1080	840	1310	1770	1360	1260	1890	1890	1620	2580	4000
277	Mezitler	Gazellidere	850	660	1040	1400	1090	1010	1540	1540	1380	2190	4000
278	Gazellidere	Dursunbey	1125	900	1550	1820	1390	1280	1930	1930	1730	2750	4000
279	Dursunbey	Değirmisaz	1125	900	1550	2180	1640	1500	2250	2250	1700	2700	4000
280	Değirmisaz	Emirler	950	700	1250	1590	1230	1140	1710	1710	1520	2420	4000
281	Emirler	Km.70+100	1455	1130	1960	2500	2160	1960	2500	2500	2130	3000	4000
282	Km.70+100	Tavşanlı	2000	2000	2500	2500	2240	2020	2500	2500	1820	2890	4000
283	Tavşanlı	Köprüören	1125	900	1400	1620	1250	1160	1750	1750	1540	2440	4000
284	Köprüören	Alayunt Müselles	2000	1800	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
285	Alayunt Müselles	Çöğürler	1325	1015	1780	2180	1650	1510	2250	2250	1820	2890	4000
286	Kütahya	Azot	1650	1300	2250	2500	2500	2250	2500	2500	2150	3000	4000
287	Azot	Seyitömer	925	715	1280	1550			1680		1460	2310	4000
288	Seyitömer	Azot	2000	2000	2500	2500			2500		2500	3000	4000
289	Azot	Kütahya	1750	1390	2400	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
290	Tavşanlı	Tunçbilek	1820	1475	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000

2024 Şebeke Bildirimi, Sürüm 8.0 (15/12/2022)
Ek-3.3.2.3. Azami Loko ve Kanca Çekerleri

Demirli istasyonundan sonra Piribeyler Km 152+100'e kadar dağ yükseltileri arasında su yatağı takip edilir. Hattın seyir açısından görece daha zorlu olarak ifade edilebileceği kısımlar bu bölümlere aittir.

Şekil 4.7 Türkiye Fiziki Haritasından İlgili Kısım Kesilmiştir



Kaynak: (Coğrafya Harita, 2024)

Nusrat istasyonu sonrasında yükselti değişiklikleri ve kurp yoğunluğu azalmaya başlayarak parkurun ilk kısımlarına benzer açık arazide takip edilen rotaya dönüş yapılır. Balıkesir müselles istasyonu Kütahya, Balıkesir ve İzmir istikametinin kesiştiği noktadır. Bu istasyon sonrasında önce irtifa kazanılan sonra irtifa kaybedilen bir eğim takip edilir. Ortalama 400-600 metre rakımdan Bandırma merkeze 2 metre rakıma doğru bir iniş gerçekleşir. Bu iniş yatay düzlemde dalgalı bir seyahat olarak ifade edilebilir. Rota çoğunlukla açık ve düz bir arazi üzerinden az kurp içeren şekilde devam eder. Nihayetinde Sığırcı istasyonuna yaklaşılrken irtifa kaybı görece hızlı şekilde gerçekleşir ve iniş için tedbirli olunması gereken bir eğim ile Kuşcenneti ve Bandırma istasyonlarına ulaşılır. Kuşcenneti istasyon havzası bahsi geçen eğim nedeniyle zorlu bir istasyon olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle istasyon içi manevralar rampa aşağı olacak şekilde koordine edilmeye çalışılır.

Tüm süreç Bandırma çıkışlı trenler için tam tersi olacak şekilde Değirmenözü istasyonuna kadar ifade edilebilir. Tırmanılan rampalar inilen yokuşlara, yokuşlar tırmanılan rampaya

döner. Bandırma tarafından gelen trenler için hattın en fazla eğimine sahip noktası Mezitler istasyonu ile Gazellidere istasyonu arasındadır.

Şekil 4.8 Kanca ve Lokomotif Çeker Limitleri Tablosundan Alınmıştır.

Sıra No	A	B	DE 22000	DE 24000	DE 33000	DE 36000	E 43000 (*)	E 68000 (*)	HB 83000 Dizel	HB 83000 Elektrik	100 TON	150 TON	350 TON
263	Döğer	Alayunt	1800	1475	2500	2500			2500		2360	3000	4000
264	Alayunt	Km.58+480	1130	900	1550	1810	1380	1270	1920	1920	1680	2670	4000
265	Km.58+480	Enveriye	2000	2000	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
266	Km.58+480	Eskişehir	2000	2000	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
267	Çöğürler	Alayunt Müselles	1820	1475	2500	2500	2100	1900	2500	2500	2490	3000	4000
268	Alayunt Müselles	Kütahya	2000	2000	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
269	Kütahya	Köprüören	1475	1145	1990	2500	1910	1740	2500	2500	1810	2880	4000
270	Köprüören	Tavşanlı	2000	1715	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
271	Tavşanlı	Emirler	1200	930	1550	1830	1400	1290	1940	1940	1750	2790	4000
272	Emirler	Değirmisaz	2000	2000	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
273	Değirmisaz	Piribeyler	1700	1355	2340	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
274	Piribeyler	Dursunbey	1130	870	1400	1930	1470	1350	2030	2030	1690	2690	4000
275	Dursunbey	Balıkesir	1130	870	1400	1740	1340	1230	1860	1860	1700	2700	4000
277	Mezitler	Gazellidere	850	660	1040	1400	1090	1010	1540	1540	1380	2190	4000
279	Dursunbey	Değirmisaz	1125	900	1550	2180	1640	1500	2250	2250	1700	2700	4000
280	Değirmisaz	Emirler	950	700	1250	1590	1230	1140	1710	1710	1520	2420	4000
281	Emirler	Km.70+100	1455	1130	1960	2500	2160	1960	2500	2500	2130	3000	4000
282	Km.70+100	Tavşanlı	2000	2000	2500	2500	2240	2020	2500	2500	1820	2890	4000
283	Tavşanlı	Köprüören	1125	900	1400	1620	1250	1160	1750	1750	1540	2440	4000
284	Köprüören	Alayunt Müselles	2000	1800	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
285	Alayunt Müselles	Çöğürler	1325	1015	1780	2180	1650	1510	2250	2250	1820	2890	4000
286	Kütahya	Azot	1650	1300	2250	2500	2500	2250	2500	2500	2150	3000	4000
287	Azot	Seyitömer	925	715	1280	1550			1680		1460	2310	4000
288	Seyitömer	Azot	2000	2000	2500	2500			2500		2500	3000	4000
289	Azot	Kütahya	1750	1390	2400	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000
290	Tavşanlı	Tunçbilek	1820	1475	2500	2500	2500	2250	2500	2500	2500	3000	4000

2024 Şebeke Bildirimi, Sürüm 8.0 (15/12/2022)
Ek-3.3.2.3. Azami Loko ve Kanca Çekerleri

10/14

Kaynak: (TCDD, 2024)

Bandırma çıkışlı trenlerin Değirmenözü çıkışlı trenlere nazaran avantajı, boş vagonların dönüşünü gerçekleştirmesidir. Bu nedenle daha az çeker sınırlarına sahip olsa dahi aynı miktarda vagonun sevkini gerçekleştirebilmektedir.

4.2.2 Yükleme ve boşaltma yapılan istasyonlar

Eti Maden Kırka ve Emet yerleşkelerinde madencilik faaliyeti ile elde ettiği mineralleri katma değer katacak ürünlere dönüştürerek sevk eder. Kırka yerleşkesine bağlı Değirmenözü alt müdürlüğü, bir paketleme sevk merkezidir. Bu tesis hem son kullanıcı ihtiyaçlarına yönelik paketleme yapma kabiliyetine hem de büyük hacimlerde sevk kabiliyetine sahiptir.

Değirmenözü istasyonu

Doğrudan gemiye gönderilerek ihraç edilecek ürünler burada paketlenerek konteynerlara yüklenir ve planlama doğrultusunda demiryolu veya karayolu taşımacılığıyla liman bölgelerine sevk edilir. Bandırma yerleşkesine sevk edilecek mamul ürün için 20 ayak konteyner boyutunda üretilmiş “silobas” dolumu gerçekleştirilir ve demiryolunda “SG” tipi platform vagonlar ile sevk edilir. Eski zamanlarda kullanılan, mamulün doğrudan içine yüklenildiği “UG” tipi vagonlardan alternatif bir araç olması amacıyla 25 adet bırakılarak ıskata gönderilmemiştir. Bazı özel durumlarda veya yoğun sevk zamanlarında bu vagonlar ile de mamul ürün sevk edilir. Kuşçenneti istasyonu ile üretim fabrikasının hammadde ihtiyacını karşılamak adına “FAS” tipi vagonlar ile tinkal minerali dökme yük şeklinde buradan demiryoluna yüklenerek sevk edilir. Aynı hammadde yükü, karayolu ile de Kırka yerleşkesinden yüklenerek sevk edilebilmektedir. Liman bölgelerine sevk edilen konteynerler ile Bandırma yerleşkesine sevk edilen hammadde vaziyeti, demiryollarının talip olabileceği pazar potansiyeli teşkil etmektedir.

Değirmenözü istasyonundan son gerçekleştirilen yatırımlar ile 5 adet istasyon yolu bulunmaktadır. İstasyon yollarının üçüne doğrudan bağlantılı olmak üzere toplam 4 iltisak hattı ile Eti Maden yükleme alanına uzanan demir yolu hattı vardır. İltisak hattı Eti Maden İşletmelerinin dolum ihtiyaçlarına göre inşa edilmiştir. Birinci yoldan ayrılan makas ile iki farklı rampaya ulaşılan rampa yoluna girilir.

İlk aşamada yaklaşık 210 metre uzunluğundaki büyük rampaya ulaşılır. Bu nokta yerleşkenin en büyük konteyner istif alanıdır. Aynı alanda Eti Maden’e ait bir ağır vasıta kantarı bulunur. Kırka yerleşkesinden gelen silobaslar ile karayolundan gelen konteynerlerin aktarımı burada gerçekleşir. Yerleşkede iki adet “istifleme aracı (reach stacker)” bulunur.

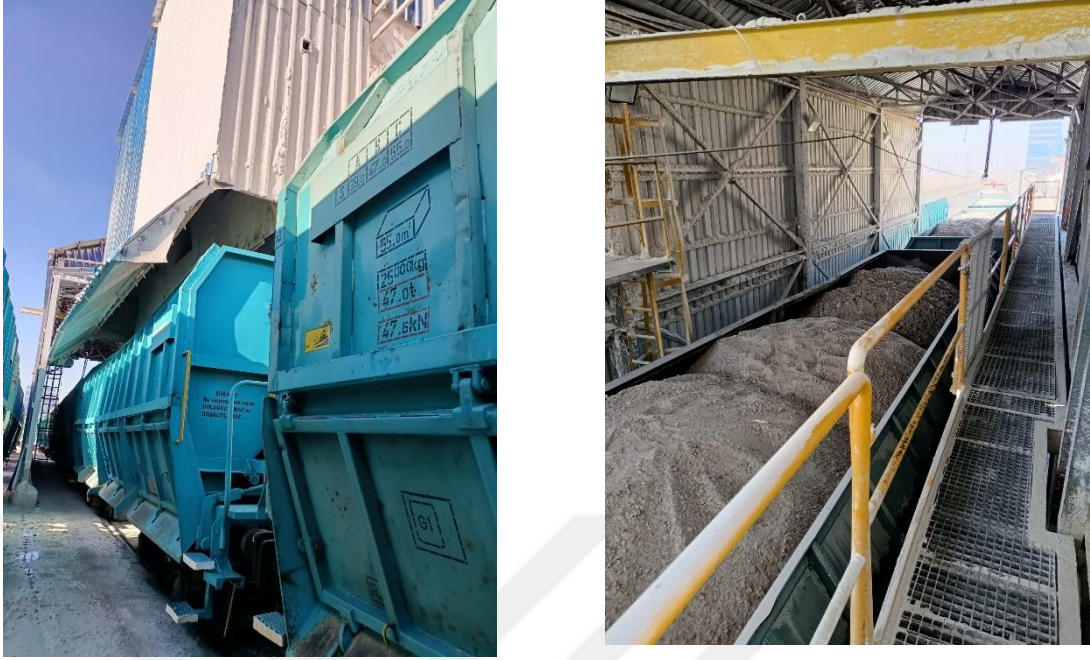
Görsel 4.1 *Konteyner İstif Sahası ve Rampa Bölümü (Taraşımızca Çekilmiştir)*



210 metrelik demiryolu rampası üzerinden vagonların yüklemeği gerçekleştirilir. Rampanın devamında yan yol üzerinden mamul ürünü kapalı vagonlara yükleme tertibatı bulunduğu için demiryolu ile fabrika sahası kesintiye uğrar. Bu noktanın ilerisinde yaklaşık 40 metre genişliğinde ikinci rampa bulunur. Bu rampanın arkasın kalan paketleme ve depolama alanında çoğunlukla uluslararası dolaşımda bulunan konteynerlerin yüklemeği gerçekleştiği için bu istif alanı liman bölgesine sevk adına hem karayolu yüklemelerinde hem de demiryolu yüklemelerinde kullanılır.

Rampa yolunun devamına tıkal mineralinin bunkerler vasıtasıyla dökme yük olarak vagonlara yüklendiği dolum noktası vardır. Damperli kamyonların getirdiği bor minerali bunkere dökülür ve bunker altına hizalanmış yüksek kenarlı vagonun yüklemeği gerçekleştirilir.

Görsel 4.2 Tinkal Yükleme Bunkeri (Taraşımızca Çekilmiştir)



Değirmenözü iltisak hattı yükleme bölgesinde 3 farklı vagon tipine 4 farklı statüde ürün yüklenmiş olur. İltisak hattının diğer yolları tren planlamasına uygun yükleme yapılması amacıyla stok/bekleme alanı olarak kullanılır.

Emirler istasyonu

Emet madenlerinden çıkan kolomanit mineralinin demiryolu ile sevk edilmesi amacıyla kullanılan Emirler istasyonunda sadece hammadde dökme yük taşımacılığı yapılmaktadır. Değirmenözü istasyonu tinkal minerali yükleme bunkeri ile aynı mantıkta çalışan bir yükleme rampası bulunmaktadır.

Kuşçenneti istasyonu

Kuşçenneti istasyonuna FAS tipi vagonların boşaltım alanı bulunur. “Otomatik Boşaltma Tertibatı” adı verilen mazgal şeritler vasıtasıyla; iç kısmı ters “v” şeklinde imal edilmiş vagonlardan yük akarak boşaltılmış olur. Kuşçenneti istasyonu ile Eti Maden Bandırma yerleşkesine uzatılmış konveyör /bant hattı bulunmaktadır. Boşaltılan mineral bu hat aracılığıyla üretim veya depolama sahasına aktarılır.

Bandırma istasyonu

Bandırma istasyonunda silobasların vagonlardan indirilerek boşaltma sahasına nakledilmesi gayesiyle boşaltma rampası bulunur. İstif makinesi aracılığıyla SG tipi vagonlar ile gelen yük boşaltılır ve boş silobaslar Değirmenözü'ne gönderilmek üzere vagonlara yüklenir.

Görsel 4.3 Konteyner İstif ve Yükleme Alanı



Kaynak: (Çiftçi, 2024)

Bandırma istasyonunda aynı zamanda FAS ve UG vagonlarının boşaltılmasına uygun otomatik boşaltma tertibatı da bulunur. Bu özellikler neticesinde Bandırma istasyonu 3 vagon türünün de boşaltma kabiliyetine sahiptir. Bununla birlikte çok büyük oranda SG tipi vagonlar üzerine çalışır.

4.2.3 Trafik kaynaklı tehir verileri

TCDD İşletmesi Genel Müdürlüğü, trenlerin planlanan şekliyle işletilerek verimli bir demiryolu ağı yönetimi gerçekleştirmek adına birçok yöntem kullanmaktadır. Bunların başında trenlerin sevk ve idaresini gerçek zamanlı olarak takip etmek adına kurduğu “Trafik İşletme Sistemi (TİS)” gelir. Bu sistem Kurumsal Kaynak Yönetimi (KKY) sistemi ile entegre şekilde çalışan bir mobil veri giriş ve izleme uygulamasıdır. Sistem tren işletmeciliği sürecinde yer alan tüm paydaşlarca kullanılır. Lojistik birimi tren dizilerinin teşkilini, Revizörlük birimi dizilerin seyrüsefer güvenliğini, Trafik yönetimi kontrol ve onay süreçlerini bu sistem üzerinden yürütür. Tren üstü personel ise sevk halinde iken geçtiği her istasyonu sisteme işler. ORER planlamasında her tren çizgisi için

her istasyona verilmiş giriş ve çıkış süreleri belirlenmiştir. Belirlenen saatten erken veya geç giriş veya çıkış yaptığınızda sistem, bu sapmanın nedenini tren üstü personele sorar. Tren üstü personel elde edilen kazanımın veya yaşanan tehirin nedenini sisteme işler. Tahir nedenine bağlı olarak ilgili birim personeli de sistem üzerinden onay verir veya kontrolünü sağlar.

Görsel 4.4 Tablet Tren Seyir Giriş Ekranı (Taraflımızca Çekilmiştir)

İstasyon	Mesafe - Maksimum Hız	Planlanan Giriş Çıkış Saatleri	Gerçekleşen Giriş Çıkış Saatleri	Süre	Kazanç
Sabuncupınar / 7652	09.651 mt	04:41 - 04:41	11:53 - 11:58	5	5
Porsuk / 7650	12.144 mt	04:41 - 04:41	11:53 - 11:58	5	5
Gökçekasık / 7576		05:01 - 05:01			

Tren No : 33325(9)

Toplam Süre : 16sa 43dk Tahir/Kazanç : 7sa 17dk

Tüm verilerin yüklenmesi tamamlandı. Uygulamayı kullanmaya başlayabilirsiniz. Mobil verinizin açık olduğundan emin olunuz.

THBF TELSİZ ERTMS GPS 3G

İstasyon	Mesafe - Maksimum Hız	Planlanan Giriş Çıkış Saatleri	Gerçekleşen Giriş Çıkış Saatleri	Süre	Kazanç
Kuşçenneti / 3557	02.486 mt	06:16 - 06:46	09:48 - 10:01	13	17
Km 340+863 / 3429	00.293 mt	06:51 - 06:53			
Bandırma / 3532		06:55 -			

Tren No : 73735(5)

Toplam Süre : 18sa 31dk Tahir/Kazanç : 3sa 15dk

Tüm verilerin yüklenmesi tamamlandı. Uygulamayı kullanmaya başlayabilirsiniz. Mobil verinizin açık olduğundan emin olunuz.

THBF TELSİZ ERTMS GPS 3G 000

Bu veri girişi tren şişletmeciliği sşrecinde Altyapı ve DTİ'ler arasındaki sşzleşme sınırlarında şcretlendirilmesinde kullanılır. Bu ekonomik etkileşimin yanından tren şişletmeciliğinde yaşanan aksaklıkların nedenini inceleme firsatı sunan bir kaynağa dşnşşşr. Bu sınıflandırma ihtiyaçı doğrultusunda kurgulanan tehir kodları listesinde 45 farklı kod bulunduğu için oldukça uzun ve tez konusu dışında fazlaca bilgi içerdiği için aşağıda izah edildiği şzere sadece belirli bşlşmleri (9 Kod) **Tablo 4.1**'de paylaşılmıştır.

3.5 Demiryolu Trafik Yşnetimi başlığı altında tek hat trafik yşnetiminin çift hat yşnetimine kıyasla sahip olduğu dezavantajlar ve bu kısıtlılık nedeniyle yaşanan gecikmeler ifade edilmeye çalışılmıştır. Tek hat olarak şşletilen bir demiryolu parkurunun çift hat olması durumunda yaşanılmayacak veya çok daha az şekilde yaşanılacak tehir kodları bu anlatı şzerine tercih edilmiştir.

