

# Kırıkkale Şehir İçi Raylı Toplu Taşıma Sistemi Tasarımı (Kaleray)

Battal Doğan<sup>1</sup>, Adem Kablan<sup>2</sup>

Günümüzde şehirlerde yaşayan insan sayısı artmakta, şehir içi ulaşım zorlaşmaktadır. Bu türlü zorluklar karşısında insanlar ulaşım için birçok alternatif yollar kullanırlar. Özel araçlar, taksiler, otobüsler, minibüsler gibi ulaşım sistemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Kırıkkale ili şehir içi yolcu taşıma amacıyla tasarlanan 12,5 km boyunda raylı toplu taşıma sisteminin, şehir içi yolcu taşımaya etkisi araştırılmıştır. Kırıkkale ilinde şehir içi yolcu taşımada 61.276 kayıtlı araç bulunmaktadır [4]. Ayrıca, Kırıkkale – Samsun yolu üzerinde kendi özel araçlarıyla şehirlerarası yolculuk yapan insanları hesaba kattığımızda araç sayısı ve yolcu trafiği artmaktadır. Kırıkkale ilindeki şehir içi bağlantı yollarında yaklaşık 100.000 çalışan ve 40.000 civarında öğrencinin her gün şehir içi taşıma yapması neticesinde, raylı toplu taşıma ihtiyacı belirmiştir. Bu çalışmada, Kırıkkale şehir içi ulaşım sistemlerinde kullanılacak tramvay (Kaleray) hattının tasarımı ve bu tasarım için gerekli mekanik, elektrik, inşaat alt yapı çalışmalarının yaklaşık maliyeti hesaplanmıştır. Ayrıca, işletmenlik maliyeti için öngörüler verilmiştir.

## 1. GİRİŞ

Kırıkkale 1941 yılında Belediye statüsü edinmiş bir yerleşim merkezidir. 1925’lerde Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu fabrikasının temellerinin atılması ve Devlet Demir Yolları’nın buradan geçmesi bölgenin gelişim yapısına katkı sağlamış ve bu sayede de

şehir göç almıştır. Bölgede sanayileşme zamanla artmış ve şehir önem kazamaya başlamıştır. 1992 yılında kurulan Kırıkkale Üniversitesi de şehire olan bakış açısını değiştirmiştir.

Kırıkkale ili 4.519 km<sup>2</sup> yüzölçümüne 275.695 nüfusa sahiptir ve km<sup>2</sup> başına yaklaşık olarak 61 kişi düşmektedir [5]. Aynı zamanda şehirde yaklaşık 25.000 üniversite öğrencisi bulunmaktadır. Şehrin yapısındaki önemli noktaları arası mesafeler ve şehir trafiği birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Kırıkkale’ye ait kayıtlı araç sayısı 61.284’tür. Şehirde organize sanayi bölgeleri, üniversite, hastaneler, otogar, alışveriş merkezleri, okullar gibi önemli merkezler arasındaki mesafeler ve trafiğin yoğunluğu toplu taşımacılıkta birçok sorunu meydana getirmiştir. Bu sorunlardan en önemlisi trafik kazaları ve sonuç olarak ölümler olmuştur [3]. Ayrıca içten yanmalı motora sahip araçlarda çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Şehirdeki yaşam açısından önemli olan merkezlerin bir kısmı Ankara-Kırıkkale ve Kırıkkale-Samsun işlek otobanı üzerinde bulunduğundan kazalar ve ölümler giderek artmaktadır. Bu çalışmada, insan güvenliğini tehdit eden problemlere çözüm üretmenin yanı sıra, çevre kirliliği, gürültü kirliliği, konforlu ulaşım olarak şehir içi taşıma-ya çözüm üreten hafif raylı sistemlerden olan tramvay hatları geliştirilmiştir. Aynı zamanda kara yolunu etkileyen karlı ve buzlu durumlar gibi meteorolojik faali-

yetler bu hatları etkilemediği için ayrı bir güvenlik unsurunu daha bünyesinde barındırmaktadır.

