



**HEMZEMİN GEÇİTLERDE MEYDANA GELEN KAZALARA ETKİ EDEN
FAKTÖRLERİN LOJİSTİK REGRESYON MODELLEMEYLE
BELİRLENMESİ**

Ahmet Derya ATEŞ

**YÜKSEK LİSANS
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2019

Ahmet Derya ATEŞ tarafından hazırlanan “HEMZEMİN GEÇİTLERDE MEYDANA GELEN KAZALARA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN LOJİSTİK REGRESYON MODELLEMEYLE BELİRLENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kürşat YILDIZ

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Hayri ULVİ

Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa DAYI

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Düzce Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 04 / 01 / 2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ahmet Derya ATEŞ

04 / 01 / 2019

HEMZEMİN GEÇİTLERDE MEYDANA GELEN KAZALARA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN LOJİSTİK REGRESYON MODELLEMEYLE BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Ahmet Derya ATEŞ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2019

ÖZET

Demiryolları, konforlu, ekonomik ve güvenli bir ulaşım aracı olması sebebiyle tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de hızla gelişmektedir. Buna bağlı olarak demiryolu ulaşımının güvenliği için alınacak tedbirlerle ilgili çalışmalar da arttırılmış, çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Demiryolu taşımacılığında kaza riskinin en yüksek olduğu kesimler olan hemzemin geçitlerde, 2013 yılında Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Demiryolu Hemzemin Geçitlerinde Alınacak Tedbirler ve Uygulama Esasları Hakkındaki Yönetmelik” kapsamında belirtilen hususlar çerçevesinde, ya iyileştirmeler yapılmakta ya da Yönetmeliğe uymayan hemzemin geçitler kapatılarak yerine alt veya üstgeçit yapılmaktadır. Bu çalışmada 2008, 2009, 2013 ve 2014 yıllarında kaza meydana gelen hemzemin geçitler ve bu yıllarda kaza meydana gelmemiş hemzemin geçitlerden oluşturulan gruplar ele alınmış, lojistik regresyon modelleme yöntemiyle istatistiksel analizler yapılarak hemzemin geçitlerin ilgili Yönetmelikte yer alan fiziksel özellikleri ve trafik yoğunluğu parametrelerinin kazalar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda hemzemin geçitlerin cinsi ve açıklığı parametrelerinin kazalar üzerinde bağımsız belirleyici olduğu görülürken seyir momentinin bağımsız belirleyici olmadığı görülmüştür. Fakat tanımı hemzemin geçitten bir yılda geçen karayolu ve demiryolu araçlarının sayılarının günlük ortalama değerlerinin çarpımı olan seyir momenti değerinin kazalar üzerinde bağımsız belirleyici olmadığı sonucu, bu parametrenin bileşenlerinin kazalar üzerinde bağımsız belirleyici olup olmadığı merakını doğurmuştur. Bu duruma göre hemzemin geçit cinsi, açıklığı, 24 saatte geçen yıllık ortalama karayolu aracı sayısı ve 24 saatte geçen yıllık ortalama tren sayısı parametreleriyle yeni bir lojistik regresyon modeli oluşturulmuştur. Bu modelin analizi yapıldığında ise hemzemin geçit cinsi ve 24 saatte geçen yıllık ortalama karayolu aracı sayısı parametrelerinin hemzemin geçitlerde meydana gelen kazalar üzerinde bağımsız belirleyiciler olduğu görülmüştür.

Bilim Kodu : 91124

Anahtar Kelimeler : Hemzemin geçit, kaza, seyir momenti, lojistik regresyon

Sayfa Adedi : 61

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Kürşat YILDIZ

DETERMINATION OF THE PARAMETERS AFFECTING ON THE LEVEL
CROSSING ACCIDENTS BY LOGISTIC REGRESSION MODELLING (M. Sc. Thesis)