Tablo 4.1 Tek Hat şşletmeciliği Trafik Yşnetiminin Neden Olduğu Tehirler

GEİKME NEDENLERİ VE KODLARI (28.11.2022 İtibariyle)	
<i>Kod</i>	<i>İlgili Birim ve Sebepler</i>
106	Bakım/Onarım/Yenileme nedeniyle kapanan yolun açılmasını bekleme
162	Ray kırılması sonucu bekleme
163	Yol servisinden kaynaklanan makas arızası nedeniyle bekleme
202	Lokomotifin yşkşnş çekememesi, lokomotif/tren seti arızası, ERTMS/ATS araç şstş ekipman arızası nedeniyle seyirden kayıp
220	Tampon dşşmesi, apleti veya arızalı lokomotif ve vagonların geçişinden sonra yolun muayenesini bekleme
242	Yolda kalan trenin çekilmesinin beklenmesi
745	Trafik ile ilgili iş ve işlemler nedeniyle bekleme
838	Buluşma ve şne geçmeler nedeniyle gecikmeler
880	Kaza ve olay nedeniyle aktarma ve/veya serbest yol bekleme

Kaynak: (TCDD Altyapı Genel Mřdřrlřęř, 2022)

Tablo 4.1'de gşsterilen (838) numaralı kod ORER planlaması içinde veya şngşrşlmemiş şekilde gerçekleşen buluşma ve şne geçmelerde kullanılır. Trafik yşnetiminde gerçekleşen tehir nedeniyle normal şartlarda karşılaşmaması gereken trenler de karşılaşabildiği için planlanmamış birçok buluşma ve şne geçme olayı gerçekleşmektedir. Tren tşrlerine gşre tren şnceliklerinin olması ve bu doğrultuda gerçekleştirilen tek hat şşletmeciliğinde buluşma ve şne geçme durumlarının bir zorunluluk olarak tehirlerle

neden olduğu da sahada gözlemlenen bir gerçektir. Bu bakış açısıyla 838 numaralı kod ile işlenmiş tehirlerin doğrudan tek hat trafik işletmeciliğinin bir neticesi olduğu yorumu yapılabilir. Bu durumun demiryolu işletmeciliğinde ne boyutta bir sorun olduğunu tespit etmek adına Değirmenözü-Bandırma parkuru boyunca yer alan 42 istasyon 3 km noktasında gerçekleşen tüm tehir verileri ile sadece 838 kod ile gerçekleşen veriler karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.2 Değirmenözü- Bandırma Parkur İstasyonları Dakika Bazında Toplam Tehir Verileri

Takvim yılı	2022	2021	2020	Toplam sonuç	Ortalama
Kütahya	34.606	22.536	15.092	72.234	24.078
Tavşanlı	19.997	21.039	20.043	61.079	20.360
Dursunbey	25.226	18.450	12.754	56.430	18.810
Değirmisaz	29.362	17.341	7.973	54.676	18.225
Piribeyler	20.447	12.976	18.664	52.087	17.362
Mezitler	18.037	18.622	10.491	47.150	15716,667
Gazellidere	20.088	16.018	10.683	46.789	15596,333
Selimağa	29.360	15.687	9	45.056	15018,667
Sindirler	28.853	14.858	519	44.230	14743,333
Nusrat	9.931	26.392	6.631	42.954	14318
Çöğürler Nazımbey	17.081	7.637	9.139	33.857	11285,667
Emirler	12.734	10.941	10.026	33.701	11233,667
Demirli	19.206	13.419	551	33.176	11058,667
Sarfaklar	19.319	12.509	9	31.837	10612,333
Bahıköy	12.918	9.116	8.629	30.663	10221
Balıkesir Müselles	9.700	11.070	9.048	29.818	9939,3333
Alayunt Müselles	12.737	11.303	5.663	29.703	9901
Alöve	19.396	8.551	9	27.956	9318,6667
Nallıkaya	18.163	8.676	4	26.843	8947,6667
Susurluk	6.399	15.416	4.902	26.717	8905,6667
Gölcük	17.019	9.441		26.460	8820
Değirmenözü	12.047	6.818	7.498	26.363	8787,6667
Gökçedağ	13.819	5.398	2.348	21.565	7188,3333

Tablo 4.2 (Devam) *Değirmenözü- Bandırma Parkur İstasyonları Dakika Bazında Toplam Tehir Verileri*

Dada	18.108	3.119	4	21.231	7077
Mahmudiye	12.876	7.974		20.850	6950
Köprüören	8.236	6.992	4.486	19.714	6571,3333
Balıkesir Müs. (Tavşanlı BM)	387	17.478	321	18.186	6062
Yeniköy	4.965	6.946	3.943	15.854	5284,6667
Kayı	10.734	5.034		15.768	5256
Güzelyurt	8.790	6.123	345	15.258	5086
Sığircı	4.082	2.701	2.212	8.995	2998,3333
Kuşcenneti	1.572	2.947	2.299	6.818	2272,6667
Ömerköy	612	5.294	295	6.201	2067
Bandırma	621	1.870	2.904	5.395	1798,3333
Km 0+830	2.684	1.841	155	4.680	1560
Aksakal	1.041	790	836	2.667	889
M.Kemalpaşa	195	917	6	1.118	372,66667
Km 67+758	616	330	62	1.008	336
Balıkesir Müs. (Bandırma BM)	215	354	341	910	303,33333
Okçugöl	474	365	8	847	282,33333
Kazak	407	156		563	187,66667
Km 258+022	59	329	89	477	159
Ayşebacı	285	11		296	98,666667
Km 340+863	26	62	25	113	37,666667
Toplam	503.430	385.847	179.016	1.068.293	356.098

Kaynak: (TCDD Taşımacılık A.Ş., 2024)

Tablo 4.3 *Değirmenözü- Bandırma Parkur İstasyonları (838) Kod İşlenmiş Tehir Verileri*

Takvim Yılı	2022	2021	2020	Toplam Sonuç	Ortalama
Dursunbey	21266	15996	12029	49291	16430,333
Değirmisaz	26257	14857	7099	48213	16071
Piribeyler	17668	11150	17072	45890	15296,667
Kütahya	15402	13099	12635	41136	13712
Sindirler	27048	13026	257	40331	13443,667

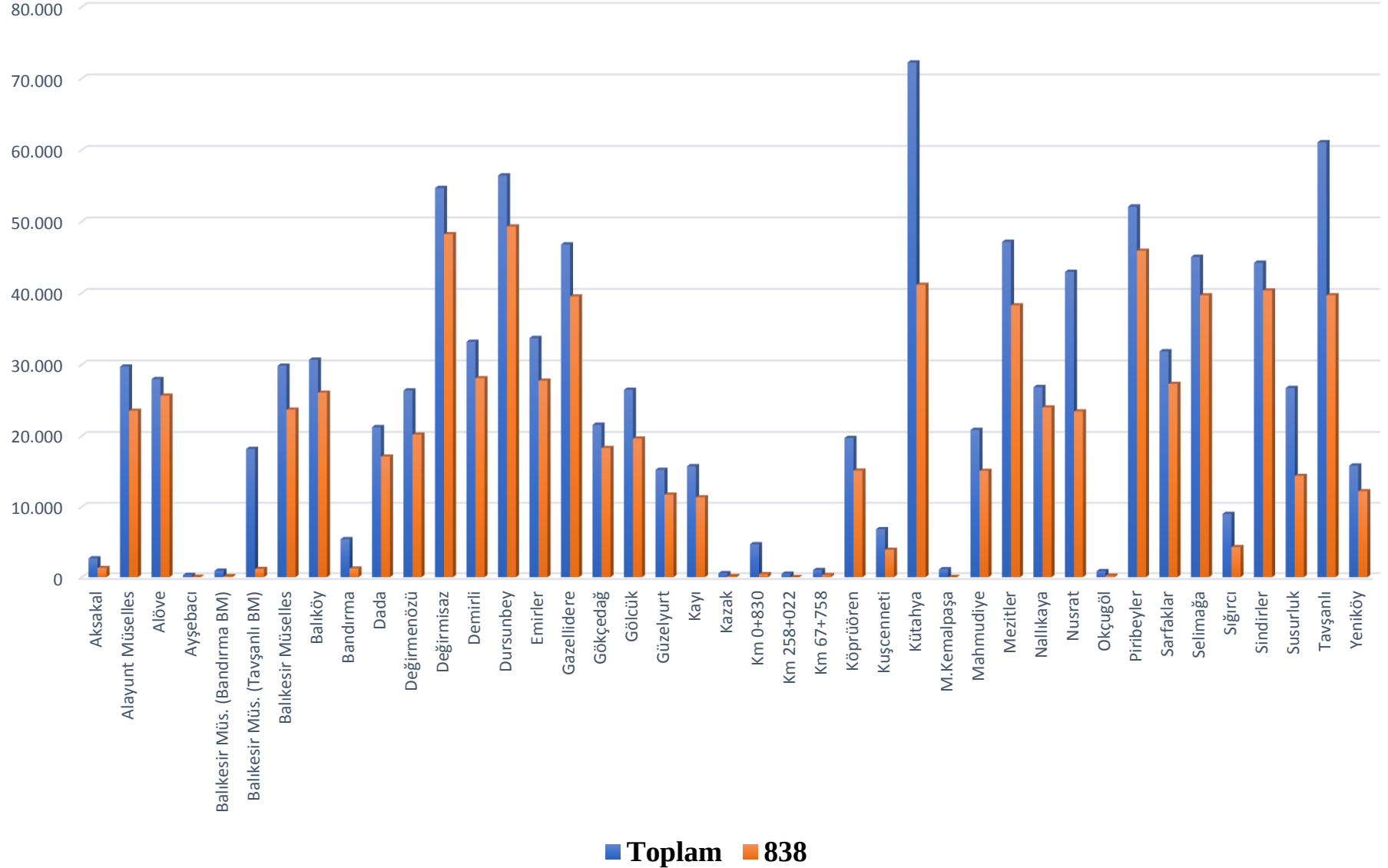
Tablo 4.3 (Devam) *Değirmenözü- Bandırma Parkur İstasyonları (838) Kod İşlenmiş Tehir Verileri*

Tavşanlı	8316	14052	17313	39681	13227
Selimağa	26275	13390	0	39665	13221,667
Gazellidere	17108	12538	9866	39512	13170,667
Mezitler	14882	13691	9687	38260	12753,333
Demirli	17010	10887	174	28071	9357
Emirler	10541	7814	9374	27729	9243
Sarfaklar	17390	9891	0	27281	9093,6667
Balıköy	10478	7430	8136	26044	8681,3333
Alöve	18200	7437	0	25637	8545,6667
Nallıkaya	16506	7471	2	23979	7993
Balıkesir Müselles	7889	7456	8329	23674	7891,3333
Alayunt Müselles	9731	8729	5057	23517	7839
Nusrat	7872	9531	6023	23426	7808,6667
Değirmenözü	7703	5964	6519	20186	6728,6667
Gölcük	12839	6787	0	19626	6542
Demirciören	10998	7163	247	18408	6136
Gökçedağ	11824	4367	2119	18310	6103,3333
Dada	15728	1384	0	17112	5704
Köprüören	6680	4618	3857	15155	5051,6667
Mahmudiye	10119	4998	0	15117	5039
Susurluk	4496	5552	4346	14394	4798
Yeniköy	4066	4799	3343	12208	4069,3333
Güzelyurt	7256	4299	168	11723	3907,6667
Kayı	8188	3161	0	11349	3783
Sığircı	1061	1787	1426	4274	1424,6667
Kuşcenneti	646	1037	2212	3895	1298,3333
Aksakal	641	320	333	1294	431,33333
Bandırma	180	492	544	1216	405,33333
Balıkesir Müs. (Tavşanlı BM)	3	1127	31	1161	387
Km 0+830	325	96	0	421	140,33333
Km 67+758	215	60	7	282	94
Okçugöl	198	3	0	201	67

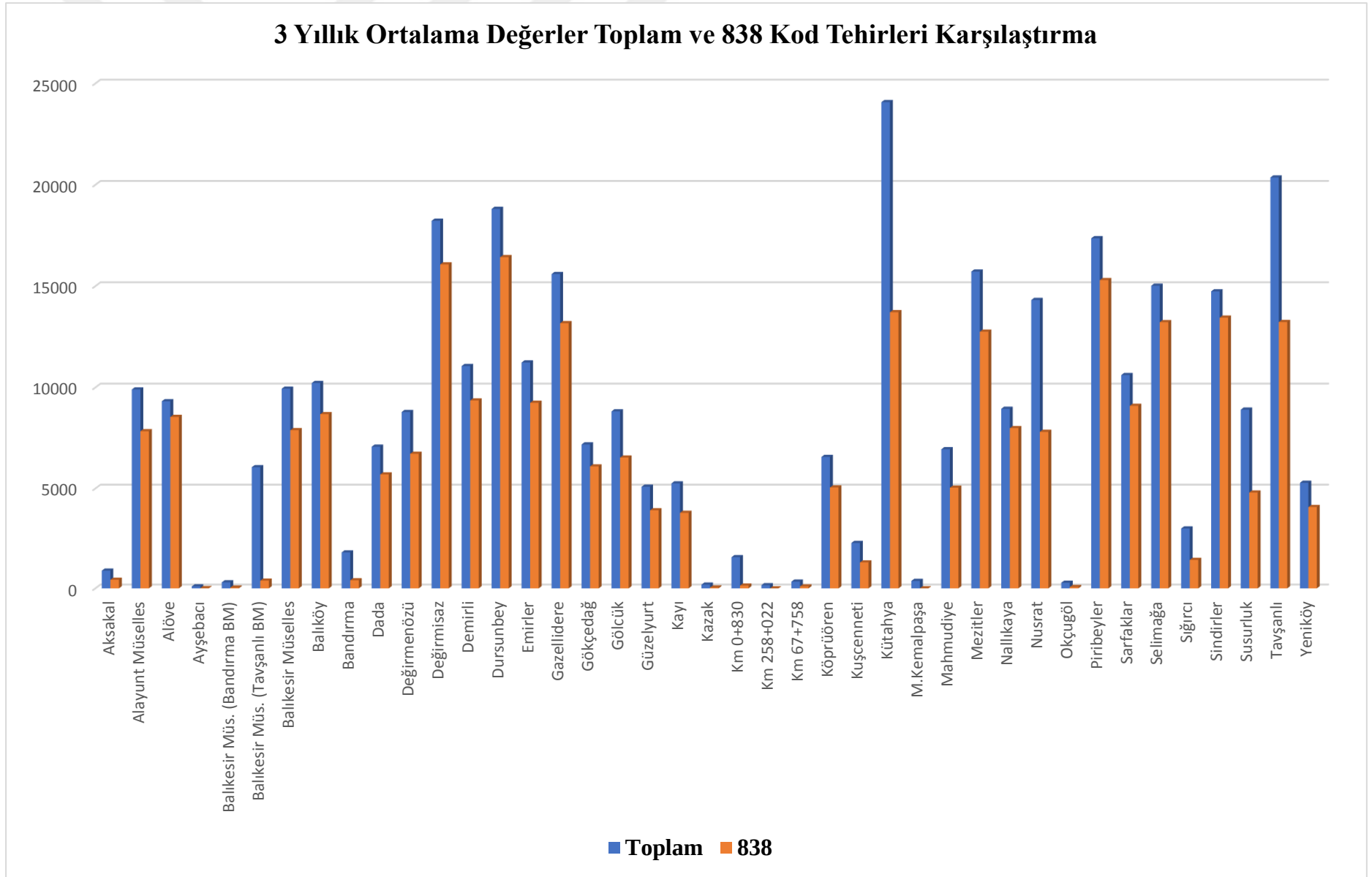
Tablo 4.3 (Devam) Değirmenözü- Bandırma Parkur İstasyonları (838) Kod İşlenmiş Tehir Verileri					
Kazak	129	2	0	131	43,666667
Balıkesir Müs. (Bandırma BM)	33	6	82	121	40,333333
Ayşebacı	36	0	0	36	12
M.Kemalpaşa	11	0	0	11	3,666667
Km 258+022	0	0	0	0	0
Toplam	393214	256467	148287	797968	265989,33



Toplam Tehir ile 838 Kodlu Tehir Karşılaştırması

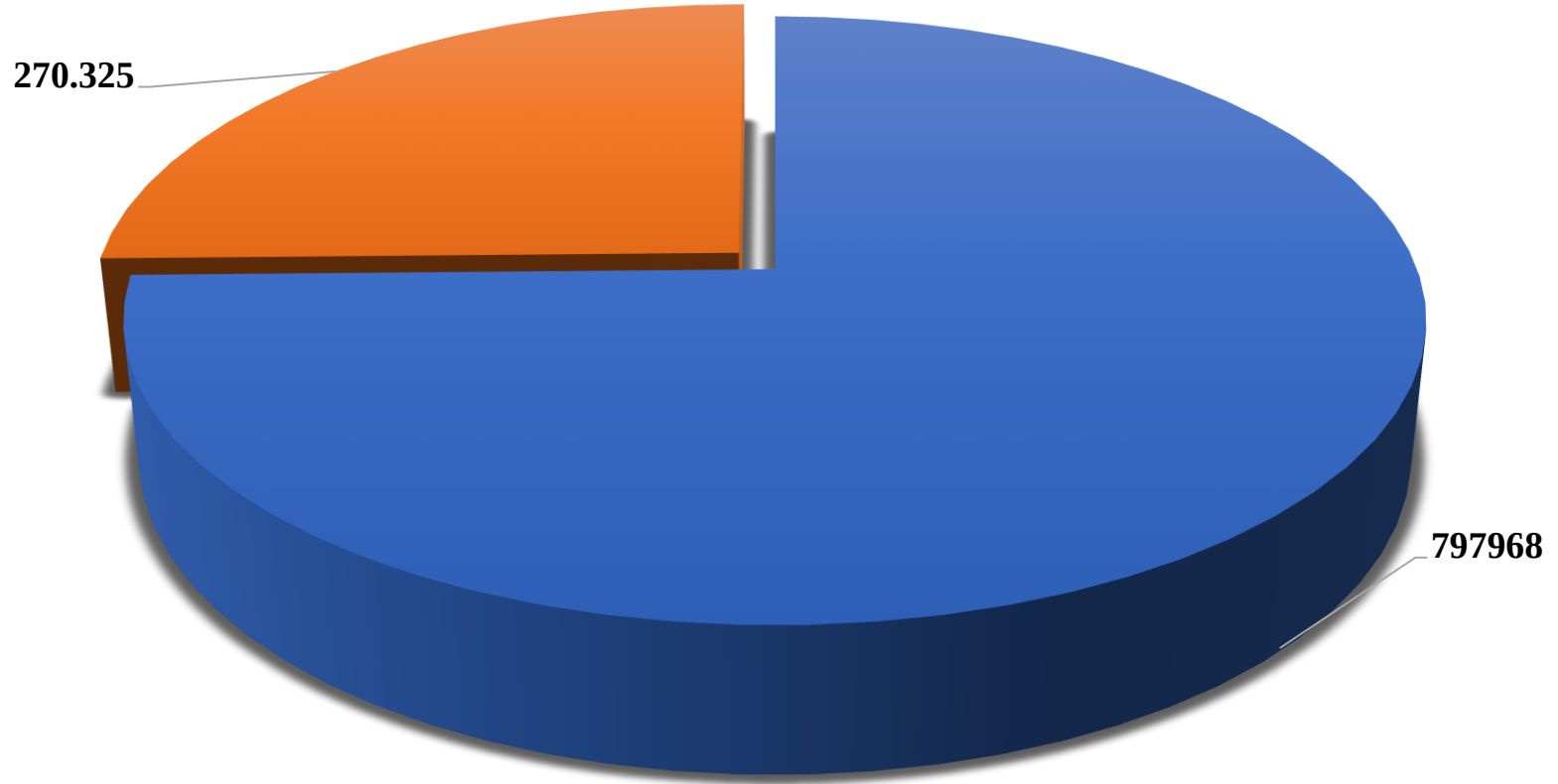


Şekil 4.9 Toplam tehir ile 838 kodlu tehir karşılaştırması (Taraşımızca hazırlanmıştır)



Şekil 4.10 3 Yıllık ortalama değerler toplam ve 838 kod tehirleri karşılaştırması (Taraşımızca hazırlanmıştır)

Toplam Tahir Dağılımı



■ 838 %74,69 ■ Diğer Tahirler %25,31

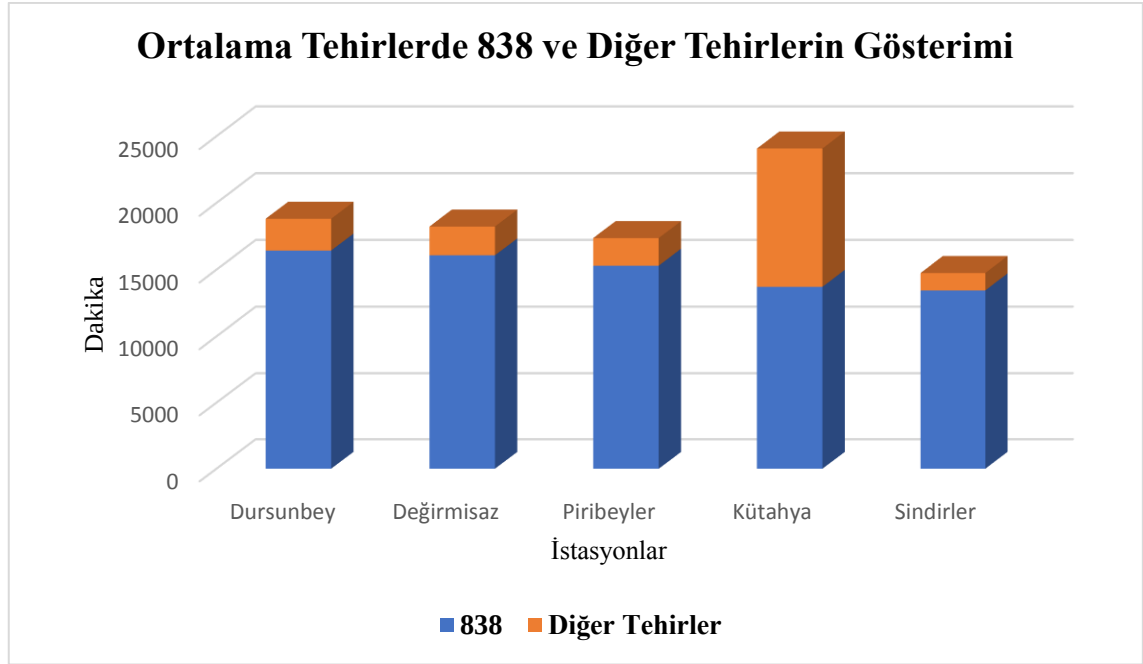
Paylaşılan veri ve grafiklerden anlaşılacağı üzere Değirmenözü – Bandırma parkurunda gerçekleştirilen tren işletmeciliğinde yaşanan tehirlerin çok büyük bir bölümü 838 kodu ile belirtilen buluşma ve öne geçme durumundan kaynaklanmaktadır. Farklı şekil ve sınıflarda birçok tehir gerçekleşiyor olsa da bu hattın işletilmesine ilişkin en büyük tehir engelinin tek hat trafik yönetiminden kaynaklı bu sorun olduğu açıktır. 3 yıl içinde hat üstünde gerçekleşen toplam 1.068.293 dakikalık tehirin %74,69’lık kısmı trafik yönetiminden kaynaklanmıştır. Hızlı, güvenli ve verimli bir demiryolu işletmeciliği için ortaya konulacak çözüm önerilerinin yıllık ortalama 265.990 dakika tasarruf etme potansiyeli vardır.