Hafif raylı sistemler yer seviyesinde, yer altında veya belirli yükseklikte konumlandırılmış olabilir. Hızlı, güvenli bir toplu taşımacılık sağlayan yüksek teknolojili tramvay sistemlerine sahiptir. Altyapısı ray olan bir taşımacılık sistemidir. Bu sistem kara yolu, yaya yolu ve demir yolunu bir arada kullanmaya imkan verir. Bu raylı sistemlerde meydana gelen kazalar araç trafiğine göre daha az olabilir.

Tramvay hatları, şehrin imajına olumlu etkiler sağlar, şehirdeki modernizasyonu artırır, kentin sosyal boyutunu olumlu etkiler, yaşam kalitesini geliştirir ve şehri daha yaşanabilir hale getirir. Aynı zamanda bu hatlar şehrin ekonomisine büyük katkılar sağlar. Kullanım sıklığı çok yüksek olan bu hatlar şehre büyük ekonomi getirir. Ayrıca yol geçiş üstünlüğü, durak tasarımı gibi tasarım faaliyetleri büyük işletme maliyetleri kazandırarak ekonomiyi de olumlu yönde etkiler. Yapılan çalışmalar neticesinde, tramvay hatları işletim maliyetleri, hattın yapımı için üstlenilen yatırım maliyetlerini 4-5 yıl gibi kısa süre içerisinde kapatmış ve ekonomide büyük canlılık yaratmıştır [7, 8, 9].

## 2. KALERAY

Kırıkkale şehir içi raylı ulaşım sistemle-

ri (Kaleray) şehirdeki toplu taşımacılık anlayışına yeniden yön verecek ve bünyesinde birçok avantajı, yenilikleri taşıyacak olan bir yeniliktir. Türkiye’de bugüne kadar yapılmış olan tüm hafif raylı sistemlerde olduğu gibi, Kaleray’da da ilk öncelik insan güvenliğidir. Bu proje ilk olarak insan güvenliğini amaçlayan toplu taşımacılığı hedeflemiştir. Güvenliğin yanı sıra, çevreyi koruma, maliyet, konforlu ve kolay ulaşım gibi hususlarda göz önüne alınmıştır. Düşük yatırım maliyetiyle dikkat çeken Kaleray, yapılan hesaplamalara göre yatırım maliyeti sonrası, işletmenliğinden kazanılan bütçe ile kendi maliyetini 3 yıl içerisinde tamamlayarak Kırıkkale’ye ekonomi açısından büyük katkılar sağlayacaktır.

Kaleray hattı Şekil 1’de, güzergah ve mesafeler ise Şekil 2’de verilmiştir. Kırıkkale merkezinde TCDD garından başlayıp, Kırıkkale Organize Sanayi Bölgesi’nde son bulan tramvay hattı yaklaşık olarak 12.5 km uzunluğa sahiptir. Hat üzerinde toplam 10 adet durak bulunmaktadır. Bu hat için tasarlanan güzergah şehirdeki tüm önemli noktalardan geçmektedir. Kritik duraklar: TCDD Garı, Otogar, Yüksek İhtisas Hastanesi, Yeni Sanayi Sitesi, Üniversite ve Kırıkkale Organize Sanayi Bölgesi’dir. Kaleray yüksek taşıma kapasitesi ve hızlı taşımacılığı sayesinde, bu önemli noktalardan geçerek insanların kısa sürelerde güvenli bir şekilde ulaşımı sağlanmaktadır. Ayrıca,

Kırıkkale Organize Sanayi Bölgesi’nin ilerisine kurulan yeni inşaat projelerine ulaşım kolaylığı sağlayabilmek için hat uzunluğu artırılabilir. Böylece şehir içerisinde nüfus yoğunluğunun ve trafik sıkışıklığının azaltılması sağlanacaktır.

Kaleray Ankara – Kırıkkale anayolu ortasında bulunan iki bariyer arasındaki boşluk kullanılarak tasarlanmıştır. Bu sayede çok büyük kamulaştırma maliyetleri olmayan bir proje konumundadır. Resim 1’de, hattın yerleştirileceği orta boşluktaki bölge gösterilmiştir.