Ahmet Derya ATEŞ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2019

ABSTRACT

As being comfortable, economic and safe way of transportation, railways are developing rapidly in our country likewise in all around the whole world. Therefore, studies have been increased while various regulations have been made for the safety of railway transportation. Level crossings, where the risk of accidents is highest in the railway transportation, are being improved or closed by constructing overpass or underpass instead within the framework of the clauses specified in the "Regulations Regarding the Measures to be Taken in the Railway Crossing Passages and the Implementation Principles" which is published in The Official Gazette in 2013. In this retrospective case control study, two groups are composed by the level crossings that accident occurred and not occurred on, in the years 2008, 2009, 2013 and 2014. It is studied and statistical analyzes were carried out by logistic regression modeling to investigate the effects of physical characteristics and the traffic volume parameters of the level crossings on the accidents. First results of the study showed that the parameters of type and width of level crossing are independent determinants for level crossing accidents, while the parameter of traffic moment is not. As traffic moment is found as not an independent determinant for accidents, it is wondered if the components of this parameter are independent determinants or not. Therefore, by taking out traffic moment parameter, a new logistic regression model was carried out while adding annual average daily vehicle and train count parameters to find out independent determinants. The last results showed that the type of level crossing and the annual average daily vehicle count parameters are independent determinants for level crossing accidents.

Science Code : 91124

Key Words : Level crossing, accident, traffic moment, logistic regression

Page Number : 61

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Kürşat YILDIZ

TEŞEKKÜR

Bu çalışma boyunca bilgi ve tecrübesiyle bana büyük destek sağlayan çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Kürşat YILDIZ'a, istatistiksel analizlerin hazırlanmasında yardımını esirgemeyen Doç. Dr. Hasan ÖRKÇÜ ve Araş. Gör. Emre KOÇAK'a, çalışmalarım sırasında bana yol gösteren Şube Müdürüm Dr. Varol AKAR'a, yüksek lisans eğitimin boyunca her türlü desteği sağlayan İnşaat Yüksek Mühendisi Tolga YILMAZ'a ve bu tezin hazırlanmasında büyük katkısı olan Doç. Dr. Sezcan MÜMÜŞOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca bu çalışmanın temelini oluşturan verileri kullanmamda gerekli izni sağlayan personeli bulunduğum TCDD Genel Müdürlüğü'ne de özel olarak teşekkür ederim. Son olarak, bugünlere gelmemde hayatları boyunca hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan aileme, bana her günümde olduğu gibi bu çalışma boyunca da koşulsuz destek olan sevgili eşim Leyla'ya sonsuz teşekkür ederim. Bu çalışmayı biricik kızlarım Elif Su ve Duru Nehir'e ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	3
3. HEMZEMİN GEÇİTLERLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR, KRİTERLER VE HEMZEMİN GEÇİT KAZALARI	7
3.1. Hemzemin Geçitler.....	7
3.1.1. Hemzemin geçit cinsleri	8
3.2. Hemzemin Geçit Kazaları.....	13
3.3. Hemzemin Geçit Yönetmeliğinde Yer Alan Kriterler	17
3.3.1. Karayolu aracının görüş mesafesi	17
3.3.2. Demiryolu aracının görüş mesafesi	18
3.3.3. Kurp bilgisi.....	18
3.3.4. Kurp geçiş eğrisi	19
3.3.5. Verevlik	19
3.3.6. Seyir momenti	20
3.3.7. Demiryolunun eğimi.....	23

3.3.8. Hemzemin geçit açıklığı.....	23
4. MATERYAL - METOT	25
4.1. Veri Tanıtımı.....	25
4.2. Metot	27
4.2.1. Normallik testi.....	28
4.2.2. Parametrik olmayan testler	29
4.2.3. Ki-Kare bağımsızlık testi.....	29
4.2.4. Lojistik regresyon analizi	29
4.2.5. Lojistik regresyonda açıklayıcılık katsayıları	31
5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME.....	33
5.1. Bulgular.....	33
5.1.1. Kategorik verilerin dağılımı	33
5.1.2. Kategorik olmayan verilerin dağılımı.....	35
5.1.3. Normallik testi.....	45
5.1.4. Parametrik olmayan testler	46
5.1.5. Ki-kare testi	47
5.1.6. Lojistik regresyon analizi	47
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	61