Bahsi geçen potansiyelin bir kısmını tasarrufa dönüşme amacıyla tez konusu olarak sunulan çözüm önerisinin verimliliği incelemek adına en yüksek trafik tehirine sahip ilk beş istasyon incelenmiştir.

Tablo 4.4 838 Kod Tehir Sıralamasında İlk Beş İstasyonun Toplam Tehire Dair Ağırlıkları (Taraflımızca hazırlanmıştır).

S. No	İstasyon	2020			2021			2022			Ortalama		
		T. Tehir	838	Ağırlık Oranı	Toplam Tehir	838	Ağırlık Oranı	Toplam Tehir	838	Ağırlık Oranı	Toplam Tehir	838	Ağırlık Oranı
1	Dursunbey	12.754	12029	94,32%	18.450	15996	86,70%	25.226	21266	84,30%	18.810	16430	87,35%
2	Değirmisaz	7.973	7099	89,04%	17.341	14857	85,68%	29.362	26257	89,43%	18.225	16071	88,18%
3	Piribeyler	18.664	17072	91,47%	12.976	11150	85,93%	20.447	17668	86,41%	17.362	15297	88,10%
4	Kütahya	15.092	12635	83,72%	22.536	13099	58,12%	34.606	15402	44,51%	24.078	13712	56,95%
5	Sindirler	519	257	49,52%	14.858	13026	87,67%	28.853	27048	93,74%	14.743	13444	91,18%

Şekil 4.12 Ortalama Tehirlerde 838 ve Diğer Tehirlerin Gösterimi (Taraşımızca Hazırlanmıştır)



838 Kodu ile gerçekleşen tehir sıralamasında en fazla tehirin gerçekleştiği ilk beş istasyonun verileri incelendiğinde, toplam tehir içinde trafik kaynaklı tehirin oldukça yüksek bir oran teşkil ettiği görülmektedir. Özellikle trenlerin teşkil edilmediği istasyonlarda trafik kaynaklı tehirin ana tehir nedeni olduğu söylenebilir. Dursunbey istasyonu 2020-21-22 yıllarında, Değirmenözü – Bandırma parkurunda en fazla trafik kaynaklı tehirin yaşandığı istasyon olmuştur. Hem toplam trafik kaynaklı tehir olarak hem de ortalama tehirde ilk sıradadır. Bununla birlikte sıralamada bulunan diğer istasyonlar incelendiğinde yaşanan tehir miktarları ortalaması arasında büyük farklar olduğu söylenemez. Yıllık bazda incelendiğinde Sındirler istasyonu 2020 yılında diğer istasyonlara kıyasla oldukça az tehir yaşanmış olmasına rağmen 2022 yılında yaşanan yüksek miktardaki tehir nedeniyle diğer istasyonların ortalamasına yaklaşmıştır. Bu durum **3.4 ORER** başlığında izah edilen tren çizgilerinin yıllara göre değiştiği için kesişim noktalarının da farklılık göstermesine bağlıdır.

ORER değişikliğinin trafik kaynaklı yaşanan tehir miktarına etkisi gördükten sonra Dursunbey istasyonunun farklı ORER planlamalarına rağmen trafik kaynaklı tehir sorunu yaşayan bir merkez olduğu söylenebilir. Diğer dikkat çekici bir husus ise ilk beş istasyondan üçünün birbirlerine komşu istasyonlar olmasıdır.

şekil 4.13 Dursunbey-Sindirler-Piribeyler İstasyonları Güzergahı Harita st Gösterimi (Taraşımızca Hazırlanmıştır)



İstasyon bazlı bu veriler ışığında ve hat üstünde ardışık olmaları nedeniyle 396 kilometrelik parkurun en fazla trafik kaynaklı tehirin yaşandığı hat kesiminin burası olduğu söylenebilir. Yaşanan tehirlerin kök nedenlerine inmek adına daha detaylı bir analiz gerçekleştirmek amacıyla tehir verilerinin nasıl işlendiği incelenmelidir. Paylaşılan tehirler, istasyonda yapılan trafik kaynaklı beklemelerin işlenmesi üzerine toparlanmaktadır. Bununla birlikte her istasyonda en az iki farklı istikamet bulunmaktadır. Tahirin hangi yöne karşı yapılan bekleme sonucu gerçekleştiğini tespit etmek daha gerçekçi sonuçlar verecektir. Bu nedenle yukarıda bahsedilen üç istasyonun tehir verileri, tren istikametlerine göre incelenmiştir. Veriler varış istasyonuna göre ayrıştırılarak sistemden çekildiği haliyle aşağıda paylaşılmıştır. Sonraki grafik çalışması verilerin istasyon bazlı farklı anlamlara gelmesi nedeniyle taraşımızca düzenlenerek istikamet üzerine teşkil edilmiş ve açıklanarak paylaşılmıştır.

Tablo 4.5 Üç İstasyonun Varış İstasyonlarına Göre 838 Kod Tehir Verileri (Taraşımızca Hazırlanmıştır)

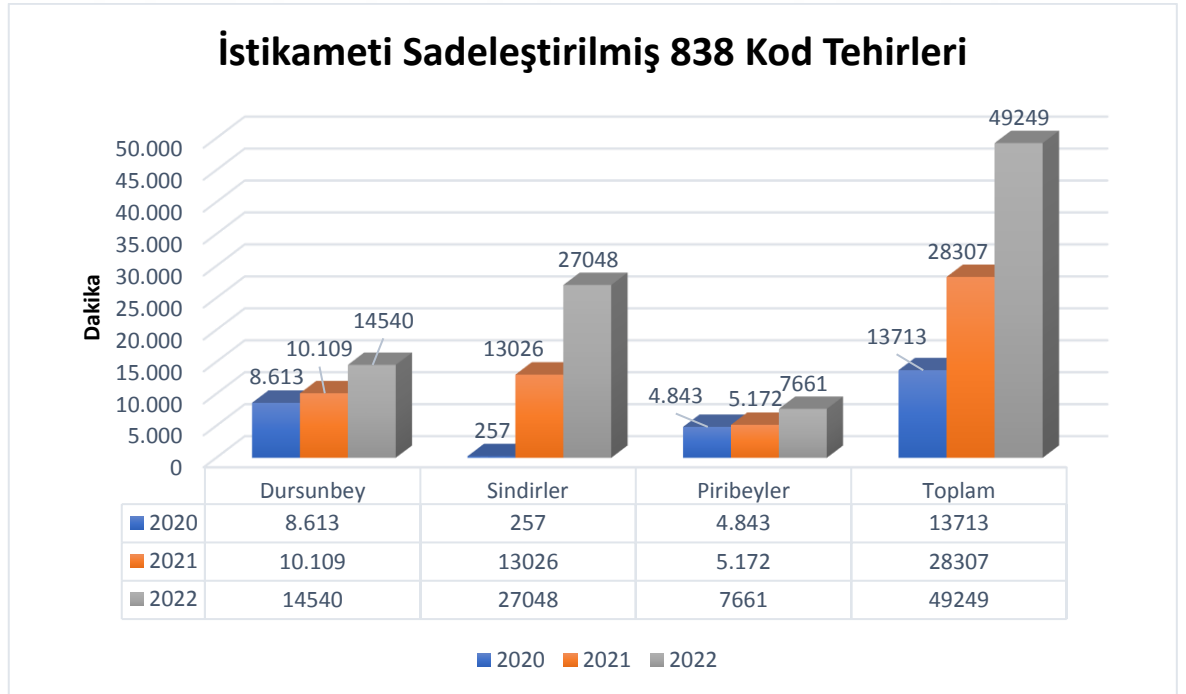
	Takvim yılı	2022			2021			2020		
	Tehirin Olduğu İstasyon	Dursunbey	Piribeyler	Sindirler	Dursunbey	Piribeyler	Sindirler	Dursunbey	Piribeyler	Sindirler
		DAK	DAK	DAK	DAK	DAK	DAK	DAK	DAK	DAK
KÜTAHYA İSTİKAMETİ (SAĞ)	Arifiye	227	138	248						
	Bilecik	248	156	193	477	426	325			
	Köseköy				528	23	153			
	Körfez	69	50	39	351	431	249	16		
	Vezirhan							103	79	
	Yarımca							405	1.221	5
	Beylikköprü		25			2		188	3	
	Yunusemre	10	5	91						
	Hasanbey	401	530	1.729				109	34	
	Eskişehir	394	17	20	417	29	54	131	3	
	Ankara	129	143	78	82	62	33	5	57	
	Gümüşdöven					21	59			
	Irmak	15	12	109	10	64	165	6	104	2
	Marşandiz	356	226	320	664	293	545	1.084	354	53
	Gelemen							64	93	5
	Erzurum							132	675	16
	Kars	101	104	94						
	Palandöken	1.538	599	1.054	982	250	179	1.701	1.559	43
	Mazıdağı							94	23	
	Batman	1.099	1.344	784						
	Malatya	981	698	1.006	2.361	1.537	959	677	1.259	12
	Van İskele				34	60				
	İskenderun	1.696	1.831	1.596	1.466	1.107	93	96		
	Konya								62	
	Başpınar	719	129	330						
	Toprakkale	1.146	1.095	937						
	Afyon Ali Çetinkaya	2.683	1.626	2.283	978	847	1.697	630	3.342	52
	Değirmenözü	2.540	1.271	4.636	1.739	815	1.870	3.172	3.361	38
	Kütahya	31	10	43	20	11	13			6
	Tavşanlı	157	38	90						
BALIKESİR İSTİKAMETİ (SOL)	Balikesir	70	81	20	45	28	31	12		
	Bandırma	4.932	5.940	9.432	4.323	4.469	6.256	2.750	4.404	8
	Basmane	760	275	165	297	130	98	192	31	
	Soma	124	47	797					78	
	Süleymanlı	793	1.226	889						
	Biçerova	6	32	2	487	373	10	48	51	

	Gökköy	41	10	63	737	172	237	414	279	17
	TOPLAM	21.266	17.658	27.048	15.998	11.150	13.026	12.029	17.072	257

Veri listesinde bahsi geçen istasyonlar için Kütahya istikametine (Sağ) doğru geçen trenler yeşil renk ile işaretlenerek listenin üst kısımlarına yazılmıştır. Balıkesir istikametine (Sol) doğru geçen trenler kırmızı işaretlenerek listenin alt kısmına yazılmıştır.

Dursunbey istasyonu için Bandırma istikametine giden trenlerin tehirleri üç istasyonun ortak trafik yoğunluğuna ilişkin değildir. Zira bu trenler Piribeyler ve Sindirler istasyonunu geçerek Balıkesir istikametine doğru giderken tehir etmişlerdir. Aynı durum Piribeyler istasyonu için Kütahya istikameti adına söz konusudur. Sindirler istasyonu iki istasyonun ortasında kaldığı için her istikamette de yaşanan tehirlere, tespit edilen trafik yoğunluğunun yaşandığı hat kesimine dahil edilebilir. İfade edilen süreç doğrultusunda hesaplanarak görselleştirilen grafik aşağıda paylaşılmıştır.

Şekil 4.14 İstikameti Sadeleştirilmiş 838 Kod Tehirleri (Taraflımızca Hazırlanmıştır)



Dursunbey istasyonunun üç yıllık 838 kod tehiri 49.293 dakika iken Kütahya istikameti verilerine bakıldığında 33.262 dakikaya düştüğü görülmektedir. Toplam 838 kod tehiri yıllık ortalaması 16.431 dakika iken sadece Kütahya istikameti 838 kod tehiri yıllık ortalaması 11.087 dakikaya düşmektedir. Bu durumda Dursunbey istasyonu için daha çok tehir yaşanan istikamet Kütahya istikameti olduğu görülmektedir.

Piribeyler istasyonunun üç yıllık 838 kod tehiri 45.880 dakika iken Bandırma istikameti 17.676 dakikaya düşmektedir. Toplam 838 kod tehiri yıllık ortalaması 15.293 dakika iken sadece Kütahya istikameti 838 kod tehiri yıllık ortalaması 5.892 dakikaya düşmektedir.

Sindirler istasyonunda istikamet ayrımı yapmadığımız için toplam 838 kod ve yıllık ortalaması değişmeyerek 40.331 dakika ve 13.444 dakika olarak kalmaktadır.

Bu durum trafik kaynaklı en çok tehir gerçekleşen istasyon tespit sürecimizde vardığımız ilk sonuç olan Dursunbey – Piribeyler (DP) hat kesimi öngörüsüne aykırı bir durum teşkil etmektedir. Zira en yoğun hat listesini oluştururken istasyon bazlı gerçekleşen tehir dakikalarının ortalaması üzerinden bir sıralama yapılmıştır. İlk çıkış noktası olarak iki istasyon arası en yoğun hat kesimini bulmak öngörüsüyle veriler bu şekilde analiz edilirken ulaşılan sonuç üç komşu istasyonun oluşturduğu bir hat kesimi olmuştur. Hat kesiminin daha gerçekçi sonuçlarına ulaşmak için detaylandırdığımızda, yaptığımız ilk listenin oluşmasına katkı sunan dakikalar bu noktada denklemden çıktığı için en yoğun istasyon tespitinde hata yapmış olma ihtimalimiz belirmiştir. Bu nedenle varılan sonucun doğruluğunun teyit edilmesi amacıyla en yoğun diğer iki istasyon olan Değirmisaz ile Kütahya istasyonlarının tehir verileri yeniden incelenmiştir.

Üç istasyonun istikamet ayrıştırması sonrası ortalama 838 kodlu tehirlerin Değirmisaz veya Kütahya istasyonlarının ortalamasından düşük çıkma durumu belirtilen şüpheyeye delil teşkil edecektir. Bunun aksinin gerçekleşmesi ise ilk varılan sonucun doğruluğunu ispatlayacaktır. Bu nedenle aşağıdaki karşılaştırma yapılmıştır.

Tablo 4.6 DP Hat Kesimi ile Kütahya ve Değirmisaz İstasyon Karşılaştırması (Taraflımızca Hazırlanmıştır)

	Dursunbey-Piribeyler Hat Kesimi			Kütahya	Değirmisaz
	Dursunbey	Sindirler	Piribeyler		
Toplam 838	91.269			41.136	40.331
Yıllık Ortalama	30.423			13.712	13.444

Toplam ve yıllık ortalama verilerine bakıldığında diğerk iki istasyonun istikamet ayrıştırılması yapılmadan dahi DP hat kesimin ayrıştırılmış tehirk verilenin oldukça altında olduğu görölmektedir. Bu kontrol incelemesinden sonra söylenebilir ki DP hat kesimi Değirmenözü-Bandırma parkurunun 838 kod ile tehirk yaşanan en yoğun noktadır.

5 FAYDA- MALİYET ANALİZİ VE UYGULAMASI

İktisat biliminde müşterinin rasyonel olduğu ve faydasını maksimize etme amacıyla hareket ettiğı varsayımı vardır. Müşteri aynı özelliklere sahip üründen daha ucuzunu tercih etme eğilimindedir. Bu kabulün özünde gerçekleştirilecek ticari faaliyet veya işin daha faydalı veya verimli olma ihtimalini arayış yatar. Bu bakış açısı bireyden topluma tüm ekonomik paydaşlarca benimsenebilir ve uygulamaya geçirmek adına farklı araçlar geliştirilebilir. Kamu yatırımları çoğunlukla toplumun yararına, refahını artıracak fırsatlara imkân yaratma amacıyla icra edilen eylemlerdir. Özellikle altyapı yatırımları toplum işleyişini mümkün kılma ve kaçınılmaz gereklilikler temin etme adına kurgulanan projelerdir. Bu nedenle toplumun ilgili kesimince yararlanabileceğı, uzun ömürlü ve işlevsel olma gibi sınırlılıkları vardır.

Kamu altyapı yatırımları amaçladıkları kamu yararına faydayı yaratma süreci için gerçekleştirilirken yine kamu kaynaklarını kullanacağı için katlanılan maliyetin büyüklüğü de önem arz edebilir. Bu nedenle üretilen faydaya nazaran katlanılan maliyetin ağırlığı, yatırım gerçekleştirilip gerçekleştirilmeyeceğine yönelik önemli bir kanıyı sinyaller. Bu kararı verebilmek adına geliştirilen hesaplama yöntemlerinden birisi olan Fayda – Maliyet Analizi (FMA); projenin fizibil olup olmadığına karar verecek çıktılar elde etmeye olanak sağlayabilir. Aşağıda detaylandırılan kavramlar ve FMA’ inde, demiryolu taşımacılığında verimlilik artışı için kurgulanan bir yatırım projesi üzerinde çalışılmıştır.

5.1.Sosyal Mal Teorisi / Kamusal Mal

Bir malın üretici kaynağı, malın kamu veya özel olup olmadığını belirler. Devlet organizasyonunu inşa eden toplum bireyleri, kamuyu ve kamu kaynağını oluşturur. Oluşturduğu kamu kaynağının yönetimi için memur ettiğı devlet ve onun üzerinden toplumsal ihtiyaçları karşılamak adına üretimi gerçekleştirilen mallara “kamu malı” denebilir (Göker, 2008). Bununla birlikte literatürde bir bireyin tüketimi ile azalmayan ve herkese eşit ulaşım imkânı sunulan mal olarak tanımlanan bu mal veya hizmetlere “sosyal

mal” da denilmektedir (İşler, 2018). Sosyal mal veya kamu malı yatırım maliyetlerinin yüksekliği ile özel teşebbüsün girişmediği alanlara devlet kaynakları ile yatırım yapılmasından dolayı “doğal tekel” oluşumlar da olabilir (Paşaoğlu, 2003). Demiryolları bu sınıflandırmaya dahil edilebilir. Bununla birlikte tezin eğildiği konu nedeniyle demiryollarının doğal tekel şartlarından ziyade kamusal bir hizmet olarak lojistik yönetimine ve dolaylı olarak ekonomiye, sosyal hayata ve milli güvenliğe sunduğu katkılar ön plana çıkartılmıştır.

Sosyal Mallar / Kamusal Mallar doğrudan veya dolaylı olarak sosyal fayda yaratmak amacıyla kullanılan mallardır. Yukarıda **3.6. Demiryolu Ulaşımının Önemi** başlığında bahsettiğimiz üzere demiryolları hem doğrudan hem de dolaylı olarak birçok sosyal fayda yaratmaktadır. Bununla birlikte bahsi geçen faydaları yaratmak için katlanılan maliyetler kamu kaynaklarından karşılanmaktadır. Kaynakların verimli kullanımı gerekliliğince; ortaya katlanılan maliyete karşılık elde edilen ekonomik ve sosyal faydanın büyüklüğünü hesaplayacak bir denklem ihtiyacı çıkmaktadır (Karayılmazlar & İşler, 2019).

Bu ihtiyaca cevap vermek, kamu kaynaklarının verimliliğini ölçümlemek adına iktisatçılar tarih boyunca birçok teori geliştirmişlerdir. Verimliliği maksimize etmek adına “Pareto Optimumu” geliştirilmiştir. Üretimde verimlilik etkin ile tüketimde verimlilik etkin eğrisi üzerinde orta noktayı bularak optimum üretim ve tüketimi belirlemeyi amaçlayan bir kavramdır. Temel olarak gerçekleştirilen politika sonucunda bir grubun şartlarında iyileşme görülüyor ve bu durum başka bir grubun şartlarını negatif etkilemiyor veya oluşan negatif durumdan daha büyük bir fayda var ise politikanın uygulanabilir olduğuna işaret edilen bir yaklaşımdır. Bu açıdan değerlendirildiğinde Pareto Optimumu sosyal refahın arttırılmasına katkı sağlayacaktır diyebiliriz (Arnold, 2015). Kavramın sınırlarını daha iyi anlayabilmek adına üretilen ürünün sınırlarını çizmek için; üretilen mal veya hizmet için “Sosyal Mal / Kamusal Mal Teorisi” ile tanım ve sınıflandırma yapılmıştır. Sonrasında bu ürünün üretilmesi için katlanılacak maliyeti ve elde edilecek faydayı ölçümlemek adına sistematikler geliştirilmiştir. Nihayetinde elde edilecek fayda katlanılan maliyetten fazla ise yatırımın gerçekleştirilmesinin makul olduğu sonucuna ulaşabileceğimiz bir analiz yöntemi keşfedilmiştir: “Fayda- Maliyet Analizi” (Karayılmazlar & İşler, 2019).

5.2 Fayda – Maliyet Analizi

Fayda- Maliyet Analizinin (FMA) kabul edilen ilk uygulaması 1808 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde su projelerinde kullanılmıştır. 1844 yılında Fransız iktisatçı Dupuit, “Bayındırlık İşlerinin Faydalarının Ölçümü Üzerine” adlı eseriyle analizin ilk formülasyonunu yaptığı söylenebilir. 1936 ve 1937 yıllarında yine ABD’de de su taşkınlarını önlemek için gerçekleştirilecek projelerin kararı FMA uygulamaları çıktıları doğrultusunda verilmiştir. 1940 yılında literatürde FMA uygulamasının temelini oluşturan teorik kavramlarda yerini almıştır (İşler, 2018). Takip eden yıllarda birçok ülke kamu yatırımlarında FMA uygulamalarını kullanmış veya şart koşmuştur. Örneğin Avrupa Birliği FMA uygulamalarının nasıl yapılacağına ilişkin kılavuz yayınlayarak (Bkz: (European Commission, 2014)) gelecek yıllar için gerçekleştirdiği kamu yatırımlarının hangi kriterler doğrultusunda verimlilik arz etmesi gerektiğini biçimlendirmektedir (European Commission, 2024).