Kaleray hattının toplam uzunluğu 12,5 km’dir. Tramvay hattı tasarım kriterlerine göre, bu tür hatların genişliği için 7 metrelik bir mesafe yeterlidir. Kaleray hattının dinamik gabari hesapları dikkate alınarak tasarım yapılmıştır. Bu hesaplar ve hattın geçeceği bölgelerdeki genişlik ölçümleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu durumlara göre hattın yapımı için gereken standartlar sağlandığı görülmüştür [1, 6].

Karayolları Genel Müdürlüğü istatistik verilerine göre, gün içerisinde D200 karayolu üzerinden yaklaşık olarak 31.418 [taşıt/gün], D765 karayolu üzerinden ise yaklaşık olarak 21.169 [taşıt/gün] motorlu taşıt geçmektedir. Bu veriler hat üzerindeki yolun ne kadar işlek olduğunun bir göstergesidir. Yapılması düşünülen tramvay hattı buradaki işlek yolun yükünü hafifletecektir. Bu sayede kaza olma riskleri de azalacaktır [2].

### 2.1 Kaleray Yatırım Maliyeti

Kaleray, Türkiye’de bulunan günümüzdeki diğer modernize tramvay hatlarına göre daha uygun yatırım maliyeti ile dikkat çekmektedir. Hattın kurulması düşünülen güzergahın engebesiz bir yapıya sahip olması en büyük maliyet avantajlarından bir tanesidir. Arazi koşullarının elverişli olması yapılacak olan bir altyapı çalışmasının daha uygun maliyetler meydana getirdiği görülmektedir. Diğer bir maliyet avantajı ise hat üzerinde kamulaştırılacak herhangi bir alan yoktur. Kamuya ait bir alanın alınması da yine en büyük yatırım maliyet avantajlarından birisidir.



Resim 1. Hattın Yerleştirileceği Orta Boşluk Bölgesi



Şekil 1. Kaleray Hattı



Şekil 2. Güzergah ve Mesafeleri

<sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr., Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale Üniversitesi, btldgn@gmail.com

<sup>2</sup> kablan.adem@hotmail.com

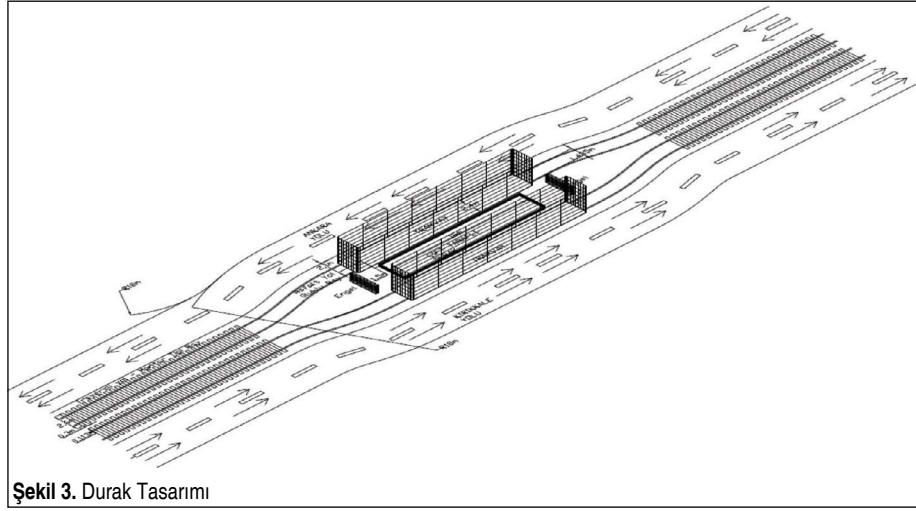
Hat için kullanılacak malzemelerin yerli üretim malzemeler olması iç piyasa açısından önem arz etmektedir. Hat için gereken ray, tramvay, travers gibi malzemeler tamamen yerli üretim malzemelerden olacak şekilde tasarımı yapılmıştır. Hattın büyük yatırım maliyetlerini altyapı çalışmaları, üst yapı mekanik çalışmaları, elektrik sistemi ve köprü yapım çalışmaları etkilemektedir.