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. 2012 yılında hemzemin geçit tipleri ve sayılarının bölgelere göre dağılımı.....	8
Çizelge 3.2. 2016 yılında hemzemin geçit tipleri ve sayılarının bölgelere göre dağılımı.....	8
Çizelge 3.3. 2008-2016 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen demiryolu kazası sayıları	14
Çizelge 3.4. 2008-2016 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen demiryolu kazaları sonucu ölü ve yaralı sayıları.....	15
Çizelge 4.1. TCDD Bölge Müdürlükleri mntıkasında 2008,2009,2013 ve 2014 Yıllarında meydana gelen hemzemin geçit kaza sayıları	26
Çizelge 5.1. Hemzemin geçitlerin geçit cinsine göre dağılımları.....	34
Çizelge 5.2. Hemzemin geçitlerin kurp yarıçaplarına göre dağılımları	35
Çizelge 5.3. Hemzemin geçitlerin açıklık, seyir momenti, 24 saatte geçen araç ve tren sayıları, görüş mesafeleri, demiryolu eğimi ve verevlik açısı verilerinin Kaza ve Kontrol Grupları için ortalama ve standart sapma değerleri	36
Çizelge 5.4. Çalışmada yer alan tüm hemzemin geçitlerin açıklık, seyir momenti, 24 saatte geçen araç ve tren sayıları, görüş mesafeleri, demiryolu eğimi ve verevlik açısı verilerinin ortalama ve standart sapma değerleri	36
Çizelge 5.5. Seyir momenti veri istatistikleri.....	37
Çizelge 5.6. Açıklık veri istatistikleri	38
Çizelge 5.7. 24 Saatte geçen ortalama araç sayısı veri istatistikleri	39
Çizelge 5.8. 24 Saatte geçen ortalama tren sayısı veri istatistikleri.....	40
Çizelge 5.9. Demiryolu aracı görüş mesafesi veri istatistikleri	41
Çizelge 5.10. Karayolu aracı görüş mesafesi veri istatistikleri.....	42
Çizelge 5.11. Demiryolu eğimi verilerinin veri istatistikleri	43
Çizelge 5.12. Verevlik açısı veri istatistikleri	44
Çizelge 5.13. Normallik testi sonuçları.....	45

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.14. Parametrik olmayan Mann Whitney U Test sonuçları.....	46
Çizelge 5.15. Kategorik bağımsız değişkenler için uygulanan Ki-kare test sonuçları.....	47
Çizelge 5.16. Omnibus test sonuçları.....	48
Çizelge 5.17. Modelin uyum iyiliği.....	48
Çizelge 5.18. Modelin lojistik regresyon sonuç tablosu	49
Çizelge 5.19. 2. Modelin Omnibus test sonuçları	51
Çizelge 5.20. 2. Modelin uyum iyiliği	51
Çizelge 5.21. 2. Modelin lojistik regresyon sonuç tablosu	52

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. 2008-2016 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen demiryolu kazalarının yüzde dağılımları.....	14
Şekil 3.2. 2008-2016 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen demiryolu kazaları sonucu ölü sayılarının kaza tiplerine göre dağılımı	15
Şekil 3.3. 2008-2016 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen demiryolu kazaları sonucu yaralı sayılarının kaza tiplerine göre dağılımı	16
Şekil 3.4. 2008-2016 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen demiryolu kazalarının kaza tiplerine göre dağılımı.....	17
Şekil 3.5. Karayolu aracı görüş mesafesi.....	18
Şekil 3.6. Demiryolu aracı görüş mesafesi	18
Şekil 3.7. Verevlik açıları	20
Şekil 4.1. İstatistiksel metot algoritması	28
Şekil 5.1. Hemzemin geçitlerin geçit cinsine göre dağılımları.....	34
Şekil 5.2. Hemzemin geçitlerin kurp yarıçaplarına göre dağılımları.....	35
Şekil 5.3. Seyir momenti verilerinin dağılım grafiği	37
Şekil 5.4. Açıklık dağılım grafiği	38
Şekil 5.5. 24 saatte geçen ortalama araç sayısı dağılım grafiği	39
Şekil 5.6. 24 saatte geçen ortalama tren sayısı dağılım grafiği.....	40
Şekil 5.7. Demiryolu aracı görüş mesafesi dağılım grafiği	41
Şekil 5.8. Karayolu aracı görüş mesafesi dağılım grafiği	42
Şekil 5.9. Demiryolu eğimi dağılım grafiği	43
Şekil 5.10. Verevlik açısı dağılım grafiği	44