Ülkemiz için 1960 yılında planlı ekonomi yaklaşımının benimsenmesi ile FMA uygulamalarının gerçekleştirilmeye başlandığı görülmektedir. 1999 yılında Tufan ÇAKIR E80 karayolu ile Kınalı- Sakarya geçiş yolunu karşılaştırdığı çalışması modern uygulamalar içinde öncül bir örnek olarak kabul edilebilir (Karayılmazlar & İşler, 2019). Aşağıda paylaşılan **Şekil 5.1** ile Karayılmazlar FMA uygulamalarını tarih ve ülke bazlı listesini çıkarmışlardır.

Şekil 5.1 FMA Uygulamalarının Ülke ve Tarih Sırasında Liste Gösterimi

Ülke	Yıl	Uygulama
ABD	1808	FMA Uygulamada ilk olarak Su Projelerinin Fayda ve Maliyetlerinin Belirlenmesi Çalışmalarında kullanılmıştır.
DUPUIT (FRANSA)	1844	Kamu işlerinin faydasının ölçülmesi üzerine (On The Measurement of The Utility of Public Works) isimli çalışma ile teorik olarak ilk defa ele alan Dupuit'e göre kamusal hizmetlerin faydası bireylerin ödedikleri fiyat değil, ödemeyi kabul edeceği maksimum tutara eşittir. (Fayda=Ödenen Tutar+Tüketici Artığı)
ABD	1936-1937	ABD'de federal hükümet, taşkın önleme yasası (1932) ve Oregon eyaleti karayolu projesi gibi projelere vereceği desteği FMA sonuçlarına bağlamıştır.
V. PARETO N. KALDOR JOHN HICKS (İTALYA)	1940	Pareto iyileştirme ölçütü ve Hicks-Kaldor Tazmin ilkesi'nin FMA'nin temellerini oluşturan teoriler olduğu söylenebilir.
İNGİLTERE	1960-1963	FMA'nin önemli çalışmalarından biri de Londra-Birmingham karayolu ve Londra metrosuna Victory hattı inşaatında uygulanmıştır.
3 LONDRA HAVAALANI (İNGİLTERE)	1970	İngiltere'de 1968 yılında Londra 3. Havalimanının inşaatı için Londra'da bulunan 4 ayrı bölgenin iyi yönlerinin fayda maliyet analizi yapılmıştır.
PEARCE	1973	ÖZEL FMA=Doğrudan Fayda SOSYAL FMA=Doğrudan+Dolaylı faydalar
TÜRKİYE	1960	Planlı ekonomiye geçiş ile başlamıştır. (Planlama, Programlama ve Bütçeleme Sistemi)
MISHAN	1979	Tüketici artığında meydana gelen artışları ölçmeyen bir fayda maliyet analizi hiçbir anlam ifade etmeyecektir. (Tüketici Fazlası+Dışsal ekonomiler ve Yeniden Dağılıma etkisi Ticari FMA ve Sosyal FMA arasındaki farktır)
TÜRKİYE Tufan ÇAKIR	1999	Ulaştırma projeleri FMA uygulaması örneklerinden bir diğeri ise sosyal ve özel fayda-maliyetleri de içeren Kınalı-Sakarya geçiş yolu ile E80 karayolunun karşılaştırıldığı çalışmadır. Bu çalışmada iskonto oranı %73 olarak kullanılmıştır.
TÜRKİYE Nilhan Erdal ÖZKAN	2000	Farklı otoyol projeleri için, iskonto oranı %12 alınarak fayda maliyet oranlarına göre sıralaması yapılmıştır.
BELÇİKA	2005	Ulaştırma projeleri FMA uygulaması örneklerinden biri Proost tarafından yapılan çalışma, FMA, Sheldt nehri altından Anvers şehrine yapılan tünel projesinin maliyeti 1 milyar Euro olarak belirlenmiş ve analiz sonucu proje faydalı sonuçlanmıştır.
HİNDİSTAN	2006	Ulaştırma projeleri FMA için bir başka örnek Murty tarafından yapılan çalışma, Delhi metrosu için uygulanmıştır. İGO ve NBD analizleri sonucu proje olumlu sonuçlanmıştır.

Kaynak: (Karayılmazlar & İşler, 2019)

FMA uygulamaları gerçekleştirilmesi öngörülen proje için katlanılacak maliyeti ve elde edilecek faydayı aynı birim üzerinden hesaplayarak büyüklük ilişkisine bakmak olarak tanımlanabilir (Şataf, 2014). İfade edilen süreçlerde tabii bazı zorluklar ve buna bağlı bazı uygulama farklılıkları mevcuttur. İlk zorluk maliyet ve fayda hesabını gerçekleştirmek adına dikkate alınacak verilerin tercihi veya hesaplanmasıdır. Maliyet hesabının zorlukları ile fayda hesabının zorlukları doğası gereği farklılıklar arz edebilmektedir (Pazarçeviren & Kızıldaş, 2021). Bununla birlikte yapılan yatırımın kullanım ömrü ve buna bağlı olarak işletme maliyeti ile faydanın zaman için farklılıklar göstermesi öngörülebilirlik açısından güçlükler arz etmektedir. Paranın enflasyonu ve finansman maliyetlerinde ki dinamikler de dikkate alınması gereken güçlüklerdir. Bu nedenle bahsi geçen zorlukları aşmak adına bazı kabuller veya hesaplama araçları geliştirilmiştir

(European Commission, 2014). Bununla birlikte projenin uygulanması bir zorunluluk ise FMA aynı çözüm için geliştirilen farklı projelerin verimliliklerinin karşılaştırılması için de kullanılmaktadır. En iyi ikinci projeden ne kadar daha iyi olduğu üzerinden fayda hesaplama önerisinde bulunan, fırsat maliyeti yaklaşımları da mevcuttur (Uygur, 2015).

FMA uygulaması olarak Değirmenözü – Bandırma parkuru üzerinde DP hat kesimine ilave hat inşa edilme maliyetine karşılık elde edilen fayda hesaplanmıştır.

5.3 FMA Uygulaması

FMA uygulaması gerçekleştirmek adına öncelikli olarak demiryolu taşımacılığı özelinde, verimlilik merkezli bir yaklaşım gösterilmiştir. Mevcut durumda var olan bir sorun tespit edilmiş, sorunun kök nedeni incelenmiş ve çözüm önerisi sunulmuştur. Önerinin makul olup olmadığına işaret edecek sonuca ulaşmak için hesaplanması gereken/ hesaplanabilen kriterler tespit edilmiştir. Sorun başlığı altında ülkemiz demiryolu işletmeciliğinin yaşadığı büyük sorunlardan birisi olan tehir kavramı incelenmiştir. Ardından yaşanan tehirlerin mahiyetini tespit etmek adına ayrıştırılan verilerde, trafik kaynaklı yaşanan tehirlerin büyük bir orana sahip olduğu görülmüştür. (Bkz: **Şekil 4.11**) Demiryolu ağının en çok taşıma yapan üçüncü istasyonunun merkezde olduğu bir parkur özelinde yürütülen çalışma sonucunda sorunu çözebilecek çok temel bir yatırım projesi teklif edilmiştir. Projenin yapım ve bakım-onarım maliyeti ile yaratacağı faydalar hesaplanarak makul bir öneri olup olmadığı irdelenmiştir.

5.3.1 Sorun

Lojistik yönetiminde zaman yönetimi önem arz eden bir konudur. Gerçekleştirilecek üretim veya tüketimin farklı maliyetlere neden olmaması ve verimli bir süreç olarak ilerlemesi için lojistik kabiliyetler ön plana çıkar. Bu noktada öngörülebilir sevk süreleri önemli bir kritik eylem statüsüne çıkar. Bununla birlikte ülkemiz demiryolu konvansiyonel hat taşımacılığında öngörülebilir zamanlarda teslimat veya yolcu ulaştırma büyük bir eksikliklerdir. **Tablo 5.1** incelendiğinde ilgili yıllardaki tüm demiryolu ağında yaşanan tehirler görülebilir.

Tablo 5.1 Taşımacılık A.Ş. Trenlerinin Yaşadığı Tehir Verileri

Tren tehirleri ve nedenleri- Taşımacılık							
Takvim yılı	2022		2021		2020		
Tehir mi?	Kazanım	Tehir	Kazanım	Tehir	Kazanım	Tehir	Tayin edilmedi
Tehir kaynağı	DAK	DAK	DAK	DAK	DAK	DAK	DAK
İstasyonda	-10.841.090	27.211.577	-13.160.387	21.504.970	-12.867.218	14.746.711	5
Yolda	-1.191.798	4.536.680	-1.295.366	4.176.689	-1.363.868	2.884.408	122
Toplam	-12.032.888	31.748.257	-14.455.753	25.681.659	-14.231.086	17.631.119	127
Sonuç	19.715.369		11.225.906		3.400.160		

2020 yılına ilişkin verinin diğer yıllardan ayrışmasının nedeni pandemi şartlarının tesir etmesi nedeniyle. Bununla birlikte demiryolu ağının genelinde çok büyük miktarlarda tehir yaşandığı görülmektedir. Aynı durum Değirmenözü- Bandırma parkuru için de geçerli olup öngörülebilir demiryolu taşımacılığı için büyük bir engel teşkil etmektedir. (Bkz: Şekil 4.11)

Şekil incelendiğinde yaşanan tehirlerin çok büyük bir kısmının trafik kaynaklı 838 kodlu tehirler olduğu görülmektedir. **3.5 Demiryolu Trafik Yönetimi** başlığında izah edildiği ve **Şekil 3.10** ile **Şekil 3.11** de görselleştirildiği üzere trafik kaynaklı tehirin en büyük yapısal nedeni tek hat işletmeciliğidir. Yaşanan büyük sorunun kök nedeni olarak tek hat işletmeciliği belirlenmiştir. Bu nedenle çift hat işletmeciliğinin trafik kaynaklı tehirlerin çözümünde büyük bir etki yaratacağı kabul edilmiştir. Tüm parkurun çift hat işletmeciliğine geçmesi büyük bir yatırım projesi olacağı için en fazla yoğunluk yaşanan hat kesimine ilave hattın inşa edilmesi, başka yatırımları finanse edebilecek kadar fayda yaratabilir mi sorusu bu nedenle sorulmuştur.

5.3.2 Sınırlılıklar

FMA hesaplamalarında maliyet ve fayda hesaplamaları projenin kendine özgü şartları dikkate alınarak ayrı ayrı hesaplanarak mukayese edilir. Teklif edilen ilave hat inşaatının maliyet hesaplamalarında yapım maliyeti ve bakım-onarım maliyeti dikkate alınmıştır. Zira mevcutta bir hat işletildiği için ilave hat olmasa da işletme maliyetleri mevcuttur. İlave hattın işletilmesi mevcut hat işletme maliyetini artıracak unsur barındırmamaktadır.

İnşa edilecek ikinci hat mevcut hat standartlarını karşılamalı veya daha iyi olmalıdır. Bu nedenle son yıllarda konvensiyonel hat inşaatlarında tercih edilen “yüksek standartlı demiryolu” verileri kabul edilmiştir. Demiryolu hat inşa maliyeti hesaplaması oldukça spesifik bir durumdur. İnşa edilmesi öngörülen coğrafi mesafenin durumu yapım sürecinde gerçekleştirilecek eylemleri ve sanat yapılarını şekillendirdiği için yapım maliyetlerine tesir eder. Projenin muhtemel maliyetini hesaplama eylemi fizibilite etüdü olarak adlandırılır ve TCDD Genel Müdürlüğü yatırım programlarından da anlaşılacağı üzere oldukça kapsamlı ve pahalı bir süreçtir (TCDD Genel Müdürlüğü, 2024). Hali hazırda TCDD Genel Müdürlüğü’nün demiryolu inşa ihalelerini alan ve tamamlayan bir firma ile konu hakkında görüşülmüştür. Ancak firma yetkilileri bu verilerin ihalelere girilmesine imkân sunan ticari sır statüsünde bilgiler olduğunu belirterek paylaşmak istememişlerdir. Yine de veri paylaşabileceklerini ancak bu durumun gerçekçi maliyetler olduğu garanti edemeyeceklerini de beyan etmişlerdir. Bu nedenle yapım maliyeti için akademik yazımda kabul edilmiş ortalama inşa maliyetleri ile yatırım programı kapsamında maliyeti hesaplanmış benzer bir projenin yapım maliyeti baz alınmıştır. Bakım – onarım maliyetleri hat kesimlerine göre farklılıklar gösterebilse de inşa ve işlerlik yapısı benzer yollar için değerler yakındır. Bu nedenle TCDD Genel Müdürlüğü’nün yıllık olarak paylaştığı faaliyet raporlarındaki bakım-onarım maliyetlerinin ortalaması baz alınmıştır.

Fayda hesaplama süreci maliyet hesaplarına göre daha karmaşıktır denilebilir. Doğrudan faydaların hesaplanması görece daha basit bir eylem iken dolaylı olarak yaratılan faydanın ekonomik değerinin hesaplanması oldukça zordur. Örneğin ilave hattın yaratacağı zaman kazancı, yolcu trafiğine pozitif bir etki yaratabilir ve bahsi geçen güzergahta demiryolu yolcu taşımacılığı karayoluna nazaran daha cazip hale gelebilir. Bu nedenle demiryolu hattı üzerinde yer alan küçük yerleşim yerlerindeki ekonomik hareketlilikte artış beklenebilir. Ancak bu dolaylı fayda yaratımının öngörülebilir şekilde hesaplanması oldukça zor ve zahmetli bir süreçtir. Bu nedenle fayda hesaplanmasında rutin olarak tutulan verilerin olduğu, ortalama değerlere ulaşılabilen konular çalışma alanı olarak tercih edilmiştir. Bu konular dakika başı gelir, yakıt tasarrufu gelirleri, personel giderlerinden tasarruf gelirleri ve karayolu trafiğine ikame olunan hacmin alternatif maliyet ve kaza oranlarına etkisinden kaynaklı gelirler hesaplanmıştır.

DP hat kesimi sadece Eti Maden İşletmelerinin yükünü taşıyan bir yol değildir. Farklı istikametlerden gelerek farklı istikametlere giden başkaca yük ve yolcu trenleri de aynı hat kesimini kullanmaktadırlar. Bununla birlikte bu yük trenleri Değirmenözü-Bandırma istasyonlarının ürettiği hacim yanında oldukça az sayıda ve yıllara yayılmış istikrardan uzak bir şekilde taşıma işlemi gerçekleştirmektedirler. Bu nedenle kazanılan zamanın ekonomik karşılıkları hesaplanırken Değirmenözü-Bandırma istasyonlarının yarattığı hacim baz alınmıştır.

Tasarruf edilen zaman miktarı doğrudan yeni bir tren çizgisine imkân yaratacak boyutta değildir. Yeni tren çizgisi koyulabilecek kadar geniş bir tasarruf doğrudan yıllık nakil miktarlarını arttıracak bir kazanımdır. Bununla birlikte yıl boyunca gerçekleştirilen tüm lojistik faaliyet sonucu elde edilen gelir belli bir miktar mesai sonucunda gerçekleşmektedir. Birim zaman bazında bu gelir, tasarruf edilen zaman kadarlık kısmın yeni taşımaya ikame olması veya harcanan zamanın azalması sonucu birim zaman kazancının artmasına nedeniyle artış göstermektedir. Bu nedenle yıllık ortalama tren sefer sürelerine karşılık elde edilen gelir, tasarruf edilen zaman karşılığında elde edilen gelir olarak hesaplanmıştır.

Gerçekleştirilen beklemeelerde lokomotiflerin yakıt sarfiyatına devam edip etmediğine ilişkin tutulan rutin bir veri seti yoktur. TCDD Taşımacılık A.Ş. tüm lokomotiflerde anlık yakıt sarfiyat verisini tutmaktadır. Hatta konum takip sistemleri ile entegre çalışan bu algoritma yakıt tüketimi ile kat edilen mesafeyi eş zamanlı olarak takip ederek bir verimlilik regresyonu öngörmektedir. Bu nedenle dizi hareketsiz iken rölanti şekli çalışan lokomotiflerin birim zaman yakıt tüketim verileri paylaşılmıştır. Ancak lokomotiflerin yapılan beklemeelerde motor kapatıp kapatmadığına ilişkin ölçümlenmiş bir veri seti bulunmamaktadır. Motor kapatma ve yakıt sarfiyat durumu aşağıda izah edilen şekilde hesaplanmıştır.

Lokomotifler hem yapısal nedenlerle hem de demiryolu işletmeciliği gereğince bazı sınırlılıklara sahiptir. Araç parkurunda bulunan dizel-elektrikli araçlar sefer esnasında karşılaştığı beklemeelerde çoğunlukla motorlarını kapatmazlar. Dizinin fren sistemi hava basıncı ile çalışmaktadır. Basıncılı hava lokomotif tarafından tüm diziye temin edilir. Hava basıncı istenilen değerden düşmeye başladığında dizi frene geçer. Lokomotif daimî olarak hava basıncını belirlenen değerde tutacak şekilde tüm süreci kontrol eden otomasyona sahiptir. Bu nedenle yapılacak bekleme çok uzun sürelerde gerçekleşeceği

belli değilse lokomotifin çalışır vaziyette olması daha kazançlıdır. Aynı zamanda dizel motorlar çok büyük beygir güçlerine sahip jeneratörlerdir. Yeniden ateşleme otomobillerin yeniden çalıştırılması kadar kolay değildir ve bazı riskler barındırır. Özellikle soğuk havalarda yeniden ateşleme mecbur kalınmaktan kaçınılan bir durumdur. Bu nedenle soğuk havalarda uzun bekleme süreleri olacağı bilinse bile motor daimî olarak çalıştırılmaya devam edilebilir. Yukarıda sayılan ve örnekleri çoğaltılabilecek durumlar nedeniyle gerçekleştirilen beklemelerde lokomotiflerin motorlarını kapatmadığı ve rölanti yakıt sarfiyatına devam ettiği varsayılmıştır.

Demiryolu iş görenlerinin çalışma saat ve şartları pek çok sektörden farklılık arz etmektedir. Özellikle tren üstü görev yapan personelin çalışma saati ve fiili çalışmaları tren devamlılığını temin edecek şekilde organize edilmeye çalışılır. Tren seferleri, depo merkezlerinin durumuna bu çalışma saatlerine göre planlanır. Bununla birlikte yaşanan tehirlere nedeniyle fazla mesai yapmak zorunda kalan personelin sayı azımsanmayacak boyutlardadır. Ancak personel bodroları kişisel veri statüsünde olduğu ve kanun ile korunduğu için belirli bir hat üstünde çalışan tren üstü personelin hangi trenlerde fazla mesai aldığına ilişkin bir veri setine ulaşılamamıştır. Bu nedenle kurumun paylaştığı birim zaman hak ediş tutarlarının ortalaması baz alınmıştır. Kurum bünyesinde makinist personelin iki farklı statüsü vardır. Memur ve işçi makinist unvanları ile aynı işi yapan iş görenler farklı temel ücretlere ve fazla mesai ücretlerine sahiptir. Parkur boyunca çalışan trenlerde yıl boyu kaç memur kaç işçi makinistin görev aldığına ilişkin bir veri seti bulunmamaktadır. Bu nedenle ortalama değerler baz alınmıştır.

DP hat kesimi üzerinden tasarruf edilecek zaman Eti Maden İşletmelerinin talebine cevap verecek bir taşıma hacmi yaratacaktır. Aynı yerleşkelere karayolu taşıması da bulunduğu için bu durum doğrudan karayolu taşımasına ikame olunacağı anlamına gelmektedir. Bu sayede Değirmenözü- Bandırma yerleşkeleri karayolu güzergahı üzerindeki trafik yükü azaltılmış olacaktır. Bu durumu karayolu yıpranmasında zaman bazında azalmaya, trafik kazalarında azalmaya, taşıt işletme maliyetlerinde azalmaya neden olacaktır.

Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM)'nin paylaştığı faaliyet raporlarında bakım- onarım gider verileri bulunmaktadır. Ancak bu veriler kilometre birimi esasına göre hesaplanmaktadır. Yol güzergahındaki ağır vasıta kullanımının bakım-onarım giderlerine etkisini ölçümleyecek bir veri setine ulaşılamamıştır. Bu nedenle trafik yükünün azalmasına bağlı bakım-onarım giderlerinden tasarruf hesaplanmamıştır. Trafik

kazalarına ilişkin veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nin veri paylaşım sistemi üzerinden elde edilmiştir. Bununla birlikte gerçekleşen kazalar, numaralandırılmış yol hatları boyunca değil il sınırları dahilinde kayda alınmış durumdadır. Doğrudan karayolu güzergahına ilişkin verileri ayrıştırma imkânı olmadığı ve iki yerleşke arasında mutlaka şehir içi trafiğine de girme zorunluluğu olduğu için bu veriler il bazındaki kaza sayıları üzerinden baz alınmıştır. Yolcu trafiğine bir alternatif oluşturulmayacağı ve yolcu sayısından hesaplanabilir bir artış olup olmayacağı bilinmediği için karayolu trafiğinden çekilecek yükün miktarı hesaplanamamıştır. Aynı zamanda yük taşıması yapan kamyonlarda azalma olsa da bu kamyonların başka müşterilere hizmet vermeye devam edeceği öngörülmüştür. Bu nedenle taşıt işletme maaliyeti hesaplamalara dahil edilmemiştir.

Demiryolu taşıması genellikle nakil ücretlerinde karayoluna göre daha düşük maliyetli bir taşıma yöntemidir. Karayolu taşımasına ikame olunan miktar navlun maliyetleri açısından bir tasarruf oluşturmaktadır. Bu hesaplama için Eti Maden İşletmeleri'nden ihale alarak karayolu taşıması yapan firmalardan fiyat alınmıştır. Ancak bu verilen fiyatlar yeni bir müşteriye teklif edilecek rakamlardır. Eti Maden İşletme ihalelerinde verdikleri teklif ticari sır statüsünde olduğu için gerçek taşıma maliyetlerine ulaşma imkânı yoktur. Verilen tekliflerin ortalaması baz alınmıştır.