Kırıkkale raylı toplu taşıma sisteminin yapımı için yaklaşık olarak 70.000.000 TL kadar bir yatırım gerekmektedir. Bu güzergahta tahmini yolcu taşıma kapasitesi gün içerisinde 75.000 [yolcu/gün] olacağından hat için gereken yatırım maliyetinin, yaklaşık 3 yıl içerisinde işletmenlik maliyeti sayesinde kendisini tamamlayacaktır. Bu sayede Kırıkkale'nin ekonomisi büyük ölçüde olumlu etkilenecektir. Projede yer alan büyük kalemlerin yatırım maliyetleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

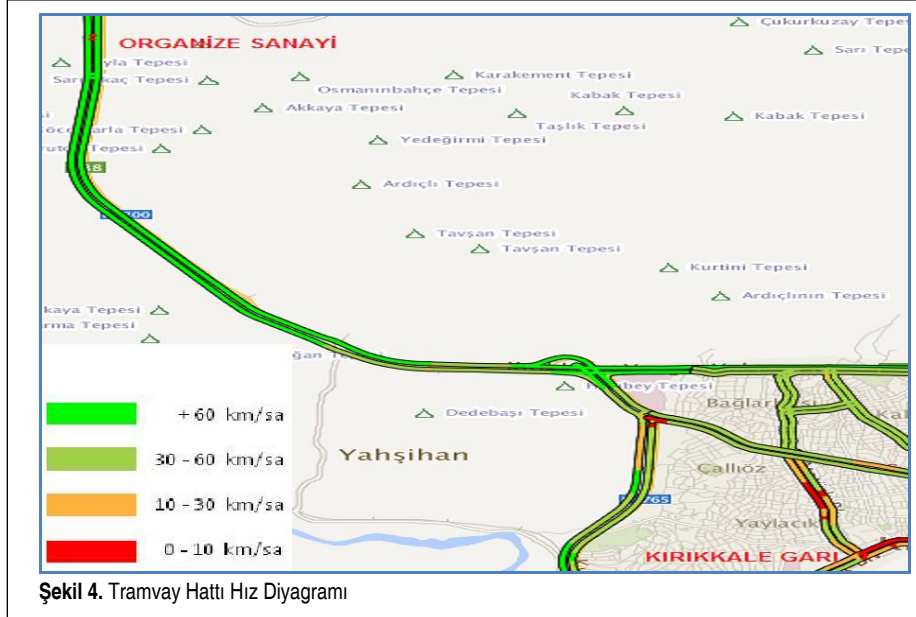
## 2.2 Kaleray İşletmenlik Maliyeti

Hattın tasarımı yapılırken işletmenlik maliyetleri de göz önünde bulundurulmuştur. İşletmenlik maliyetlerini olumlu etkilemesi açısından Şekil 3'te görüldüğü gibi durak tasarımı yapılmıştır. Bu durak tasarımı da yine standartlara uygun olarak tramvay tasarım kriterlerine göre çizilmiştir.

Tramvaylar platform bölgelerine yaklaşırken hızlarının düşmesi gerekmektedir. Bu hız düşüklüğü işletmenlik maliyetini olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuzluğu minimuma çekmek için platform tasarımları üzerinde çalışmalar yapıldı. Çalışmalar sonucunda bu olumsuzluk için düşünülen platform sistemi Şekil 3'teki gibi tasarlanan platform sistemidir. Bu tasarım sayesinde işletmenlik maliyetini olumsuz etkileyen hız düşüklüğü problemi minimum seviyeye indirilmiştir. Hat üzerinde Kırıkkale Or-



Şekil 3. Durak Tasarımı



Şekil 4. Tramvay Hattı Hız Diyagramı

ganize Sanayi'den Çallıöz Köprüsü'ne kadar olan uzaklıktaki tüm duraklarda, durak mesafesi boyunca hat genişletilme çalışması yapılması gerekmektedir. D200 ve D765 karayollarında yapılan ölçümler neticesinde bu genişletilmeler için yeterli genişlik bulunmaktadır.