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Bekçili bariyerli hemzemin geçit	9
Resim 3.2. Uzaktan idareli hemzemin geçit bariyer kumanda kolu	10
Resim 3.3. Uzaktan idareli hemzemin geçit bariyer sistemi	10
Resim 3.4. Otomatik bariyerli hemzemin geçit	11
Resim 3.5. Flaşerli, canlı, bariyersiz hemzemin geçit	12
Resim 3.6. Serbest (çapraz işaretli) hemzemin geçit	12
Resim 3.7. Flaşerli, canlı, otomatik bariyerli hemzemin geçit	13
Resim 3.8. Yatay kurpta bulunan hemzemin geçit	19
Resim 3.9. Otomatik bariyerli hemzemin geçit (Hemzemin geçit açıklığı)	24
Resim 3.10. Geniş karayolu açıklığına sahip hemzemin geçitlerde bariyer örnekleri....	24

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

km/sa

Kilometre / saat

m

Metre

n

Veri sayısı

r

Yarıçap

Kısaltmalar

Açıklamalar

24 S.G.O.A.S

24 saatte geçen günlük ortalama araç sayısı

24 S.G.O.T.S

24 saatte geçen günlük ortalama tren sayısı

ABD

Amerika Birleşik Devletleri

SPSS

Statistical Package for the Social Sciences

TCDD

Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları

YHT

Yüksek Hızlı Tren

YOGT

Yıllık ortalama günlük trafik

1. GİRİŞ

Türkiye’de 2016 yılı sonu itibariyle demiryolu ve karayolu trafiğine hizmet eden 3010 adet hemzemin geçit olduğu bilinmektedir [1]. Demiryolu taşımacılığında en fazla kaza meydana gelen kesimler hemzemin geçitler olduğu bilinmekle beraber, son yıllarda yapılan düzenlemelerle kaza sayılarında önemli bir düşüş gözlenmektedir.

2013 yılında Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Demiryolu Hemzemin Geçitlerinde Alınacak Tedbirler ve Uygulama Esasları Hakkında Yönetmelik”, demiryolu hemzemin geçitlerinin ve bunlara ait koruma sistemlerinin yapımına, bakımına, işletilmesine ve işaretlemesine ilişkin standartları, usul ve esasları, ilgililerin yetki ve sorumluluklarını belirleyerek demiryolu hemzemin geçitlerinde demiryolu ve karayolu trafiğinin düzenini ve güvenliğini sağlamayı amaçlamaktadır [2].

Ülkemizde, hemzemin geçitlerde meydana gelen kazalarla ilgili çalışma sayısı ABD, Kanada gibi ülkelere göre oldukça azdır. Yurtdışı kaynaklı çalışmaları incelediğimizde, hemzemin geçitler ve buralarda oluşan kazalarla ilgili veri kayıtlarının çok detaylı ve sağlıklı olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak, bu konuda yapılan çalışmalar da geniş kapsamlı olmakta; bunun sonucunda kazaları önlemek için yapılan tespit ve öneriler de daha sağlıklı ve etkili olmaktadır.

Bu çalışmada, 2008-2009 ve 2013-2014 yıllarında ülkemizdeki hemzemin geçitlerde meydana gelen kazalar ele alınmış olup, TCDD İşletmesi Genel Müdürlüğü’nden yazılı izinle alınmış gerçek veriler kullanılarak hemzemin geçitlerin tipi, fiziksel özellikleri, trafik yoğunluğu (seyir momentü) gibi özelliklerinin kazalara etkisi irdelenmiştir. Buna göre, ilgili Yönetmeliğe paralel kriterlerin lojistik regresyon yöntemiyle analizleri yapılarak, hangi kriterlerin kazalar üzerinde daha etkili olduğu ortaya çıkarılmış ve bunlarla ilgili öneriler getirilmiştir.

“Demiryolları bir ülkeyi uygarlık ve refah ışıkları ile aydınlatan kutsal bir meşaledir.”
Mustafa Kemal ATATÜRK

2. LİTERATÜR TARAMASI

Yurtiçinde ve ağırlıklı olarak yurtdışında, hemzemin geçitlerde meydana gelen kazalara etki eden faktörle birlikte kazaların şiddeti, sıklığı, tipi ve bunlarla ilgili önleyici tedbirleri inceleyen birçok akademik çalışma yapılmıştır.

Russo ve Savolainen hemzemin geçitlerde meydana gelen kazaların şiddeti ve sıklığının, tren hızı, karayolu araç sürücüsünün yaşı, cinsiyeti ve hemzemin geçitten geçiş şekliyle ilişkili olduğunu yaptıkları lojistik regresyon modellemeyle ortaya çıkarmışlardır [3].