Tehir hesaplamalarında kullanılan veri setleri gerçek verilerdir. Veri setinin doğru yorumlanması için KKY sisteminin sunduğu tüm imkanlardan faydalanarak ayrıştırma gerçekleştirilmiştir. KKY sistem ayrıştırmasının yetersiz kaldığı durumlarda Microsoft Excel formatında veriler sistemden çekilerek tarafımızca ayrıştırılmıştır. Doğru sonuçlara ulaşmak için demiryolu lojistiğine ilişkin kişisel iş gören deneyimimiz ve TCDD Taşımacılık A.Ş.'nin istatistik tutma ilkeleri esas alınmıştır.

Gerçekleştirilen hesaplamalar dakika, dolar, Türk Lirası, litre ve yüzdelik değerler üzerinedir. Bu nedenle hesaplamalarda virgülden sonraki değerlerde ikinci basamaktan sonra dikkate alınmamıştır. Bu değerler yuvarlama kanuna göre yukarı veya aşağı yuvarlanmıştır.

5.3.3 Yöntem

FMA uygulaması temelde iki farklı veriyi hesaplayarak kıyas etme üzerine kuruludur. Tezde öncelikli olarak tespit edilen sorunun lokasyonu bulunmuş ve birim değerinde büyüklüğü hesaplanmıştır. Maliyet hesabında DP hat kesiminin coğrafi durumu ve uzunluğu baz alınmıştır. Fayda hesaplamalarında tasarruf edilen zaman temel alınmış, faydanın ekonomik değeri birim zamana endeksenerek hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

Uygulama fikrinin temelinde trafik kaynaklı en çok yoğunluk bulunan hat kesimine inşa edilecek ikinci anahat maliyetinin, yarattığı fayda ile ne kadar sürede amorti edilebileceği bulunmaktadır. Bu adımda ikinci hattın inşa edilmesi adına ulaşılan sonuç Dursunbey-Piribeyler (DP) hat kesimidir.

DP hat kesimi 29.084 metre uzunluğundadır. Daha önce ifade edildiği üzere Dursunbey rampası parkurun en yüksek eğimine sahip noktalarından birisidir. Hat üstünde sekiz adet tünel bulunmaktadır. Tünel alanlarının bulunduğu noktalarda engebeli bir arazi portföylerinden bahsedilebilir. Demiryolunun ezdiği hattın iki tarafında yükselti oluşan bir eğim veya çukur oluşturan bir eğim vardır. Diğer kalan kesimlerde açık alanlara geçiş yapılan bir rota vardır. Yatay kurp yoğunluğu dikey kurptan daha fazladır. Yatay kurp yoğunluğu hattın ortalama kurp yoğunluğundan yüksek olup en fazla olduğu nokta değildir. Karayolu ile kesiştiği noktada karayolu viyadüğü vardır. Demiryolu viyadüğünün altından geçerek dik şekilde karayolunu keser.

Görsel 5.1 DP Hat Kesiminden Görselleri



Kaynak: (Turgut, 2024)

Maliyet hesaplaması

Altyapı projelerinin inşa maliyetleri her projenin kendine özgü durumları nedeniyle genelleme yapılması zor alanlardır. Projenin gerçekleştirileceği coğrafi şartlar, üretim merkezlerine uzaklık ve buna bağlı lojistik maliyetler, ihtiyaç duyulan insan kaynağına erişim farklılıkları, finans çeşitliliği ve maliyetleri, kamulaştırma ve kullanım amacı gibi parametreler altyapı projelerinin özgün sınırlıklara veya avantajlara sahip olmasına neden

olmaktadır. Bu sebeplerle proje ön hazırlık çalışmalarında detaylı fizibilite çalışmaları gerçekleştirilerek muhtemel maliyet öngörülme çalışılır. Proje sürecinde beklenmedik etkiler bu öngörülerden uzaklaşılmasına neden olabilir. Bununla birlikte akademik yazımda projelerin özgünlüğünden dolabilecek farklılıkların bir engel olmaması için bilimsel metodoloji doğrultusunda bazı ön kabuller gerçekleştirilir. Bu yöntem ile ortalama maliyetler ve sürece ilişkin varsayımsal veriler ile tutarlı bir hesaplama yapılabilir. Projenin kendine özgü şartlarından dolayı farklılıklar arz edebileceği şerhi düşülerek ölçümlenebilir birimlere ilişkin ulaşılan ortalama maliyetler temel kabul edilip hesaplamalar gerçekleştirilir (Kabasakal & Solak, 2010).

DP hat kesimi giderleri hesaplanırken yapım maliyeti ve bakım-onarım giderleri dikkate alınmıştır. Hali hazırda mevcut bir hat olması ve işletilmesi nedeniyle oluşan işletme giderleri projeden bağımsız giderler olduğu için hesaplamada dikkate alınmamıştır

Yapım Maliyeti

Akademik yazımda yapılan tarama sonucunda Türkiye’de yapılması öngörülen demiryolu inşasına ilişkin en güncel çalışma olarak Kabasakal ve Solak’ın 2010 yılında yayınladığı makaleye ulaşılmıştır. Makale içeriğinde yapım maliyeti başlığı altında farklı çalışmalardaki demiryolu inşasının ortalama maliyet verileri paylaşılmıştır. Bu verilerden birisini Devlet Planlama teşkilatı (DPT)’nin 2001 yılında yayınladığı “8. Beş Yıllık Kalkınma Planı’ndan aldıklarını ifade etmişlerdir (Kabasakal & Solak, 2010, s. 126).

8. Beş Yıllık Kalkınma Planı’nın ilgili bölümü **Şekil 5.2**’de paylaşılmıştır.

Şekil 5.2 Demiryolu İnşa Maliyetleri

Demiryolları:	Yapım Maliyeti (\$ / Km)
DÜZ ARAZİ	
Çift Hat+Sinyalli+Elektrikli	1.356.873
Tek Hat+Sinyalli+Elektrikli	894.678
ENGEBELİ ARAZİ	
Çift Hat+Sinyalli+Elektrikli	2.961.117
Tek Hat+Sinyalli+Elektrikli	2.143.704
ÇOK ENGEBELİ ARAZİ	
Çift Hat+Sinyalli+Elektrikli	4.241.824
Tek Hat+Sinyalli+Elektrikli	3.127.069

Kaynak: (DPT, 2001, s. 25)

TCDD Genel Müdürlüğü'nün 2024 yılı için yayınladığı yatırım programında her projenin muhtemel maliyet verileri paylaşılmaktadır. Program incelendiğinde projelerin farklı amaçlar ve şartlar altında farklı birim maliyetlere sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte 2018E01-23372 numaralı “Ödemiş- Kiraz Demiryolu (ÖKD)” projesinin tez konusu dâhilinde maliyet hesabı yapılması planlanan proje ile büyük benzerlikler içerdiği söylenebilir (TCDD Genel Müdürlüğü, 2024). DP hat kesiminde mevcutta var olan demiryoluna ilave bir hat yapılarak uzatılması teklif edilmektedir. ÖKD projesinde de aynı şekilde tek bir hat demiryolu inşa edilmesi planlanmaktadır. DP hat kesiminin uzunluğu 29.084 metre iken ÖKD projesinin uzunlu 30.000 metredir. DP hat kesimi konvansiyonel hat statüsündedir. ÖKD projesinde yeni standart olan konvansiyonel hat inşa edilmesi planlanmaktadır. Yatırım programında döviz kuru 1 \$ = 36,79 Türk Lirası kabul edilmiştir.

Şekil 5.3 2024 Yatırım Programında ÖKD Proje Bilgileri

TCDD GENEL MÜDÜRLÜĞÜ 2024 YILI YATIRIM PROGRAMI (17. Revize) UAB Yetkisinde Ödenek Aktarmaları								
SIR A	Proje No.	Proje Adı	Yeri	Karakteristiği	Başlama Tarihi	Proje Tutarı		
						Dış Kredi	Özkaynak	Toplam
27	2023E01-255688-255777	Müşavirlik	Çorum, Kırıkkale	Müşavirlik/Kontrollük	2023-2030	0	700.000.000	700.000.000
10	2018E01-23372	Ödemiş-Kiraz Demiryolu [27]	İzmir	ÇED, Enİst-Proje, Müşavirlik/Kontrollük, Yüksek Standartlı Demiryolu (30 km)	2018-2029	0	1.676.173.833	1.676.173.833

Kaynak: (TCDD Genel Müdürlüğü, 2024)

Kabasakal, makalesinde çift hat inşa maliyetini hesapladığı ve akademik yazımlarda benzer uygulamalar görüldüğü için tek hat inşa maliyeti olarak paylaşılan DPT Tek Hat + Sinyalli + Elektrikli verisi ve yatırım programı verisi dikkate alınmıştır. DPT verisinde arazi durumuna göre veriler ayrıştırılırken arazi statüsünün hangi kriterlere göre tespit edildiği bilgisi paylaşılmamaktadır. Bununla birlikte DP hat kesiminin arazi statüsü teknik seviyede tespit etme imkânı olmadığından üç arazi yapısının ortalaması (2.055.150\$) alınmıştır. DPT verisinin döviz kuru enflasyonu güncellemesi yapılırken “Offical Data” sitesi verileri kullanılmıştır (Officaldata, 2024).

Şekil 5.4 DPT ve TCDD Verileri Ortalama Hesaplanması (Taraşımızca Hazırlanmıştır)

1 \$ = 36,79 TL	\$/KM	TL/KM
DPT	3.661.126	£134.692.825,54
TCDD	1.518.686	£55.872.457,94
Ortalama	2.589.906	£95.282.641,74

DP hat kesim inşa maliyeti (M_y) hesaplamasında; toplam hat uzunluğu (M_u) ile birim maliyet (M_b) çarpılarak bulunmuştur. (M_u) 29 kilometre kabul edilmiştir. Aşağıdaki (5.1) numaralı denklem kullanılmıştır.

M_y = DP Hat Kesim Yapım Maliyeti

M_b = Birim Yapım Maliyeti

M_u = DP Hat Kesim Uzunluğu

$$M_y = M_u * M_b \quad (5.1)$$

Yapım maliyeti olarak 2.763.196.610,50 Türk Lirası sonucuna ulaşılmıştır. Faydalı ömür olarak 35 yıl kabul edilmiştir (Kasapoğlu & Cerit, 2011). Faydalı ömür başına maliyet 78.948.474,50 Türk Lirası olarak hesaplanmıştır.

Bakım – Onarım Maliyeti

Demiryolu taşımacılığında güvenli, uzun ömürlü ve verimli bir işletmecilik gerçekleştirmek için hat bakım ve onarım faaliyetleri rutin olarak gerçekleştirilen eylemlerdir. TCDD Genel Müdürlüğü'nün paylaştığı faaliyet ve istatistik raporlarında bu duruma değinilir. 2023 yılı istatistik raporunda kurum konvansiyonel hat bakım-onarımlarına (BO_{yt}) 2.548.968.986 Türk Lirası harcama yapmıştır. Bakım-onarım yıllık geliri TÜİK TÜFE verilerine göre 3.642.717.926 Türk Lirası olarak güncellenmiştir. Aynı raporda toplam konvansiyonel hat uzunlukları, anahat konvansiyonel hat uzunlukları ve elektrikli konvansiyonel hat uzunlukları paylaşılmıştır. **Şekil 5.5'** de eklenen verilere göre elektrikli konvansiyonel hatların oranı %41,91'dir. Oran hesaplaması olarak elektrikli hatlara harcanan kısmın birim maliyeti (BO_b) 317.137,20 Türk Lirası olarak hesaplanmıştır. DP hat kesimi bakım-onarım yıllık (BO_y) bulmak için hesaplamalarda (5.2) numaralı denklem kullanılmıştır.

Şekil 5.5 Konvansiyonel Hat Uzunluk Verileri

Toplam Konvansiyonel Hat Uzunluğu		
Elektriksiz	6.884	6.777
Elektrikli	4.784	4.891
Toplam	11.668	11.668

Kaynak: (TCDD Taşımacılık A.Ş., 2024)

$BO_b = \text{Bakım – Onarım Yıllık Birim Maliyeti}$

$BO_y = \text{DP Hat Kesimi için Bakım – Onarım Yıllık Maliyeti}$

$M_u = \text{DP Hat Kesim Uzunluğu}$

$$BO_y = M_u * BO_b \quad (5.2)$$

Bunun sonucunda 29 kilometrelik DP hat kesimi için yıllık bakım – onarım (BO_y) 9.196.978,80 Türk Lirası olarak hesaplanmıştır.

Fayda Hesaplama

Fayda hesabı gerçekleştirmek adına öncelikli olarak çift hat işletmeciliğinin katkı sunacağı zaman bulunmuştur. **4.2.3 Trafik Kaynaklı Tehir Verileri** başlığı altında hesaplanan tehirler 838 kod ile girilmiş verilerdir. Bununla birlikte **Tablo 3.1**'de ifade edildiği üzere çift hat işletmeciliği sadece trafik kaynaklı tehirlerin çözümüne katkı sunmakla kalmayıp; kaza, bakım-onarım, lokomotif arızası gibi durumlarda da trafiğin akışına imkân verdiği için bu kodlar dâhilinde yaşanan tehirlerin de önüne geçmiş olmaktadır. Bu sebeple tasarruf edilecek zaman hesabında DP hat kesimi için **Tablo 3.1**'de paylaşılan kodlar dâhilinde girilen tehir verileri kullanılmıştır.

Tablo 5.2 Tablo 3.1.'de Paylaşılan Kodlara İlişkin DP Hat Kesim Tehir Verileri (Taraşımızca Hazırlanmıştır)

	Takvim yılı	2022			2021			2020		
	Tehirin Olduğu İstasyon	Dursunbey	Piribeyler	Sindirler	Dursunbey	Piribeyler	Sindirler	Dursunbey	Piribeyler	Sindirler
		DAK	DAK	DAK	DAK	DAK	DAK	DAK	DAK	DAK
KÜTAHYA İSTİKAMETİ (SAĞ)	Arifiye	230	138	248						
	Bilecik	254	156	193	477	435	342			
	Köseköy				695	23	153			
	Körfez	91	50	39	609	431	274	16		
	Vezirhan							103	79	
	Yarımca							415	1.224	5
	Beylikköprü		25		6	2		188	3	
	Yunusemre	15	33	96						
	Hasanbey	457	561	1.820				109	35	
	Eskişehir	592	35	27	420	32	54	131	11	
	Ankara	349	178	86	91	62	91	5	92	3
	Gümüşdöven				28	21	73			
	Irmak	15	12	109	49	64	165	62	117	10
	Marşandiz	387	230	323	679	329	560	1.138	443	53
	Gelemen							196	321	5
	Erzurum							132	728	20
	Kars	138	104	144						
	Palandöken	1.644	630	1.121	1.062	258	192	1.777	2.169	121
	Mazıdağı							99	32	
	Batman	1.554	1.379	860						
	Malatya	1.034	730	1.081	2.410	1.863	1.039	767	1.302	53
	Van İskele				66	61				
	İskenderun	2.297	1.840	2.052	1.586	1.111	93	96	1	
	Konya								62	
	Başpınar	773	129	330						
	Toprakkale	1.788	1.244	1.005						
	Afyon Ali Çetinkaya	2.829	1.644	2.375	1.060	875	1.935	671	3.373	243
	Değirmenözü	2.657	1.289	4.707	1.862	1.090	2.259	3.179	3.427	39
	Kütahya	43	28	49	31	158	16			7
	Tavşanlı	166	38	90						
BALİKE SİR	Balıkesir	78	89	23	52	37	46	412		2
	Bandırma	6.066	6.679	9.547	5.236	4.619	6.768	3.666	5.137	42

	Basmane	954	297	312	317	140	117	287	36	4
	Soma							15	81	
	Süleymanlı	799	1.236	901						
	Biçerova	8	34	2	491	376	21	48	52	
	Gökköy	174	60	900	1.040	174	254	559	320	18
	YEŞİL TOPLAM	17.313		16.755	11.131		7.246	9.084		559
	KIRMIZI TOPLAM		8.395	11.685		5.346	7.206		5.626	66
	DP HAT KESİMİ	54.148			30.929			15.335		
	ORTALAMA	33.471								
	AĞIRLIKLİ ORTALAMA	39.419								

DP hat kesimi için 838 kodlu tehir verilerinde üç yıllık toplam 91.269 dakika tehir girilmiş ve yıllık ortalaması 30.423 dakika olmuştur. Toplam 9 kod üzerinden girilen tehir verileri toplam 100.413 dakika olurken yıllık ortalaması 33.471 dakika olmuştur. Bununla birlikte yıllara göre tehir verileri incelendiğinde 2020 yılından 2022 yılına doğru büyük bir artışın olduğu görülmektedir. Bunun nedeni 2020 yılına tüm dünyayı etkisi altına alan pandemi döneminde getirilen kısıtlamalardır. 2020 yılında yolcu tren seferleri durdurulmuş, ciddi kısıtlamalar getirilmiş ve tren trafiği bu ortamda düzenlenmiştir. Bu durum TCDD Taşımacılık A.Ş. ve TCDD Genel Müdürlüğü 2021-2022 faaliyet raporlarında da görülmektedir (TCDD Genel Müdürlüğü, 2024 Şubat). Bu nedenle gerçekçi sonuçlar elde edilmesi adına tehir verileri aritmetik ortalamasının değil ağırlıklı ortalamasının alınması tercih edilmiştir. 2020 yılı %20, 2021 yılı %30 ve 2022 yılı %50 ağırlık ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Bunun sonucunda tasarruf edilen zaman olarak 39.419 dakika bulunmuş ve fayda hesaplamalarında bu sayı baz alınmıştır.

DP hat kesiminde trafik kaynaklı tehirlerin azalması nedeniyle tren çizgisinin devamında yaşanan 838 kodlu tehirlerde de azalmalar meydana gelebilir. Zira trenler DP hat kesiminde tehir ettiği için başka istasyonda karşılaşmaması gereken trenler ile karşılaşarak 838 kod ile tehir etmeye devam etmektedirler. Bununla birlikte bu durum tüm trenlerin için varsayımsal bir olasılık hesabına dönüşmektedir. Önceki istasyonlarda tehir ederek gelen trenler DP hat kesiminde tehir etmeden geçtiği için farklı trenler ile

tekabül edebilir ancak bu kesişme bağımsız başkaca faktörlere göre değişiklik gösterebilir. Bu yüzden hesaplaması imkânsıza yakın ihtimaller evren kümesi çıkmaktadır. Bu durum fayda hesaplamalarına dâhil edilmemiştir.

Dakika Başı Gelir

Yaratılan fayda birimi dakika bazında olduğu için Değirmenözü-Bandırma parkurunda üretilen yük ve yolcu katma değerinin dakika başına düşen geliri hesaplanmıştır. Parkur boyunca farklı istikametlerden gelerek hat kesimini kullanan tren çizgileri de mevcuttur. Bununla birlikte en fazla taşıma gerçekleştirilen noktalar Eti Maden İşletmelerinin yükünü taşıyan istasyonlardır. Bu nedenle dakika başı gelir hesabında bu istasyonlara bağlı Eti Maden İşletmeleri iltisak hatlarının gelirleri alınmış, diğer gelirler ihmal edilmiştir. Hat üstünde çalışan yolcu trenleri zarar eden tren çizgileri olması nedeniyle ihmal edilmiştir.

Tablo 5.3 İltisak Hatları Raporu Gelir Verileri

Takvim yılı			2022	2022	2021	2021	2020	2020
			Toplam Yük Geliri	Manevra Geliri	Toplam Yük Geliri	Manevra Geliri	Toplam Yük Geliri	Manevra Geliri
İltisak Hattı	İltisak Hattı İstasyonu		TRL	TRL	TRL	TRL	TRL	TRL
ETİ MADEN	7557	Değirmenözü	83.247.079,67	2.453.792,51	36.371.906,11	780.207,57	25.188.082,83	476.227,31
	3532	Bandırma	1.088.794,23	244.902,63	271.466,66	24.812,36	268.211,06	11.288,10
	3557	Kuşçenneti	2.081.014,97	161.836,40	378.129,27	21.229,22	263.544,16	15.137,23
Toplam sonuç			86.416.888,87	2.860.531,54	37.522.520,01	855.011,00	25.983.094,48	517.773,32
Yıllık Gelir			89.277.420,41		38.377.531,01		26.500.867,80	

Kaynak: (KKY, 2024)

Önceki yıllara ait tutarların güncellenmesinde TÜİK TÜFE oranları kullanılmıştır. 2022 yılının geliri 210.226.982,80 Türk Lirası, 2021 yılının geliri 148.450.290 Türk Lirası, 2020 yılının geliri 139.495.847,50 Türk Lirası olarak güncellenmiştir. Üç yıllık ortalama gelir (G_{yt}) 166.057.706,80 Türk Lirası olarak hesaplanmıştır.

Değirmenözü – Bandırma parkurunda vagon taşıyan 73731, 73733, 73735, 33374 ve 33376 tren çizgileri bulunmaktadır. Tek bir tren çizgisi için 720 dakikalık bir süre planlanmıştır. 5 Tren çizgisi için 3.600 (T_{sg}) dakikalık bir seyahat öngörülmüştür. Kapasitenin %75 oran (K_k) ile kullanıldığı kabul edilmiştir (Kasapoğlu & Cerit, 2011). Bunun sonucunda yıllık 985.500 dakikalık (T_y) bir çalışma programı hesaplanmıştır.

Buna göre Değirmenözü – Bandırma parkuru ortalama (G_{yo}) 168,50 Türk Lirası gelir üretmiştir.