Kaleray hattında hemzemin yaya geçidi metodu uygulamaları yapılacaktır. Yayaların geçeceği noktalarda bir ışıklandırma sistemi tasarlanmıştır. Ayrıca du-

rak noktalarına yakın bölgelerde uyarı levhaları kullanılacaktır. Kaleray hattında kullanılacak olan sinyalizasyon sistemi trafik üzerindeki ışıklandırma sistemleriyle bağlantılı çalışacaktır.

Toplu taşımacılık sektöründe hız kavramının önemi çok büyüktür. İşletmenlik maliyetini etkileyen en önemli faktörlerden biride hızdır. Kırıkkale şehir içi raylı toplu taşıma sisteminde tasarımlar yapılırken hız faktörü de göz önünde bulundurulmuştur. Standartlara uygun olarak dizayn edilen hız tasarımı Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde, tramvayın güzergah üzerinde hızının çok az bir bölgede düştüğü gözlemlenmiştir. Bu durumda işletme maliyetindeki olumsuzluğu minimum seviyeye

Tablo 1. Projedeki Önemli Kalemlerin Yatırım Maliyetleri

YAPILAN ÇALIŞMANIN ADI	TOPLAM MALİYETİ
Ray ve Ray Malzemeleri Temini, Tramvay Temini, Mekanik Çalışmalar	24.828.941,39
Elektrik ve Sinyalizasyon Çalışmaları	30.475.689,72
İnşaat ve Altyapı Çalışmaları	11.539.710,00

Tablo 2. Ortalama Enerji Tüketimi

AY / GÜN	TOPLAM ENERJİ TÜKETİMİ (kWh)	AYLIK TOPLAM KİLOMETRE	AYLIK TAŞINAN YOLCU SAYISI	1 KM İÇİN HARCANAN TOPLAM ENERJİ (kWh)	1 YOLCU İÇİN HARCANAN TOPLAM ENERJİ (kWh)
OCAK / 31	681.800	132.000	2.000.000	5,2	0,34
ŞUBAT / 28	486.600	120.000	1.800.000	4,0	0,27
MART / 31	589.300	132.000	2.200.000	4,5	0,26
NİSAN / 30	495.700	128.000	2.100.000	3,9	0,23
MAYIS / 31	589.300	132.000	2.200.000	4,5	0,26
HAZİRAN / 30	495.700	128.000	2.000.000	3,9	0,24
TEMMUZ / 31	466.600	110.000	1.300.000	4,2	0,35
AĞUSTOS / 31	466.600	110.000	1.300.000	4,2	0,35
EYLÜL / 30	472.300	125.000	1.800.000	3,8	0,26
EKİM / 31	492.400	128.000	1.900.000	3,8	0,26
KASIM / 30	495.700	128.000	1.900.000	3,9	0,26
ARALIK / 31	724.100	132.000	2.000.000	5,5	0,36
GENEL	6.456.100	1.465.000	22.500.000	4,3	0,29

çekmektedir. İşletmenin azaltılmasına yönelik tedbirler hattın yapımı için gerekli olan yatırım maliyetinin karşılanması konusunda süreyi daha da kısaltmaktadır.

Kırıkkale ili için yapılan araştırmalarda tramvay hattının kullanılmasında yolcu taşıma yoğunluğu dönem dönem değişmektedir. Bu durum işletmenlik maliyetini en büyük ölçüde etkileyen faktördür. Kırıkkale ilinde her dönem değişen yaklaşık yolcu taşıma miktarına ve toplam kilometreye bağlı olarak tramvayın enerji tüketimi Tablo 2'de gösterilmiştir.