Dabbour, ABD’de 2005-2015 yılları arasında meydana gelen hemzemin geçit kazalarını incelemiş ve lojistik regresyon analizi yöntemiyle, kazalarda karayolu aracı sürücüsünün 65 yaş ve üzeri olmasının kaza riskini arttırdığını, 21 yaş ve altı sürücülerde kaza oranının düştüğünü, hava durumunun elverişsiz olduğu ve gökyüzünün karanlık olduğu durumlarda sürücülerin dikkatinin artmasından dolayı kaza riskinin azaldığını, bununla birlikte dondurucu soğuk havanın, ağır vasıtaların ve karayolu aracının görüş açısının yetersiz olması gibi durumların kazalarda belirleyici bir rol oynamadığını tespit etmiştir [4].

ABD Ulaştırma Bakanlığı, Demiryolu İdaresinin 2016 yılında yayınladığı raporda, 2005-2014 yılları arasında meydana gelen hemzemin geçit kazalarında karayolu araç sürücüsü karakteristikleri, mevsimsel faktörler ve zamansal faktörlerin etkili olduğu belirtilmiş bu faktörlerle ilgili detaylı çalışmalara yer verilmiştir. Örneğin kaza yapan sürücülerin yaş ortalaması 42,24 iken Cuma ve Cumartesi günleri kaza yapan sürücü yaşı ortalaması 35,37’ye düştüğü belirtilmiştir. Ayrıca en çok kaza meydana gelen ayın Ocak ve Şubat ayları olduğu belirtilmiş olup, günışığının mevsimsel olarak kazalara etkisini araştırmak için Haziran ve Aralık ayında meydana gelen kazalar saatlik olarak kıyaslanmış, sonuç olarak Aralık ayında 17:00 - 21:00 saatleri arasında meydana gelen kazaların aynı saat aralığında Haziran ayında meydana gelen kazalardan %25-30 fazla olduğu belirlenmiştir [5].

Erdoğan ve Dikmen, çalışmalarında hemzemin geçit kazalarına etki eden faktörleri trafik koşulları, çevresel koşullar, teknik etmenler ve insan kaynaklı etmenler olarak dört ana başlıkta toplamışlardır. Ayrıca Torbalı-Ödemiş ve Çatal-Tire hattında 10 adet hemzemin

geçit ele alarak, bu hemzemin geçitlerin fiziksel, çevresel ve trafik özelliklerine bağlı olarak Risk Ölçüm Modeliyle bu hemzemin geçitler için Hemzemin Geçit Risk Katsayısı hesaplamışlardır [6].

Fitzpatrick, Carlson, Bean ve Bartoskewitz, bariyerli hemzemin geçitlerdeki karayolu araçları geçiş ihlallerini incelemiş ve ele aldıkları 19 adet hemzemin geçitteki tren ve karayolu trafik hacmi, hemzemin geçit üzerindeki karayolu şerit sayısı (hemzemin geçit genişliği), tren hızı, görüş mesafeleri ve geçmiş kaza istatistiklerini kullanarak istatistiksel analizler yapmışlardır. Geçiş ihlalleri üzerinde geçit uyarı süresinin etkili olduğunu, ilave araştırmalarla ihlalleri azaltmak için bu sürelerin düzenlenebileceğini önermişlerdir. Ayrıca toplumsal eğitim ve bilinçlendirmenin önemini vurgulamış, ihlallerin azaltılması için makul bir para cezasının uygulanabileceğini önermiştir [7].

Haque, Bangladeş'in başkenti Dhaka'da bulunan ve Bangladeş Demiryolları Kaza Raporuna göre kaza riski yüksek 4 hemzemin geçidin seyir momenti değerleri, fiziksel özellikleri ve koruma tiplerini ele almıştır. Bütün bu hemzemin geçitlerin seyir momentlerinin yüksek olduğunu, İran, Tayland ve Hindistan yönetmeliklerinde belirtilen sınır seyir momenti değerlerine göre yerlerine alt veya üstgeçit yapılması gerektiğini belirlemiştir. Ayrıca hemzemin geçit uyarı işaretlerinin yetersiz, hemzemin geçitte görevli bekçilerin de eğitimlerinin yetersiz olduğundan bahsetmiştir. Karayolu sürücülerinin de bilinçsiz olduğunu ve çok sık geçiş ihlali yapıldığını belirtmiştir. Öneri olarak seyir momenti yüksek olan bu hemzemin geçitlerin yerine alt veya üstgeçit yapılması gerektiğini, bunun yanında hemzemin geçitlerin ve koruma sistemlerinin bakımlarının yapılması gerektiğini belirtmiştir. İhlalde bulunan sürücüler için ceza kesilmesi gerektiğini ve diğer yasal düzenlemelerin de yapılarak hemzemin geçit kazaları için önlem alınabileceğini belirtmiştir [8].