DP hat kesimi sayesinde elde edilecek 39.419 (Z_t) dakikalık tasarrufun (G_t) yıllık karşılığı 6.642.101,50 Türk Lirası olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda (5.3), (5.4) ve (5.5) numaralı denklemler kullanılmıştır.

T_y = Trenlerin Yıllık Toplam Çalışma Süresi (Dk)

T_{sg} = 5 Tren Çizgisinin Günlük Toplam Çalışma süresi (Dk)

K_k = Kapasite Kullanım Oranı

G_{yt} = Yıllık Toplam Ortalama Gelir

G_{yo} = Birim Başına Yıllık Ortalama Gelir

Z_t = Tasarruf Edilen Zaman

$$T_y = K_k * T_{sg} * 365 \quad (5.3)$$

$$G_{yo} = \frac{G_{yt}}{T_y} \quad (5.4)$$

$$G_t = G_{yo} * Z_t \quad (5.5)$$

(5.3) numaralı denklemde 5 tren çizgisinin günlük planlanan zamanı kapasite kullanım oranı ile çarpılmıştır. Sonrasında 365 gün ile çarpılarak yıllık kullanım dakikası bulunmuştur. Yıllık ortalama gelir bulunan çalışma süresine bölünerek bir dakikada elde edilen gelir miktarı bulunmuştur. DP hat kesimi sayesinde tasarruf edilecek dakika ile dakika başı elde edilen gelir çarpılarak toplam tasarruf edilecek değer bulunmuştur.

Yakıt Tasarruf Gelirleri

KKY sistemi verilerine göre DP hat kesiminde anahat lokomotifleri haricinde yer alan set tren vb. çeken araçlar ihmal edilmiştir. 4 farklı anahat lokomotif toplam kilometrelerine göre oranları şu şekildedir: DE36000 lokomotif kullanımı (36_{ko}) %47,23, DE33000 lokomotif kullanımı (33_{ko}) %22,54, E68000 lokomotif kullanımı %21,79 ve DE24000 lokomotif kullanım oranı (24_{ko}) %8,44. Elektrikli lokomotifin enerji sarfıyatı diziyi hareket ettirmek amacıyla ürettiği cer gücüne gitmektedir. Bekleme yaparken sarf edeceği elektrik enerjisi ihmal edilmiştir. Lokomotif birim zaman tüketim değerleri aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 5.4 Dizel Anahat Lokomotiflerin Yakıt Tüketim Değerleri

DİZEL ANAHAT LOKOMOTİFLERİN YAKIT TÜKETİM DEĞERLERİ				
	2020	2021	2022	3 YILLIK ORTALAMA YAKIT TÜKETİMİ
DE 24000	7,92	8,12	8,27	(24 _k) 8,10
DE 33000	6,07	6,17	6,76	(33 _k) 6,34
DE 36000	4,84	4,74	4,93	(36 _k) 4,84

Kaynak: (TCDD Taşımacılık A.Ş., 2024)

Dizel elektrik lokomotiflerin kilometre katılım oranları yakıt tüketimlerine uygulandığında ortalama yakıt tüketimi (OY_k) 5,62 litre olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda (5.6) numaralı denklem kullanılmıştır. Elektrikli lokomotif için bir ortalama hesaba ihtiyaç yoktur. 39.419 dakikanın %78,21’lik diliminde 26.177,7 dakikalık (Z_{tt}) dizel yakıt tasarrufu elde edilebilir.

OY_k = Kullanıma Endeksli Birim Zaman Ortalama Yakıt Tüketimi

24_{ko} = 24000'lik Lokomotif Hat Kullanım Oranı

33_{ko} = 33000'lik Lokomotif Hat Kullanım Oranı

36_{ko} = 36000'lik Lokomotif Hat Kullanım Oranı

24_k = 24000'lik Lokomotif Birim Zaman Yakıt Tüketimi

33_k = 33000'lik Lokomotif Birim Zaman Yakıt Tüketimi

36_k = 36000'lik Lokomotif Birim Zaman Yakıt Tüketimi

$$OY_k = \frac{(24_{ko} * 24_k) + (33_{ko} * 33_k) + (36_{ko} * 36_k)}{(24_{ko} + 33_{ko} + 36_{ko}) * 100} \quad (5.6)$$

Lokomotiflerin hat kullanım oranları belirlenirken hesaplamalar dışında kalan lokomotif türleri de olduğu için ortalama yakıt miktarını bulurken hat kullanım oranları hesaplamaya dahil edilmiştir. Bu nedenle (5.6) numaralı denklem kesrinin üst kısmında ortalama yakıt tüketimleri ile ortalama hat kullanım oranlar çarpılarak toplanmıştır. Bulunan sonuç kullanım oranların kendi içinde oluşturduğu evren kümesinde oranlanabilmesi için de kullanım oranları toplanarak 100 ile çarpılmıştır. Bu sayede oranlanacak olan tam değer 3 lokomotif türünün toplam kullanım oranı olmuştur.

DY_{yt} = Yıllık Tasarruf Edilen Toplam Dizel Yakıt

DY_t = Tasarruf Edilen Yıllık Yakıt Tutarı

Y_f = : Ortalama Yakıt Fiyatı

Z_{tt} = Tasarruf Edilen Oransal Zaman

$$DY_{yt} = Z_{tt} * OY_k \quad (5.7)$$

$$DY_t = D_{yt} * Y_f \quad (5.8)$$

(5.7) numaralı denklemde kullanılan oransal zaman kavramı, tüm hatta dizel yakıt tüketen lokomotif çalışmadığı için tasarruf edilen zamanın belirli bir yüzdesin dizel yakıt tüketiminden tasarruf edilebileceği gerçeği doğrultusunda hesaplanmıştır. Denklemde ortalama yakıt tüketimi ile oransal tasarruf edilen zaman çarpılarak yıllık tasarruf edilebilecek yakıt miktarı bulunmuştur. (5.8) numaralı denklemde tasarruf edilecek yakıt miktarı ile ortalama yakıt miktarı çarpılmıştır.

Yakıt birim fiyatı için Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun 2024 yılı ortalama motorin fiyatı olarak (Y_f) "42.07" baz alınmıştır. Yıllık olarak tasarruf edilen sürede 221.534,8 litre yakıt kazanımı (DY_{yt}) sağlanabilir. Yakıt tasarrufu yıllık (DY_t) olarak 9.319.969 Türk Lirası olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda (5.7) ve (5.8) numaralı denklemler kullanılmıştır.

Personel Giderlerinden Tasarruf Gelirleri

Tren seferleri sırasında tren üstü personel temel ücretleri üzerine yaptıkları kilometre, sefer boyunca aktif geçirilen zaman ve fazla çalışma durumunda fazla mesai ücreti almaktadırlar. Trenler istasyonda 838 kod nedeniyle beklediği ve toplam kat edilen kilometreye doğrudan tesir etmediği için temel ücrete ek olarak ödenen kilometre ücreti ihmal edilmiştir. Geçirilen zaman neticesinde fazla mesai ücretine sebebiyet verilme durumları nedeniyle temel ücret ile ortalaması alınmıştır. Kamu iktisadi teşekküllerinde 399 sayılı kanun hükmünde kararname ile personellere ödenen başarı ücreti her personel için %8 olarak kabul edilmiştir. Kıdem ücreti ihmal edilmiştir. Mezuniyete bağlı değişen temel ücretlerin ortalaması alınmıştır. Her trende bir tren şefi ve bir makinist olduğu için ücret ortalamaları alınmıştır. Memur ve işçi makinist ücretlerinin ortalaması alınmıştır.

Tablo 5.5 İş Gören Ücretleri (TL)

		2020		2021		2022	
Unvan		OCAK	TEMMUZ	OCAK	TEMMUZ	OCAK	TEMMUZ
MAKİNİST	İlk Orta Lise	5.901,69	6.241,03	6.698,50	13.478,82	9.512,89	13.478,82
	2-3 Yıllık Y.O.	5.944,35	6.286,15	6.746,92	13.576,26	9.581,66	13.576,26
	4 yıl ve üzeri Y.O.	5.987,01	6.331,27	6.795,35	13.673,69	9.650,43	13.673,69
TREN ŞEFİ	İlk Orta Lise	5.439,51	5.752,28	6.173,92	12.423,25	8.767,91	12.423,25
	2-3 Yıllık Y.O.	5.510,61	5.827,47	6.254,62	12.585,65	8.882,52	12.585,65
	4 yıl ve üzeri Y.O.	5.581,72	5.902,66	6.335,33	12.748,04	8.997,14	12.748,04

Kaynak: (TCDD Taşımacılık A.Ş., 2024)

Önceki yıllara ait tutarların güncellenmesinde TÜİK TÜFE oranları kullanılmıştır. 2020 yılı ortalama temel ücret 33.496,50 Türk Lirası, 2021 yılı ortalama temel ücret 40.902,40 Türk Lirası, 2022 yılı ortalama temel ücret 28.372,60 Türk Lirası olarak güncellenmiştir. Üç yıllık ortalama temel ücret ($\bar{Ü}_o$) 34.257,20 Türk Lirası olarak hesaplanmıştır. Memur ve işçi makinistlerin haftalık çalışma sürelerinin ortalaması alınarak haftada 2.550 dakika normal çalışma süresi bulunmuştur. Aylık 10.200 dakika normal çalışma ($\bar{Ç}_a$) süresi baz alınarak ortalama temel ücretin dakikalık karşılığı ($\bar{Ü}_{bo}$) 3,35 Türk Lirası olarak hesaplanmıştır. Fazla çalışma mesai ücretleri ortalaması alınarak saatlik ($\bar{FÜ}_o$) 91,50 Türk Lirası sonucu dakikalık ücret olarak ($\bar{FÜ}_{bo}$) 1,50 Türk Lirası olarak hesaplanmıştır. İki ücretin ortalaması ($\bar{Ü}_{so}$) 2,43 Türk Lirası olarak alınmıştır. Hesaplamalarda **(5.09)** ve **(5.10)** numaralı denklemler kullanılmıştır.

39.419 (Z_t) dakikalık tasarruf personel ücret ödemelerinde ($P\bar{Ü}_t$) 95.788 Türk Lirası fayda yaratacağı hesaplanmıştır. Hesaplama **(5.11)** numaralı denklem kullanılmıştır.

ζ_a = Normal Çalışma Süresi

$\ddot{U}_{bo}$ = Birim Zaman Ortalama Temel Ücret

$\ddot{U}_o$ = Ortalama Temel Ücret

$\ddot{U}_{so}$ = Genel Ortalama Ücret

$P\ddot{U}_t$ = Tasarruf Edilen Personel Ücret Ödemeleri

$F\ddot{U}_o$ = Ortalama Fazla Mesai Ücreti

$F\ddot{U}_{bo}$ = Birim Zaman Ortalama Fazla Mesai Ücreti

$$\ddot{U}_{bo} = \frac{\ddot{U}_o}{\zeta_a} \quad (5.9)$$

$$F\ddot{U}_{bo} = \frac{F\ddot{U}_o}{60} \quad (5.10)$$

$$P\ddot{U}_t = Z_t * \ddot{U}_{so} \quad (5.11)$$

Karayolu Trafik Yükünden Tasarruf Gelirleri

DP hat kesiminin sağlayacağı zaman tasarrufu Değirmenözü istasyonundan daha fazla yük taşımaya imkân verebilecek bir kazanımdır. Mevcut durumda Eti Maden İşletmeleri taşımalarının bir kısmını karayolu ile gerçekleştirdiği için ortaya çıkacak potansiyel doğrudan karayoluna ikame oluşturacaktır. Buna bağlı olarak karayolu taşımada kullanılan araç miktarı azaltılmış olacaktır.

Kaza sayılarında iyileşme

Trafikten karayolu aracının eksilmesi ile muhtemel trafik kazalarından da azalmalar görüleceği için bu veriler hesaplanmıştır.

Tablo 5.6 İltisak Hattı Raporları Taşınan Yük Miktarları (Ton)

			2022		2021		2020	
			Çıkış	Varış	Çıkış	Varış	Çıkış	Varış
İltisak Hattı	İltisak Hattı İstasyonu		TON	TON	TON	TON	TON	TON
ETİ MADEN	7557	Değirmenözü	1.224.673,98		1.095.780,66		776.716,51	
	3532	Bandırma	28.602,59	28.225,60	19.807,45	1.155,35	22.077,18	
	3557	Kuşçenneti	80.686,07	551.435,70	30.070,19	530.057,07	24.220,45	389.457,25
Toplam sonuç			1.333.962,63	579.661,30	1.145.658,30	531.212,42	823.014,14	389.457,25
Yıllık Taşınan Yük			1.913.623,93		1.676.870,72		1.212.471,39	
Ortalama			1.600.988,68					

Kaynak: (KKY, 2024)

Parkur üzerinden yıllık ortalama 1.600.988 ton yük taşınmaktadır. Bu faaliyetin dakika başına tekabül eden kısmı için “Dakika başı gelir” başlığında baz alınan yıllık 985.500 dakikaya bölüldüğünde (H_b) “1,62” ton sonucuna ulaşılmıştır. Bu veriden hareket DP hat kesimi sayesinde elde edilen 39.419 dakikalık zaman tasarrufu ile (H_y) “63.858” ton ikame oluşturulabilecektir. Karayolu trafik yönetmeliğinin getirdiği kısıtlama ile yük taşıyan araçlar 40 ton sınırı geçememektedir. Bu nedenle karayolu yük taşıtının ortalama 25 ton yük nakledebildiği kabul edilmiştir. Bu sayede yıllık (A_s) “2.554” karayolu araç seferi ikame edilebilecektir. Hesaplamalarda (5.12) ve (5.13) numaralı denklemler kullanılmıştır.

$$A_s = \text{Araç Sefer Sayısı}$$

$$H_y = \text{Tasarruf Edilen Zamanda Taşınan Toplam Yük Miktarı}$$

$$H_b = : \text{Birim Zaman Taşınan Yük Miktarı}$$

$$Z_t = \text{Tasarruf Edilen Zaman}$$

$$A_s = \frac{H_y}{25} \quad (5.12)$$

$$H_y = Z_t * H_b \quad (5.13)$$

(5.13) numaralı denklemde birim zamanda ortalama taşınan yük miktarı ile tasarruf edilen zaman çarpılarak toplam tasarruf edilen yük miktarına ulaşılmıştır. (5.12) numaralı denklemde tasarruf edilen zamanın karşılığında taşınabilecek toplam yük miktarı tek bir kara taşımanın taşıma kapasitesi olan 25 tona bölünerek araçların gerçekleştireceği sefer sayısı bulunmuştur.

Değirmenözü – Bandırma arası karayolu esnasında sadece bir kez il sınırı geçilmektedir. Kütahya ve Balıkesir şehirleri komşu şehirlerdir. Bu nedenle trafik kazaları istatistikleri TÜİK merkezi dağıtım sistemi üzerinden bu şehirler bazında alınmıştır.

Tablo 5.7 Ölümlü Yaralanmalı Trafik Kaza Sayısı

Ölümlü Yaralanmalı Trafik Kaza Sayısı		Balıkesir- 10	Kütahya-43
Yerleşim Yeri	2020	2145	626
	2021	2612	822
	2022	3192	952
Yerleşim Yeri Dışı	2020	1176	420
	2021	1268	498
	2022	1090	448
Toplam		11483	3766
Şehre Göre Ortalama		3827,66667	1255,33333
Ortalama (ÖK _o)		2541,5	

Kaynak: (TÜİK Merkezi Dağıtım Sistemi, 2024)

Tablo 5.8 Motorlu Kara Taşıt Sayıları

Motorlu Kara Taşıt Sayısı		Balıkesir-10	Kütahya-43	Toplam	Ortalama
					(A _n)
Ölçüm bazında	2020	502.231	215.654	717.885	742.909
	2021	519.765	221.108	740.873	
	2022	542.592	227.377	769.969	

Kaynak: (TÜİK Merkezi Dağıtım Sistemi, 2024)

Tablo 5.9 Yıllara Göre Ülke Geneli Trafik Kaza Sayısı, Ölümü Yaralanmalı Kaza Sayısı, Ölü ve Yaralı Sayısı

Yıl	Toplam kaza sayısı	Ölümlü yaralanmalı kaza sayısı	Maddi hasarlı kaza sayısı	Ölü sayısı			Yaralı sayısı
				Toplam	Kaza yerinde	Kaza sonrası ⁽¹⁾	
2011	1 228 928	131 845	1 097 083	3 835	3 835	-	238 074
2012	1 296 634	153 552	1 143 082	3 750	3 750	-	268 079
2013	1 207 354	161 306	1 046 048	3 685	3 685	-	274 829
2014	1 199 010	168 512	1 030 498	3 524	3 524	-	285 059
2015	1 313 359	183 011	1 130 348	7 530	3 831	3 699	304 421
2016	1 182 491	185 128	997 363	7 300	3 493	3 807	303 812
2017	1 202 716	182 669	1 020 047	7 427	3 534	3 893	300 383
2018	1 229 364	186 532	1 042 832	6 675	3 368	3 307	307 071
2019	1 168 144	174 896	993 248	5 473	2 524	2 949	283 234
2020	983 808	150 275	833 533	4 866	2 197	2 669	226 266
2021	1 186 353	187 963	998 390	5 362	2 421	2 941	274 615
2022	1 232 957	197 261	1 035 696	5 229	2 282	2 947	288 696

(1) Trafik kazasında yaralanıp sağlık kuruluşuna sevk edilenlerden kazanın sebep ve tesiriyle 30 gün içinde ölenleri kapsamaktadır.

- Bilgi yoktur.

Kaynak: (TÜİK, 2024)

Veriler göre Kütahya ve Balıkesir illerinde ki araç sayısına oranla ölümlü-yaralanmalı kaza sayısının oranı (O) %3 (binde 3) olduğu görülmektedir. 2.554 seferde yaşanması muhtemel ölümlü- yaralanmalı trafik kazasının sayısı (ÖK_m) “7,7” adettir. Zorunlu mali trafik sigortası kapsamında yaralanma, sakatlık veya ölüm durumları için belirlenmiş teminat tutarı 1.800.000 Türk Lirasıdır. Ölümlü ve yaralanmalı kaza verilerinde kaza başı yaralanma ve ölüm oranlarının ayırıştırma imkânı olmadığından, kaçınılan kaza sayısında

ölüm ve sağlık giderleri teminatları ayrı ayrı alınmamış her iki durum için 3.600.000 Türk Lirası yerine ($\ddot{O}K_b$) 1.800.000 Türk Lirası baz alınmıştır. Bu doğrultuda DP hat kesiminin yarattığı zaman tasarrufu yıllık 7,7 ölümlü-yaralanmalı trafik kazasına mâni olarak can kaybı veya sakatlanmanın önüne geçmeye imkân verecektir. Can kaybının ekonomik karşılığı ($\ddot{O}K_t$) 13.860.000 Türk Lirası olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda **(5.14)**, **(5.15)** ve **(5.16)** numaralı denklemler kullanılmıştır.

O = Araç Sayısına Oranla Ölümlü-Yaralanmalı Kaza Gerçekleşme Oranı

A_n = Ortalama Motorlu Kara Taşıt Sayısı

A_s = Araç Sefer Sayısı

$\ddot{O}K_b$ = Ölümlü-Yaralanmalı Kaza Teminat Tutarı

$\ddot{O}K_m$ = Kaçınılan Ölümlü-Yaralanmalı Trafik Kaza Sayısı

$\ddot{O}K_o$ = Ölümlü-Yaralanmalı Ortalama Kaza Sayısı

$\ddot{O}K_t$ = Tasarruf Edilen Ölümlü-Yaralanmalı Kaza Tutarı

$$O = \frac{\ddot{O}K_o}{A_n} \quad (5.14)$$

$$\ddot{O}K_m = O * A_s \quad (5.15)$$

$$\ddot{O}K_t = \ddot{O}K_m * \ddot{O}K_b \quad (5.16)$$

(5.14) numaralı denklemde toplam iki şehrin araç sayısına ölümlü-yaralanmalı kazanların oranı bulunmuştur. **(5.15)** numaralı denklemde tasarruf edilen araç sefer sayısı ile bulunan ölümlü-yaralanmalı kaza gerçekleşme oranı çarpılarak muhtemel kaçınılan kaza sayısına ulaşılmıştır. **(5.16)** numaralı denklemde kaçınılan kaza sayısı ile kaza başı teminat tutarı çarpılarak tasarruf edilen zamanda kaçınılan ölümlü-yaralanmalı kazaların ekonomik değeri bulunmuştur.

Maddi hasarlı kazalar için TÜİK il bazında bir istatistik paylaşmamaktadır. Bu nedenle il bazlı araç yoğunluğuna ilişkin bir hesaplama yapılamadığı için ülke ortalaması baz alınmıştır. Karaoğlu'nun 2019 yılında sunduğu tezinde Türkiye'de araç yoğunluğuna göre gerçekleşen kaza oranının (O_s) %3,6 olduğunu söylemiştir (Karaoğlu, 2019, s. 18). Yine aynı tezde kaza tespit tutanağı başına 2019 yılında ortalama 7.406 Türk Lirası maddi kayıp oluştuğunu söylemiştir. Tutarlar güncellendiğinde tutar (K_b) 48.042 Türk Lirası olarak baz alınmıştır. Tasarruf edilen sefer sayısının kaza gerçekleşme oranı sonucunda "92" muhtemelen maddi hasarlı kazadan kaçınılacağı sonucuna ulaşılmıştır. Toplam maddi hasar (K_t) 4.419.864 Türk Lirası olarak hesaplanmıştır. Karayolu üzerinden alınacak trafik yükü sayesinde bu maddi hasardan tasarruf edilebilir. Hesaplamalarda (5.17) ve (5.18) numaralı denklemler kullanılmıştır.