Eğitim dönemleri, tatil dönemleri gibi faaliyetler şehirdeki nüfus yoğunluğuna etki göstereceği için Tablo 2'de görüldüğü üzere, her dönem (gün, ay, mevsim) için değerler değişmektedir. Buna bağlı olarak enerji tüketimi değerleri etkilenmektedir. Bu durum işletmenlik maliyetini en çok etkileyen durumlardandır. Buradaki değerlere göre yapılan hesaplamalara birde bakım onarım masrafları eklendiğinde, Kaleray projesi için gerekli olan yatırım maliyetinin geri kazanılması yaklaşık 3 yıldır. Yani hattın 3 yıl boyunca düzenli bir şekilde işletilmesi, verilen yatırım miktarını tamamen kapatacak ve bu süre sonunda artık maddi kazanım sağlanmaya başla-

yacaktır. Hattın rutin olan ve rutin olmayan muhtemel riskli işletme giderleri fizibilite çalışmasında dikkate alınmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Kırıkkale ili şehir içi taşımada kullanılacak hafif raylı sistemlerin projelendirilmesi, maliyet analizi ve işletmeye yönelik hesapları yapılmıştır. Kırıkkale nüfusunun sürekli artması neticesinde ortaya çıkan trafik yük yoğunluğunu azaltmak amacıyla Kaleray tasarlanmıştır. Son 5 yıl içerisindeki trafik yük yoğunluğu ve nüfus araştırmaları dikkate alındığında hem çevre hem de ekonomi açısından Kırıkkale ilinde yapılacak raylı taşıma sistemleri uygulanabilir görünmektedir. Yatırım maliyetinin ne kadar süre içerisinde geri kazanım sağlayacağı belirlenmiştir. Bu durumlar sayesinde şehrin ekonomik yapısına büyük katkılar sağlanacaktır.

Kırıkkale İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan bir ilimizdir. Kaleray şehrin görüntüsüne, trafiğine ve turizme katkı sağlayacaktır. Çağın modern anlayışına göre dizayn edilmiş olan şehir içi raylı toplu taşıma sistemi, şehrin imajını olumlu yönde değiştirecektir. Dünya çapında büyük önemi olan hafif raylı toplu taşıma sistemlerine ilgi arttırılmalı, ülkemizde çalışmalar bu yönde yoğunlaşarak gelişme göstermelidir.

## KAYNAKÇA

1. TC Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, DLH Genel Müdürlüğü. 2014. Tramvay Tasarım Kriterleri, www.ubak.gov.tr, son erişim tarihi:15.05.2015.
2. Karayolları Genel Müdürlüğü. 2015. Trafik Hacim Haritası, http://www.kgm.gov.tr/, son erişim tarihi:10.05.2015.
3. Karayolları Genel Müdürlüğü. 2015. Trafik Kazaları Özeti, http://www.kgm.gov.tr/, son erişim tarihi:10.05.2015.
4. Türkiye İstatistik Kurumu. 2015. Konularına Göre İstatistikler - Kırıkkale Motorlu Taşıt İstatistikleri, http://www.tuik.gov.tr, son erişim tarihi:12.04.2015.
5. Türkiye İstatistik Kurumu. 2015. Konularına Göre İstatistikler - Kırıkkale İl Nüfusu, http://www.tuik.gov.tr, son erişim tarihi: 12.04.2015.
6. Ögüt, K., Evren G. 2006. "Türkiye'de Kentel Raylı Sistemlerin Gerekliliği ve Uygulamada Dikkat Edilecek Hususlar," Uluslararası Demiryolları Sempozyumu, Ankara-İstanbul, 16 Aralık 2006, İstanbul.
7. Aydın, G., Ögüt, K. 2008. "Avrupa ve Türkiye'de Lojistik Köyleri," 2. Uluslararası Demiryolları Sempozyumu, 15-17 Ekim 2008, İstanbul.
8. Gedizoğlu, E., Ögüt, K. 1999. "Türkiye'deki Kent içi Raylı Ulaşım Sistemleri," Kentel Raylı Ulaşım Sempozyumu, 13 Nisan 1999, Eskişehir.
9. Evren, G., Ögüt, K. 1998. "Ülkemizde Kentel Raylı Sistemlerin Gelişimi," TMMOB IMO 4. Ulaştırma Kongresi, 3-5 Haziran 1998, Denizli. ■