Eluru, Bagheri, Miranda-Moreno ve Fu, 1997 ve 2006 yılları arasında hemzemin geçitlerde meydana gelen otuz binden fazla kazayı ele almış, bu kazalara karışan sürücülerin yaş, cinsiyet bilgileri, araç tipleri, hemzemin geçit trafik yoğunlukları, hemzemin geçit koruma tipleri, çevre ve zaman etkisi ve kazada araçların rolü gibi faktörlerin kazalardaki etkilerini incelemişlerdir. Yaptıkları istatistiksel analizlerde kesin bir yargıya varamamakla birlikte, analiz sonuçlarına göre geceleyin sert hava koşullarında kaza yapan 40 yaş ve altı minibüs ya da otomobil sürücülerinin bir grupta, 0° altında ve gündüz vakti açık havada kamyonet

kullanan 40 yaş üstü sürücülerin diğer bir grupta toplandığını belirlemişlerdir [9].

Savage, ABD’de 1996-2002 yıllarında 46 eyalette yaşanan olayları inceleyerek, istatistiksel analiz sonucunda eğitim faaliyetlerinin kazalar üzerinde olumlu yönde etkisinin olduğunu ve kaza sayılarını düşürdüğünü belirlemiş fakat kazalara bağlı ölümler üzerinde kesin bir yargıya varabilecek etkisini saptayamamıştır [10].

Hao ve Daniel, ABD’de 2002-2011 yılları arasında meydana gelen hemzemin geçit kazalarını, maddi hasarlı, yaralı olan ve ölümlü olan şeklinde gruplayarak, korumalı ve korumasız hemzemin geçitler için ayrı ayrı olmak üzere, hangi faktörlerin daha etkili olduğunu araştırmışlardır. Sıralı probit modeli ve olabilirlik oran testi uygulayarak belirtilen durumlar için, kaza saati (trafiğin pik saatte olup olmadığı), araç hızı, araç tipi, gökyüzü aydınlık durumu, hava durumu, tren hızı, sürücü yaşı, cinsiyeti, hemzemin geçit kaplama cinsi ve yıllık araç sayısının günlük ortalaması verilerinin kazalara etkisini analiz etmişlerdir. Sonuçta bütün bu faktörlerin her kaza tipine etkisi olduğunu belirlemiş, çalışmalarında her bir faktörün etki yüzdelerini de istatistiksel olarak hesaplamışlardır [11].

Yılmaz, ülkemizdeki demiryolu ağı üzerinde bulunan hemzemin geçit tiplerini, bileşenlerini ve bu hemzemin geçitlerde meydana gelen kaza istatistiklerini incelemiş; yurtdışında kazaları önlemek için yapılan çalışmaları da ele alarak, ülkemizdeki hemzemin geçitlerde meydana gelen kazaları azaltılmasına yönelik önlemler hakkında önerilerde bulunmuştur [12].

Bozalioğlu, TCDD hattında bulunan 5 adet hemzemin geçit üzerinde yaptığı çalışmada, Analitik Hiyerarşi Süreci puanlama yöntemiyle, hemzemin geçitlere ait fiziksel, çevresel, trafik ve teknik özelliklere göre puanlamalar yapmış ve bu puanlamalar doğrultusunda hemzemin geçitler için yapılacak iyileştirmeler hakkında maliyetlerini de irdeleyerek yorumda bulunmuştur. Çalışmasında hemzemin geçitlerde yapılacak iyileştirmelerde sadece seyir momenti kriterinin değil Yönetmelikte belirtilen diğer kriterlerin de göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamıştır [13].