K_b = Kaza Başı Ortalama Maddi Hasar Tutarı

K_m = Maddi Hasarlı Ortalama Kaza Sayısı

K_t = Tasarruf Edilen Maddi Hasarlı Kaza Tutarı

A_s = Araç Sefer Sayısı

O_s = Maddi Hasarlı Kaza Gerçekleşme Oranı

$$K_m = A_s * O_s \quad (5.17)$$

$$K_t = K_m * K_b \quad (5.18)$$

Karayolu taşımasında ikame katma değer

Demiryolu navlun maliyeti ile karayolu navlun maliyeti arasında Eti Maden İşletmeleri için fark söz konusudur. Bu fark sayesinde elde edilecek katma değer bir sosyal fayda olarak hesaplanmıştır. Aynı zamanda Eti Maden İşletmeleri de bir kamu iktisadi teşebbüsü olduğu için yaratılan fayda bir kamu geliri olarak değerlendirilmiştir. TCDD Taşımacılık A.Ş. birim başı taşıma ücretlerini internet sitesi üzerinden yayınlamaktadır. 2024 Kasım ayında yayınlanan bir yazı ile bundan sonra gerçekleştirilecek sözleşmelerde genel müdürlük tarafınca karar verilecek fiyatlamalar olabileceği için eskiden lojistik

memuru unvanına sahip memurlara fiyat bilgisini paylaşma görevi verilirken, bu yazı ile bu görev yükümlülüklerden çıkartılmış ve mâni getirilmiştir. Bununla birlikte tez için alınan kurum izni çerçevesinde paylaşılan ortalama gelirlere istinaden mevcut fiyatlama verileri baz alınmıştır. Eti Maden karayolu taşıma ihaleleri ticari sır statüsünde olduğu için bu verilere ulaşılamamıştır. Bu nedenle Eti Maden İşletmelerinden ihale alarak bahsi geçen taşımayı geçmişte yapmış veya halihazırda yapan üç farklı nakliye firmasından Değirmenözü – Bandırma yerleşkeleri arasında yapılacak daimî taşıma için bağımsız bir müşteri statüsünde fiyat teklifi alınmıştır. Verilen teklifler ton başı ücret şeklindedir. Bir aracın sabit 25 ton yük taşıyacağı kabul edilmiştir. Akyüz Uluslararası Nakliyat firması 11.250 Türk Lirası, Şirin Uluslararası Nakliyat firması 11.250 Türk Lirası, Mirap Nakliyat firması 10.000 Türk Lirası teklif vermişlerdir. Üç firmanın ortalama teklif fiyatı 10.833,40 Türk Lirasıdır.

TCDD Taşımacılık A.Ş. ücretlendirme politikası çerçevesinde 50 ton yük taşıyan yüksek kenarlı tam vagon taşıma tutarı 17.323 Türk Lirasıdır. 25 ton için baz alınan rakam 8.661,50 Türk Lirasıdır. Her 25 tonluk sefer başına (A_k) 2.171,90 Türk Lirası katma değer yaratılmış olacaktır. Tasarruf edilen 2.554 sefer sayısı sonucunda (A_t) 5.547.302,60 Türk Lirası tasarruf geliri elde edilebileceği hesaplanmıştır. Hesaplama (5.19) numaralı denklem kullanılmıştır.

$$A_s = \text{Araç Sefer Sayısı}$$

$$A_k = \text{İkame Edilen Araç Başına Elde Edilen Gelir}$$

$$A_t = \text{Tasarruf Edilen İkame Araç Geliri}$$

$$A_t = A_s * A_k \quad (5.19)$$

5.3.4 Fayda Maliyet Oranı (FMO) Yöntemi ile Değerlendirilmesi

DP hat kesimi yapım maliyeti 2.763.196.610,50 Türk Lirasıdır. Bakım-onarım yıllık gideri 9.196.978,80 Türk Lirası olarak hesaplanmıştır. Yaratılan fayda ile elde edilen gelirler dakika başı gelir 6.642.101,50 Türk Lirası, yakıt tasarrufu geliri 9.319.969 Türk Lirası, personel giderleri tasarruf geliri 95.788 Türk Lirası, ölümlü-yaralanmalı trafik

kazalarındaki azalma geliri 13.860.000 Türk Lirası, maddi hasarlı trafik kazalarındaki azalma geliri 4.419.864 Türk Lirası ve son olarak karayolu taşıma ikamesindeki gelir 5.547.302,60 Türk Lirası olarak hesaplanmıştır.

Tablo 5.10 DP Hat Kesim Projesi Gelir ve Giderler Tablosu (Taraşımızca Hazırlanmıştır)

Giderler		Gelirler	
Yapım Maliyeti	₺2.763.196.610,50	Dakika Başı Gelir	₺6.642.101.50
		Yakıt Tasarrufu Geliri	₺9.319.969,00
		Personel Giderleri Tasarruf Geliri	₺95.788,00
Yıllık Bakım-Onarım Maliyeti	₺9.196.978,80	Ölümlü-Yaralanmalı Trafik Kazalarındaki Azalma Geliri	₺13.860.000,00
		Maddi Hasarlı Trafik Kazanlarındaki Azalma Geliri	₺4.419.864,00
		Karayolu Taşıma İkamesi Geliri	₺5.547.302,60
Toplam (F _g)		₺39.885.025,10	

Yapım maliyeti haricinde diğerk gider veya gelirler faydalı ömür boyunca gerçekleşecektir. Ekonomik etkinlik neticesinde birim paranın değeri zaman içinde değişecektir. Gelecekte gerçekleşecek gelir ve giderlerin bugün ifade ettiğı karşılığı bulmak adına indirgeme yöntemi mevcuttur. Akademik yazımda (Uygur, 2015, s. 57) ve (İşler, 2018, s. 115) çalışmaları bu duruma örnek gösterilebilir. Ancak çalışmalara incelendiğinde bahsi geçen projelerin yaratacağı dışsal faydaların bugün katlanılacak maliyet karşısındaki değerini görmek için bu yöntemi tercih ettikleri söylenebilir. Bununla birlikte **Tablo 5.3'** de görüleceğı üzere gelir elde eden kurum ekonomik şartlar doğrultusunda ücretlendirmesini de güncellemektedir. Özellik yüksek enflasyon dönemi

olarak bahsedebileceğimiz 2020 ve 2022 yılları arasında Türk Lirası bazında elde edilen gelirler incelendiğinde bu görülmektedir.

Paranın değer kaybına uğrama durumu olan enflasyon kavramı, konu olan metaların parasal karşılığının artması ile gerçekleşen bir değerdir. Enflasyon nedeniyle fayda üzerinden elde edilen gelir değeri azalmışsa, buna neden olan yakıt, personel, araç ve sigorta teminat bedeli de artmıştır. Yakıtın parasal karşılığı artmışsa elde edilen faydanın da parasal karşılığı artmış olacaktır. Personel maaşları, ikame karayolu navlun ücretleri, ölümlü veya maddi hasarlı kazaların parasal karşılığı da artacağı için hesaplanan fayda gelirleri de enflasyona benzerlik gösteren bir eğri takip edecektir sonucuna ulaşılabilir. Bu nedenle tezde hesaplaması gerçekleştirilen maliyet ve gelir değerlerinin indirgenmemesi tercih edilmiştir.

Tablo 5.10' da görüldüğü üzere DP hat kesimine inşa edilecek ilave hattın yıllık döngüde maliyet kalemi 9.196.978,80 Türk Lirası iken gelir kalemleri toplamı 39.885.025,10 Türk Lirasıdır. Buna bağlı olarak DP hat kesim ilave hat inşasının yıllık 30.688.046,30 Türk Lirası net gelir edebileceği hesaplanmıştır. Projenin faydalı ömrü 35 yıl (Bkz: Sayfa 75) kabul edildiği için toplamda 1.074.081.620,50 Türk Lirası gelir elde edebileceği bulunmuştur.

FMO değerlendirilmesinde faydaların değerini maliyetlerin değerine böldüğünüzde sonuç 1'den büyükse proje kazançlı ve makul bir projedir sonucuna ulaşırsınız. Sonuç 1'den küçük ise yaratılan faydaların maliyetlerin altında kaldığı anlamına gelerek projenin kazançtan uzak olduğunu ifade eder. FMO hesaplaması için aşağıda paylaşılan (5.20) numaralı formül kullanılmıştır.

$$FMO = \frac{\text{Faydaların Değeri}}{\text{Maliyetlerin Değeri}} \quad (5.20)$$

Şekil 5.6 FMO Hesaplama Görselleştirmesi (Taraşımızca Hazırlanmıştır)

FMO Hesaplaması	
Faydaların Net Gelir Değeri	₺1.074.081.620,50
Maliyetlerin Değeri	₺2.763.196.610,50
FMO	0,388709807

DP hat kesim projesi FMA değeri 1’den küçük çıkmıştır. FMA yöntemi kapsamında FMO birden küçük çıkan projeler kazançlı olmadığı şeklinde yorumlanır. Buradan hareketle DP hat kesim projesinin kazançlı olmadığı söylenebilir.

6 SONUÇ

Lojistik yönetimi, günümüz insanlık medeniyeti açısından hem gelişim hem de günümüz şartlarında oldukça önem arz eden bir kavramdır. Verimliliğin katma değer yarattığı ekonomik gerçekliğimiz ışığında lojistik yönetimi daha fazla önem ihtiva eden bir zaruret veya fırsat olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsanlık medeniyetinin günümüze ulaşmasını ve devamlılığını mümkün kılan kolektif çalışma becerisi, lojistik yönetimi kavramı ile içselleşerek hem akademik vizyonumuza hem de saha pratiğimize tesir etmektedir. Demiryolları, lojistik yönetiminde çarpan etkisi yaratan önemli bir medeniyet taşıdır. Sanayi devrimi sayesinde ve sanayi devrimi için çalışan en önemli ulaşım yollarından birisi olduğu söylenebilir. 20. Yüzyılda gelişen ve değışen dünya ekonomisi içinde farklı katkılar sunmuş, fırsatlar yaratmış veya fırsatları değerlendirmiştir. Bu büyük demiryolu birikimi yanında ne üzücüdür ki ülkemiz köklü kurumları büyük potansiyeline rağmen arzu edilen aksiyonları alamamıştır. Demiryolu ulaşımı ekonomik eylem içinde hak ettiğine inanılan paydan çok daha azı ile mevcudiyetini devam ettirmektedir. Bununla

birlikte büyük potansiyellere ve fırsat pencerelerine sahip olduğunu destekler gelişmeler akabinde arzu duyulan değişim, hepimizi tanık ettirecek bir serüvene dönüşebilir.

Demiryollarına ilişkin ortaya koyulmaya çalışılan çözüm önerisinin bilimsel bir metodoloji ile test etme gayreti olarak bu tez kaleme alınmıştır. Fayda – Maliyet Analizleri kamu veya özel sektör yatırımları için elzem sayılabilecek bir öngörü çalışması ortaya koyar. FMA uygulamalarının verimlilik ilkesi lojistik yönetimi dahilinde demiryolunda gerçekleştirilecek bir verimliliğin tüm ekosisteme katkı yaratan bir silsile başlangıcı olacağı gerçeği ile paralellik göstermektedir. Bununla birlikte yapılan hesaplamalar, öne sürülen çözüm önerisinin makul olmadığını ispat etmiş bulunmaktadır.

Demiryolu taşımacılığı, doğal tekel olmasına neden yapısal durumlar nedeniyle büyük bir yapıdır. Parçalı birimler şeklinde değil yekpare bir yapı olarak düşünülmesinin daha faydalı olacağı muhtemeldir. Bu nedenle sunduğu avantajlar büyük potansiyel içerse de bu avantajı sağlamak için büyük yatırımlara, gayretlere ihtiyacı vardır. Tezin ortaya sunduğu çözüm önerisi kârlı bir yatırım projesi olmasa da çift hat tren işletmeciliğinin çok daha güvenli ve verimli bir yöntem olduğu emsaller üzerinden sabittir (Aydemir & Çubuk, 2019). Sadece DP hat kesimi üzerinden gerçekleştirilecek bir çalışma kendisini kurtaracak bir fayda sağlayamıyor olsa da daha fazla hat kesiminin çift hat olması çarpan etkisi yaratarak kârlı ve verimli bir çözümün anahtarı olabilir. Doğal tekel olmanın getirdiği bir başka gerçeklik, talebin arza dönüşme zorluğudur. Doğal tekel olarak talebin oluşması, şekillenmesi ve gelişmesi için arz etmek bir zaruret olabilir.

Demiryollarının sosyal mal olması durumu da bahsi geçen yatırım için bir gerekçe olarak sunulabilir. Tek hat tren işletmeciliğinin trafik kaynaklı gecikmelere ve buna bağlı olarak büyük bir potansiyelin atıl kalmasına neden olduğu aşikardır. Aynı zamanda çift hat işletmeciliğinin sunduğu güvenli, hızlı ve öngörülebilir ulaşım imkânı sosyal mal olarak kamunun faydalandığı dolaylı faydaların artmasına neden olacaktır. Çift hat işletmeciliğinin arz ettiği potansiyel, toplum ve üretici kesim tarafından talep edildikçe sadece demiryolu ulaşımı kârlılığını arttırmış olmayacak aynı zamanda ikame ettiği kavramlardan da tasarruf etme fırsatı elde edilecektir. Enerji ithalatına, araç ithalatına, ulusal güvenliğe, üretim katma değerine ve çevresel etkilere sunduğu katkılar katlanılan maliyetin karşısında elde edilecek faydalar olarak değerlendirilebilir. Bu ve benzeri ikameler ile sosyal bir mal olan demiryolları ülke ekonomisinin kalkınmasına katkı sunarken toplum refahının artışına da doğrudan ve dolaylı olarak hizmet etmiş olur.

Devlet organizasyonları gerçekleştirdiği eylemlerin temelinde toplum gerekliliklerini sağlama ve sosyal faydayı muhafaza etme amacı gütmektedir. Bu bağlamda altyapı projeleri sadece gelir elde edilecek yatırım projeleri olarak değil, toplumun var olmağına ilişkin bir zaruret olarak da ele alınabilir (Nalçakan, 2008). Demiryolu ağının yaygınlaştırılması ve güvenli bir ulaşım için geliştirilerek çift hat yönetimine geçilmesi bu zaruretin bir yansıma olarak değerlendirilebilir. Kamu malı statüsünde doğal bir tekel olan demiryolları, zarar etse veya fizibil olmasa bile devam ettirilmesi gereken bir sosyal mal olarak görülüp bu bakış açısı gereğince geliştirilebilir. Sosyal refah artışının arka planda kaldığı zamanlarda bile demiryolu ağının ulusal güvenlik ekosisteminin en önemli parçasından birisinin olması nedeniyle geliştirilmesi bir gereklilik olarak ele alınabilir.

Sonuç olarak FMA uygulaması kullanılarak metodolojik bir yöntem ile test edilen çözüm önerisinin fizibil bir proje olmadığı, bununla birlikte çarpan etkisi yaratabilecek alternatiflerin daha verimli olabileceği ve kamu yararı öncelendiğinde katlanılan maliyetin makul olabileceğini kanaatine varılmıştır.

KAYNAKÇA

- Akbaş, G. (2008). *Demiryollarında Altyapının Teknik Tasarımları*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
- Akçay, V. H. (2005). *Lojistikte Demiryolu Taşımacılığının Önemi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
- Akgüngör, A. P., & Demirel, A. (2004, Cilt 10 Sayı 3). Türkiye'deki Ulaştırma Sistemlerinin Analizi ve Ulaştırma Politikaları. *Pamukkale Üniversite Mühendislik Bilimleri Dergisi*, s. 423-430.
- Arnold, B. C. (2015). Pareto Distribution. *Wiley Statsref: Statistics Reference Online*, s. 1-10.
- As, E. (2023, Temmuz 19). <https://ataturkansiklopedisi.gov.tr/bilgi.https://ataturkansiklopedisi.gov.tr:https://ataturkansiklopedisi.gov.tr/bilgi/ataturk-doneminde-t-c-devlet-demiryollarinin-gelisimi/> adresinden alındı
- Aydemir, H., & Çubuk, K. (2019). Demiryolu Ulaştırma Türünün Türkiye Analizi; Dünyadaki Durumu, Sorunlar ve Beklentiler. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 260-273.
- Aytekin, İ. (2022). Türkiye’de Karayolu ve Demiryolu Ulaştırma Hizmetleri ile Kalkınma Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Analizi. *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi*, 17-35.
- Caşkurlu, E., & Arslan, C. B. (2014, Aralık). Orta Gelir Tuzağından Çıkışa Odaklanma: Ürün Tuzağı (Ürün Boşluğu) ve Demiryolu Taşımacılık Sektörü. *Maliye Dergisi*, s. 71-92.
- Christopher, M. (2011). *Logistics& Supply Chain Management*. London: Financial Times Prentice Hall / 4. Baskı.
- Coğrafya Harita. (2024, Şubat). <http://cografyaharita.com/haritalarim.http://cografyaharita.com:>

http://cografyaharita.com/haritalarim/2a_turkiye_fiziki_haritasi3.jpg adresinden alındı

Cumhuriyet Halk Partisi. (1938). *On Beşinci Yıl Kitabı*. Cumhuriyet Matbaası.

Çancı, M., & Güngören, M. (2013, Bahar Cilt: 12 Sayı: 45). İktisadi Yaşamda Taşımacılık Sektörü. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, s. 198-213.

Çeçen, F., & Aktaş, B. (2021, Ocak). Yeni Nesil Demiryolu Traversleri ve Yerli FRP Donatı Kullanımının Deneyisel Araştırması. *Demiryolu Mühendisliği*, s. 53-64.

Çiftçi, E. (2024). Bandırma İstasyonu Konteyner İstif Alanı. Balıkesir.

Demirel, N. (2022). Küresel Tedarik Zinciri Yönetimi. O. Öcal , & V. Han içinde, *Dış Ticarete Güncel Tartışmalar: Türkiye Üzerine Bir İnceleme* (s. 89).

Demiroğlu, Ş. (2013). *Küresel Lojistik Böyleri ve Bu Kapsamda Türkiye'de Lojistik Köyleri Üzerine Bölgesel Bir İnceleme*. Kütahya: Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayımlanmamış Doktora Tezi).

Dinç, D. (2009). *Behiç Erkin ve Devlet Demiryollarının Kuruluşu*. Ankara: ANKARA ÜNİVERSİTESİ TÜRK İNKİLAP TARİHİ ENSTİTÜSÜ (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).

DPT. (2001). *Ulaştırma Özel İhtisas Komisyonu Raporu Demiryolu Ulaştırma Alt Komisyonu*. Ankara: DPT.

Eartworks And Track-Bed Layers For Railway Lines. (1994). UIC Code 719R. 2. Edition: International Union of Railways.

Eker, Ö. (2006). *Lojistik Yönetimi ve Tedarik Lojistiği Sürecinde Performans Arttırılması*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Mühendisliği (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (2024, Şubat). <https://www.etimaden.gov.tr/bandirma>. <https://www.etimaden.gov.tr:https://www.etimaden.gov.tr/bandirma> adresinden alındı

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (2024, Şubat). <https://www.etimaden.gov.tr/emet>. <https://www.etimaden.gov.tr:https://www.etimaden.gov.tr/emet> adresinden alındı

- Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (2024, Şubat).
<https://www.etimaden.gov.tr/kirka>. <https://www.etimaden.gov.tr:https://www.etimaden.gov.tr/kirka> adresinden alındı
- Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (2024, Şubat).
<https://www.etimaden.gov.tr/tarihce>. <https://www.etimaden.gov.tr:https://www.etimaden.gov.tr/tarihce> adresinden alındı
- Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (2024, Şubat).
<https://www.etimaden.gov.tr/turkiyede-bor>. <https://www.etimaden.gov.tr:https://www.etimaden.gov.tr/turkiyede-bor> adresinden alındı
- European Commission. (2014). *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020*. Brüksel: European Commission.
- European Commission. (2024, ŞUBAT).
https://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publications/evaluations-guidance-documents. https://ec.europa.eu:https://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publications/evaluations-guidance-documents/2008/guide-to-cost-benefit-analysis-of-investment-projects adresinden alındı
- Göker, Z. (2008, Temmuz - Aralık Sayı:155). Kamusal Mallar Tanımında Farklı Görüşler. *Maliye Dergisi*, s. 108-118.
- Görgülü, Ç. (2017, Haziran Sy: 5). Tarihsel Süreç İçerisinde Demiryolu Trafik Yönetim Sistemlerine Yüzeysel Bakış. *Demiryolu Mühendisliği*, s. 34-44.
- Gümüş, Y. (2009). Lojistik Faaliyetlerin Rekabet Stratejilerine İşletme Kârı ile Olan İlişkisi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 97-113.
- Irmak, E., & Pelit, İ. (2020, Vol 15 / 3). Türkiye'de Lojistik Sektörünün Değerlendirilmesi (2000-2018). *Turkish Studies Economy*, s. 1397-1415.
- İşler, İ. (2018). *Kamu Kaynaklarının Etkin Kullanımında Fayda - Maliyet Analizinin Uygulanmasına Bir Örnek: Denizli Havalimanı Projesi*. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayımlanmamış Doktora Tezi).