Güncan, Potur ve Petan çalışmalarında Türkiye’deki hemzemin geçitlerin mevcut durumlarını incelerken hemzemin geçitlerde meydana gelen kazalar için geliştirilebilecek bir risk modeli için çeşitli parametreler belirlemişlerdir. Bununla birlikte yurtdışındaki

benzer çalışmalardan bahsederek, Türkiye’deki hemzemin geçitlerde meydana gelen kazalar üzerinde detaylı çalışma yapabilmek için halka açık veriye ulaşılamadığından bahisle, TCDD’den alınacak izinle bu tarz çalışmaların mümkün olabileceğini belirtmişleridir [14].

Literatürdeki çalışmalarda görüldüğü üzere yurtdışında, kazaların meydana geldiği hemzemin geçitler ve meydana gelen bu kazalara ait beşeri ve teknik veriler kullanılarak çeşitli analizler ve istatistiksel çalışmalar yapıldığı görülürken, ülkemizde bu yönde çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir.

Bu bağlamda, ülkemizdeki demiryolu hatlarında 2008-2009 ve 2013-2014 yıllarında meydana gelen hemzemin geçit kazaları ve bu kazaların meydana geldiği hemzemin geçitlere ait veriler toplanarak SPSS yazılımı yardımıyla lojistik regresyon modelleme yöntemiyle, ilgili Yönetmeliğe paralel olarak kazalara etki eden faktörler ve bunlar arasındaki risk değerlendirmesi yapılmıştır.

3. HEMZEMİN GEÇİTLERLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR, KRİTERLER VE HEMZEMİN GEÇİT KAZALARI

Bu bölümde, hemzemin geçitlerle ilgili genel bilgiler ile birlikte çalışmanın kapsadığı 2008-2016 yılları arası meydana gelen hemzemin geçit kazalarıyla ilgili bilgiler verilmiştir.

3.1. Hemzemin Geçitler

Hemzemin geçitler karayolu ve demiryolunun aynı düzeyde birbirini kestiği noktalardır. Ülkemizde hemzemin geçitler sadece konvansiyonel hatlarda (Seyir hızı ≤ 160 km/sa) bulunmakta olup, hızlı tren (HT) ($160 \text{ km/sa} \leq \text{Seyir hızı} < 200 \text{ km/sa}$) ve yüksek hızlı tren (YHT) (Seyir hızı $\geq 200 \text{ km/sa}$) hatlarında güvenlik nedeniyle hemzemin geçitler bulunmamaktadır.

Ülkemizde, hemzemin geçitlerdeki geçiş güvenliğini sağlamak amacıyla hemzemin geçitler çeşitli koruma sistemleriyle donatılmıştır. 2013 yılına kadar TCDD konvansiyonel demiryolu hatlarında bulunan hemzemin geçitler koruma tipine göre 6 gruba ayrılmışken, 2013 yılında Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Demiryolu Hemzemin Geçitlerinde Alınacak Tedbirler ve Uygulama Esasları Hakkında Yönetmelik sonrası serbest (çapraz işaretli), otomatik bariyerli ve bekçili bariyerli hemzeminler olmak üzere üç gruba düşürülmüştür. Flaşerli-çanlı bariyersiz ve çapraz işaretli serbest hemzemin geçitler, “Serbest (Çapraz İşaretli)” başlığı altında toplanırken, otomatik bariyerli ve flaşerli-çanlı otomatik bariyerli hemzemin geçitler ise “Otomatik Bariyerli” başlığı altında toplanmıştır. Uzaktan idareli Bariyerli hemzemin geçitlerin tamamı ise Bekçili Bariyerli tipine dönüştürülmüştür [2].

Yönetmelik öncesi ve sonrası hemzemin geçit tipleri ve sayılarının TCDD bünyesindeki Bölge Müdürlükleri mntikasına göre dağılımı 2012 yılı için Çizelge 3.1’de, 2016 yılı için Çizelge 3.2’de gösterilmiştir [1,15].