- Kabasakal, A., & Solak, A. O. (2010). Demiryolu ve Karayolu Ulaştırma Sistemlerinin Ekonomik Etkinlik Analizi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 123-136.
- Karaoğlu, R. (2019). *Motorlu Taşıtlarında Meydana Gelen Maddi Hasarlı Trafik Kazalarının Ülke Ekonomisine Etkileri*. Bursa: Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
- Karayılmazlar, E., & İşler, İ. (2019). Kamu Yatırım Projelerinde Fayda Maliyet Analizi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, s. 65-82.
- Kasapoğlu, L., & Cerit, G. A. (2011). Türkiye'de Intermodal Konteyner Taşımacılığında Demiryolu Ulaştırma Potansiyelinin Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 59-72.
- Kılıç , A. (2022). *Raylı Sistemlerde Kazaları Önleyici Tedbirlerin Fayda ve Maliyet Analizi*. Karabük: Karabük Üniversitesi Bankacılık ve Finans (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
- KKY. (2024, 2020-21-22 Yıllarına İlişkin Raporlar). İltisak Hattı Raporları.
- Kocaoğlu, Y. (2013). *Tedarik Zinciri Yönetiminde ERP II Kullanımının, İşletme Tedarik Zinciri Yönetimi Performansına Etkisi*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Koçak, D. R. (2020). Lojistiğin Tarihsel Gelişimi: Askeri Gereksinimden İşletme Lojistiğine ve Tedarik Zinciri Yönetimine Evrilme Süreci. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 246-258.
- Kozak, M. (2021, Ocak). Demiryolu Balastının ve Özelliklerinin Araştırılması. *Railway Engineering*, s. 86-96.
- Köse, V. (2020). *Demiryolu Yük Taşımacılığının Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Önemi: Ekonometrik Model ile Analizi*. Ankara: Çankaya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kuşdoğan, Ş., & Doğruer, Ö. (2021, Temmuz). Demiryolu Elektrifikasyonunda Katener Sistem Tasarımı. *Demiryolu Mühendisliği*, s. 130-142.

- Mecitoğlu, F. (2013). *Demiryolu Sinyalizasyon Sistemi Simülatörü ve SCADA Sistemi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2011). *Raylı Sistemler Teknolojisi / Tren Trafiği Planları*. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı.
- Nalçakan, M. (2003). *Türkiye Ekonomisi Açısından Ulaştırma Sektöründe Demiryolu Taşımacılığının Önemi ve Ekonometrik Model ile Türkiye Demiryolu Yurtiçi Taşıma Talebinin Analizi (1980-2000 Dönemi)*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayımlanmamış Doktora Tezi).
- Nalçakan, M. (2008). Ekonomik Gelişmelerin Demiryolu Tasımacılık Sektörüne Etkileri. *2. Ulusal İktisat Kongresi*, (s. (31-45) 20-22 Şubat). İzmir.
- Nazlı, A. R. (2024). *Yanılmanın İcadı*. Kütahya: Nazlı Kitapçılık ve Yayıncılık (Güncellenmiş 2. Baskı).
- Officialdata. (2024, ARALIK 15). <https://www.officialdata.org/us/inflation>.
<https://www.officialdata.org>:
<https://www.officialdata.org/us/inflation/2001?amount=2055150> adresinden alındı
- Özcan, S. (2008, Vol:5 Sayı:10). Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde Lojistik Yönetiminin Önemi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, s. 276-300.
- Özdemir, A. İ. (2004, Temmuz-Aralık Sayı:23). Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, s. 87-96.
- Öztürk, D. (2016). Tedarik Zinciri Yönetimini Etkileyen Faktörler. *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi*, s. 17-24.
- Öztürk, M. (2017). *Lojistik Merkezlerin Kuruluş Yeri Seçimini Etkileyen Kriterlerin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).

- Paşaoğlu, Ö. (2003). *Doğal Tekellerde Regülasyon ve Rekabet / Bir Örnek: İngiliz Elektrik Sektörünün Yeniden Yapılandırılması*. Ankara: Rekabet Kurumu Uzmanlık Tezi.
- Pazarçeviren, S., & Kızıldaş, M. Ç. (2021). Altyapı Yatırım Kararlarında Maliyet Hesabı ve Etkisine Dair Bir İnceleme. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 348-358.
- Polatoğlu, M. G. (2021). Demokrat Parti Dönemi Demiryolu Politikası (1950-1960). *Mavi Atlas*, 215-231.
- Profillidis, V. A. (2016). *Railway Management and Engineering*. New York: Routledge
- Sezgin, T. (2008). *Lojistik Kavramı ve Türkiye'deki Uygulamaları*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
- Shoup, C. S. (1959, Dec). The Theory of Public Finance. *The American Economic Review*, s. 1018-1029.
- Şataf, C. (2014). Fayda - Maliyet Analizinde Uygulamada Karşılaşılan Güçlükler: Fayda ve Maliyetin Belirlenebilme Sorunu. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 107-123.
- Tan, K. C. (2001). A framework of supply chain management literature. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, s. 39-48.
- Tan, K.-C., Kannan, V., & Handfield, R. (1998). Supply Chain Management: Supplier Performance and Firm Performance. *International Journal of Purchasing & Materials Management*, s. 2-9.
- TCDD. (2024, Ekim /Şebeke Bildirimi Belge 3). *tcdd/sebekebildirimi*. www.tcdd.gov.tr:https://static.tcdd.gov.tr/webfiles/userfiles/files/sebekebildirimi/2024/2024sebekebildirimi803.pdf adresinden alındı
- TCDD Altyapı Genel Müdürlüğü. (2022). *1612 Numaralı Genel Emir*. Ankara: TCDD İşletmesi Genel Müdürlüğü.
- TCDD Genel Müdürlüğü. (2024). *2024 Yılı Yatırım Programı*. Ankara: 32430 Sayılı Resmi Gazete.

TCDD Genel Müdürlüğü. (2024 Şubat). <https://static.tcdd.gov.tr/webfiles.https://static.tcdd.gov.tr:https://static.tcdd.gov.tr/webfiles/userfiles/files/sebekebildirimi/2024/32182.pdf> adresinden alındı

TCDD İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (1964). Tren ORER'lerinin Planlanması ve Trenlerin Hazırlanması ve Kontrolü Hakkında 515 Numaralı Genel Emir. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjpsuGDqKqJAXzQ_EDHbztGnQQFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2Fstatic.tcdd.gov.tr%2Fwebfiles%2Fuserfiles%2Ffiles%2Fmevzuat%2Fmulga%2Fgenelemir%2F515.doc&usg=AOvVaw2cwF-hZ-gYF adresinden alındı

TCDD İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (2024, Şubat). <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjI9YS-paqJAXUcSPEDHUzgNB4QFnoECBcQAQ&url=https%3A%2F%2Fstatic.tcdd.gov.tr%2Fwebfiles%2Fuserfiles%2Ffiles%2Fmevzuat%2Fyonetmelik%2Ftrafik%2Fthty.doc&usg=AOvVaw260bDw1k.https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjI9YS-paqJAXUcSPEDHUzgNB4QFnoECBcQAQ&url=https%3A%2F%2Fstatic.tcdd.gov.tr%2Fwebfiles%2Fuserfiles%2Ffiles%2Fmevzuat%2Fyonetmelik%2Ftrafik%2Fthty.doc&usg=AOvVaw260bDw1k> adresinden alındı

TCDD İşletmesi Genel Müdürlüğü. (2024, Şubat). <https://www.tcdd.gov.tr/sebeke-bildirimi/2024-sebeke-bildirimi-dokumanlari.https://www.tcdd.gov.tr:https://www.tcdd.gov.tr/sebeke-bildirimi/2024-sebeke-bildirimi-dokumanlari> adresinden alındı

TCDD Taşımacılık A.Ş. (2024, Ocak 3). E-16203102-042-531152 sayılı yazı ile paylaşılan veriler. Afyonkarahisar.

TCDD Taşımacılık A.Ş. (2024, Şubat). <https://adminapi.tcddtasimacilik.gov.tr/files/pdfs/TCDD-Tasimacilik-2023-Faaliyet-Raporu.pdf.https://adminapi.tcddtasimacilik.gov.tr:https://adminapi.tcddtasimacilik.gov.tr/files/pdfs/TCDD-Tasimacilik-2023-Faaliyet-Raporu.pdf>

<https://adminapi.tcddtasimacilik.gov.tr/files/pdfs/TCDD-Tasimacilik-2023-Faaliyet-Raporu.pdf> adresinden alındı

TCDD Taşımacılık A.Ş. (2024, Şubat).

<https://www.tcddtasimacilik.gov.tr/tr/hakkimizda>.

<https://www.tcddtasimacilik.gov.tr>:

<https://www.tcddtasimacilik.gov.tr/tr/hakkimizda> adresinden alındı

Tseng, Y.-y., Yue, W. L., & Taylor, M. A. (2005, Vol 5). The Role of Transportation in Logistics Chain. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, s. 1657-1672.

Turgut, B. (2024). DP hat kesiminden görseller. Balıkesir.

TÜİK. (2024, Kasım). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/>. <https://data.tuik.gov.tr/https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Karayolu-Trafik-Kaza-Istatistikleri-2022-49513> adresinden alındı

TÜİK Merkezi Dağıtım Sistemi. (2024, KASIM). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas>. <https://biruni.tuik.gov.tr/https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> adresinden alındı

Uygur, M. (2015). Yatırım Projesi Değerlendirme. *Demiryolu Mühendisliği*, s. 56-59.

Ünlü, D. B. (2017). *Lojistik Taşıma Modu Seçimine Etki Eden Faktörler*. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).

Yıldız, K., & Ahi, T. M. (2020, Ocak). Demiryolu Lojistiğinde Tedarik Zinciri Performans Metrikleri. *Demiryolu Mühendisliği*, s. 14-25.

Yılmaz, A. (2015). Demiryolu Üstyapısında Balast Kirliliği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, s. 11-17.

Zarakoğlu, A. (1950, 7 3). Memleketimizde Demiryolu Politikası. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*.

Zeybek, H. (2019). Uluslararası Ticarete Yeni Avrasya Ulaşım Yolları Arayışı: Demiryolu Yük Taşımacılığına Etkileri. *Avrasya Etüdleri*, s. 135-154.

EKLER

EK-1

Yazar, Lojistik Memuru Yunus Emre GÜRCAN'ın veri talebi ve kullanım iznine ilişkin TCDD Taşımacılık A.Ş.'ye kurum için resmi yazışma sistemi Belge- Net üzerinden yazdığı dilekçe görseli.

Ek-1

19.09.2023

TEZ ÇALIŞMASI İZİN VERİ VE İZİN TALEBİ

Değirmenözü istasyonunda 2021 Mart ayından bu yana görev yapan bir lojistik memuruyum. Kurumda geçirdiğim mesai boyunca genel olarak hangi engele çözüm üretebilirsek verimliliği artırabiliriz sorusuna cevap bulmak adına gözlem yapmaya çalışıyorum. Kurumsal kalkınma için gerekli olan verimliliğin potansiyeli faydaya dönüştürme becerisinden geçtiğine inandığım için karlılığı / faydayı artıracak unsurların tren seyahat süreleri, vagon çevrim süresi, hat kapasitesi ve bunlara bağlı olarak artması gereken güvenli ulaşım olduğuna kanısındayım. Eti Maden İşletmelerinin Değirmenözü – Bandırma parkurunda talepte bulunduğu lojistik talebin ve gelecekteki potansiyelin de etkisi ile ilk akla gelen hat sayımızın ikiye çıkma çözümü üzerine bilimsel bir çalışma yapma cüreti gösterdim.

Sosyal Mal Teorisi ilkesince kamu kuruluşları kar etmeseler bile sosyal faydayı gözeterek zararları minimize etmeliler düşüncesindeyim. Gerçekleştirilen operasyon ile alternatiflere göre daha cazip bir lojistik hizmeti sunarak tasarruf sağlanırken kurum karlılığının artırılabilmesine inanıyorum. Özetle kaynakların doğru taksimi ve önceliklendirilmesini sağlayabildiğimizde kalkınma ivmesine erişebileceği öngörüsü ile en düşük yatırım maliyeti ile en fazla fayda yaratacağımız projeyi seçmemiz gerektiğinin farkındayım.

Yukarıda bahsettiğim sebeplerden dolayı yüksek lisans tezimi mesleğime ve kuruma katkı sağlayabilecek bir alanda yapmaya kararı verdim. Tezimde, çalıştığım parkura dair sahip olduğum tecrübe, istatistikler ile desteklenen olguya dönüştüğü için 2022 yılında en fazla yük taşıyan 3. istasyon personeli olarak Değirmenözü – Bandırma parkuruna eğilmek istedim.

Trafik kaynaklı en fazla tehir yaşanan iki istasyon arasına inşa edeceğimiz ikinci hattın maliyetini, yaratılan fayda ile ne kadar sürede amorti edebileceğimizi sorgulamaya çalışacağım. Literatürde Fayda/ Maliyet Analizi olarak bahsedilen yöntemi kullanmayı düşünüyorum. Bu sorgulamayı parkur boyunca öncelik sırasına göre tüm istasyonlar için gerçekleştireceğim. Böylece en fazla tehire neden olan istasyonun hattını ikiye çıkardığımızda elde edeceğimiz fayda bir sonraki proje için finansman olarak değerlendirilirse ve bu tüm parkur boyunca tekrarlanırsa bu yatırım serüveni karlı olur mu sorusuna cevap bulma niyeti içindeyim.

Bu hesaplamaları gerçekleştirmek ve tez veri metodolojisini bilimsel zeminde gerçekleştirmek adına trafik kaynaklı tehir verilerine, ORER planlamalarına, taşınan yolcu ve yük verilerine, tercih edilen lokomotif türlerine, lokomotif yakıt maliyetine, lokomotif çalışma / yıpranma maliyetine, iş gören ücretlerine/ fazla mesai ücretlerine, kaza istatistiklerine, parkur boyu geçit verilerine, inşa teknik şartnamesine, işletme maliyetine ve yol bakım maliyetine ihtiyacım var. Talep ettiğim verileri aşağıda detaylandırımdım.

Dilekçe Ek-1 görseli

Ek-1

Tehir Verileri;

Aşağıda listesinin paylaştığım istasyonlar için 2020-21-22 yıllarına ait "Trafik Kaynaklı Tehir (838 Kodlu)" verileri. Bir istasyonda 838 kod girerek bekleme yapan tüm trenler ve bekleme süreleri.

Değirmenözü	Köprüören	Değirmisaz	Dursunbey	Mahmudiye	Ömer Köy	Kuşçenneti
Çöğürler Nazımbey	Güzelyurt	Balıköy	Selimağa	Balıkesir (Tavşanlı)	Susurluk	Km 340+863
Km 67+758	Kayı	Alöve	Gazellidere	Balıkesir Müselles	M.Kemalpaşa	Bandırma
Alayunt Müselles	Tavşanlı	Gökçedağ	Dada	Balıkesir (Bandırma)	Okçugöl	
Km 0+830	Gölcük	Nallıkaya	Mezitler	Ayşebacı	Aksakal	
Kütahya	Emirler	Piribeyler	Sarfaklar	Km 258+022	Kazak	
Demirciören	Demirli	Sindirler	Nusrat	Yeniköy	Sığırcı	

ORER Verileri;

Trafik kaynaklı tehirlerin zaman ayarına göre değişmesinden dolayı hattın tek olması nedeniyle gerçekleşen asıl tehire ulaşabilmek veya tren çalışma saat tercihlerinin hesaplamaya etkisini azaltabilmek adına 2020-21-22 yıllarına ait yukarıdaki istasyonlardan geçen ORER verileri.

Taşınan Yolcu ve Yük Miktarları;

2020-21-22 yıllarına ait listede paylaşılan istasyonlardan geçen trenlerin taşıdığı yolcu ve yük miktarları ve gelecek yıllara ilişkin gerçekleştirilen regresyon hesapları.

Tercih Edilen Lokomotif Türleri;

Listedeki istasyonlardan geçen trenlerin çekici olarak tercih edilen lokomotif tür verileri.

Lokomotif Yakıt Maliyeti;

Araç parkurunda bulunan lokomotiflerin istasyonda bekleme yaparken birim başı yakıt maliyet verileri ve yakıt miktarları.

Lokomotif Yıpranma Maliyeti;

Çalışma saati bazında lokomotiflerimizin birim başı yıpranma maliyeti.

İş Gören Ücretleri;

Makinistlerin ve Tren Şeflerinin 2020-21-22 yıllarına ait normal çalışma ve fazla çalışma birim başı mesai ücretleri.

Kaza İstatistikleri;

Tek hat ve çift hat kaza istatistikleri

Geçit Verileri;

Parkur boyunca bulunan demiryolu geçit türleri ve sayısına ilişkin veri.

İnşa Teknik Şartnamesi;

Demiryolu hattı inşa teknik şartnamesi ve 2023 birim fiyat liste verileri.

İşletme Maliyeti;

Birim başına demiryolu işletme maliyet verileri.

Yol Bakım Maliyeti;

Birim başına demiryolu bakım – onarım maliyet verileri.

Yunus Emre GÜRCAN

Lojistik Memuru

50771

EK-2

*TCDD Taşımacılık A.ř. Stratejik Dairesi Başkanı sayın Safi ÇATAL beyefendinin yazar Lojistik Memuru
Yunus Emre GÜRCAN' ın dilekçesi doğrultusunda kurum genelinde paylaştığı üst yazı*



T.C.
DEVLET DEMİRYOLLARI TAşIMACILIK A.ř. GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Strateji ve Kurumsal Gelişim Dairesi Başkanlığı

Sayı : E-16203102-042-490596

20.09.2023

Konu : Yunus Emre GÜRCAN Yüksek Lisans Tez
Çalışması Veri Talebi

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : Afyonkarahisar Bölge Müdürlüğü (Yük Servis Müdürlüğü)'nün 19.09.2023 tarihli ve
E-95610724-770-490464 sayılı yazısı.

Değirmenözü Lojistik şefliği personellerinden Yunus Emre GÜRCAN, yüksek lisans
tez çalışması kapsamında kullanılmak üzere ihtiyaç duyduğu veri ve bilgileri ilgi yazı ekindeki dilekçesi
ile talep etmektedir.

Talep edilen ekteki veri ve bilgilerin Genel Müdürlüğümüz faaliyet alanı kapsamında
değerlendirilerek Daireniz görev alanına girenlerin söz konusu personelimize iletilmek
üzere Daire Başkanlığımıza gönderilmesi hususunda bilgi ve gereğini arz ederim.

Safi ÇATAL
Daire Başkanı

Ek: Tez Çalışması Veri

Dağıtım:

Gereği:

Yolcu Dairesi Başkanlığına

Yük Dairesi Başkanlığına

Araç Bakım Dairesi Başkanlığına

Mali İşler Dairesi Başkanlığına

İnsan Kaynakları ve Eğitim Dairesi Başkanlığına

Kurumsal Emniyet Yönetimi Dairesi Başkanlığına

Bilgi:

Afyonkarahisar Bölge Müdürlüğüne

EK-3

Dilekçeye cevaben toparlanarak verilebilen verilerin teslimi ve kullanıma ilişkin taahhütname görseli



TCDD Taşımacılık A.Ş. GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Hacı Bayram Mahallesi Hipodrom Caddesi No:3/C Altındağ/ANKARA
Tel : 0 312 309 05 15 / 71306 - 71526 e-mail: sgdb.ist@tcddtasimacilik.gov.tr

VERİ KULLANIMI HAKKINDA TAAHHÜTNAME

Tarih : 15/01/2024

TANIMLAYICI BİLGİLER	
Üniversitenin Adı ve Bölümü ile Anabilim/Bilim Dalı	Anadolu Ün. /Sosyal Bilimler Enstitüsü / Pazarlama
Araştırma Konusu/Tez Başlığı	Tedarik 2. Demiryolu Taşımacılığı / Değerlendirme Raporu
İletişim Bilgileri	Cep Telefonu
	E-posta

Foysal Adig
Andiz

TCDD Taşımacılık A.Ş. Genel Müdürlüğü'nden aldığım aşağıda belirtilen verileri, sadece yukarıda belirttiğim araştırma alanında kullanacağımı, Genel Müdürlüğünüzden ayrıca izin almadan başka bir çalışmada kullanmayacağımı ve üçüncü şahıslarla paylaşmayacağımı, izinsiz veri kullanımından doğacak anlaşmazlıklardan sorumlu olduğumu taahhüt ederim.

ALINAN VERİLER

- 1) 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait dizel anahat lokomotiflerin yakıt tüketim değerleri
- 2) 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait elektrikli anahat lokomotiflerin elektrik tüketim değerleri
- 3) 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait istasyon bazlı yolcu sayısı
- 4) 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait istasyon bazlı tehir raporu
- 5) 2020, 2021 ve 2022 yıllarında hat kesimlerinde kullanılan çeken araç tipleri
- 6) 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait hat kesimlerindeki yük miktarı (netton-km)
- 7) 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait makinist ve tren şeflerinin normal çalışma ve fazla mesai saatlik ücretleri
- 8) 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait makinist ve tren şeflerinin temel ücretleri
- 9) 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait tren işletme giderleri
- 10) 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait kaza sayıları

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yunus Emre Gürcan

Eğitim Bilgileri:

- 2009 – 2013, Nafi Gural Fen Lisesi
- 2013 – 2017, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Uluslararası Ticaret Bölümü
- 2018 - Halen, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Pazarlama Yüksek Lisans Bölümü

Mesleki Geçmiş:

- 2016 – 2017, United Discount System Game A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanı
- 2017 – 2018, Gürcan Süt, Süt Toplama İşçisi
- 2018 – 2019, Oğuz Beki Sigorta, Finansal Danışman
- 2019 – 2020, Gürcan Süt, Süt Toplama İşçisi
- 2021 – Halen, TCDD Taşımacılık A.Ş. , Lojistik Memuru

Mesleki Birlik/Dernek/Kuruluş Üyelikleri:

- 2024 – Halen, Lojistik Çalışanları Derneği (LOÇA-DER), Mali İşler Sekreteri