Çizelge 3.1. 2012 yılında hemzemin geçit tipleri ve sayılarının bölgelere göre dağılımı

GEÇİT TİPİ	BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ							TOPLAM
	1	2	3	4	5	6	7	
Bekçili Bariyerli	8	31	106	97	5	39	16	302
Uzaktan İdareli Bariyerli	-	-	-	6	-	1	8	15
Otomatik Bariyerli	4	55	148	21	23	1	36	288
Flaşerli-Çanlı-Bariyersiz	72	37	10	44	25	48	6	242
Serbest (Çapraz İşaretli)	60	256	297	359	298	339	687	2296
Flaşerli-Çanlı-Otomatik Bariyerli	36	27	32	30	23	51	9	208
TOPLAM	180	406	593	557	374	479	762	3351

Çizelge 3.2. 2016 yılında hemzemin geçit tipleri ve sayılarının bölgelere göre dağılımı

GEÇİT TİPİ	BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ							TOPLAM
	1	2	3	4	5	6	7	
Bekçili Bariyerli	1	27	103	25	5	52	14	227
Otomatik Bariyerli	99	177	186	127	84	94	80	847
Serbest (Çapraz İşaretli)	27	188	231	325	282	260	623	1936
TOPLAM	127	392	520	477	371	406	717	3010

Aşağıda bu geçit tipleriyle ilgili bilgiler verilmiştir.

3.1.1. Hemzemin geçit cinsleri

Bekçili Bariyerli Hemzemin Geçitler

Özellikle şehir içindeki ve yerleşim yerleri dışındaki trafiği yoğun hemzemin geçitlerde geçiş güvenliğini sağlamak için demiryoluna paralel bariyerler konulur ve bu bariyerlerin idaresi için de bekçiler görevlendirilir. Geçit yakınında bulunan bir kulübe ya da barakada görevli olan bekçiler, kendilerine bildirilen sürede demiryolunu geçişi kapatarak trenin

emniyetli şekilde hemzemin geçitten geçmesini sağlar ve emniyetli geçişin tamamlandığına emin olduktan sonra bariyerleri kaldırarak geçidi karayolu trafiğine açık hale getirir [16].



Resim 3.1. Bekçili bariyerli hemzemin geçit (Kaynak: <https://karaca.tr.gg/Bariyerler.htm>
Erişim: 12.03.2018 , 23:44)

Uzaktan İdareli Hemzemin Geçitler

Uzaktan idareli hemzemin geçitlerde geçiş güvenliğini sağlamak için demiryoluna paralel bariyerler konulmaktadır. Bu bariyerlerin idaresi tren trafiği dikkate alınarak yakınlarda bulunan gar, istasyon gibi tesislerde bulunan görevliler tarafından yapılmaktadır.



Resim 3.2. Uzaktan idareli hemzemin geçit bariyer kumanda kolu (Kaynak: <https://karaca.tr.gg/Bariyerler.htm> , Erişim: 12.03.2018 , 23:44)



Resim 3.3. Uzaktan idareli hemzemin geçit bariyer sistemi (Kaynak: <https://karaca.tr.gg/Bariyerler.htm> , 12.03.2018 , 23:44)

Otomatik Bariyerli Hemzemin Geçitler

Bu tip hemzemin geçitlerde elektrik devreli raylar bulunur ve tren, hemzemin geçidin belirli mesafe gerisinde yer alan noktaya geldiğinde ray devresini tamamlar. Bu da bariyerlerin otomatik olarak kapanmasını sağlar ve geçiş güvenliği bu şekilde sağlanır [17]. Otomatik bariyerli hemzemin geçitler günümüzde TCDD hemzemin geçit

sınıflandırmasında yer almamakla birlikte 2008 yılındaki kayıtlarda bulunduğu ve bu çalışmada yer alan bazı hemzemin geçitler bu grupta olduğundan burada tanıtılmıştır.



Resim 3.4. Otomatik bariyerli hemzemin geçit (Kaynak: TCDD)

Flaşerli, Canlı, Bariyersiz Hemzemin Geçitler

Bariyerin bulunmadığı bu tip hemzemin geçitlerde, otomatik bariyerlide olduğu gibi tren belirli bir mesafeye geldiğinde rayda bulunan elektrik devresi tamamlanır ve karayolu araçları için uyarı olarak çan ve flaşörler devreye girer. Ayrıca geçit kenarında “serbest hemzemin geçit” işareti de konulur.



Resim 3.5. Flaşerli, çanlı, bariyersiz hemzemin geçit (Kaynak: TCDD)

Serbest (Çapraz İşaretli) Hemzemin Geçitler

Genellikle yerleşim yeri dışında yer alan bu tip hemzemin geçitlerde herhangi bir koruma sistemi bulunmamakla birlikte karayolu araçlarını uyarmak için geçidin her iki tarafına uygun yerlere “serbest hemzemin geçit ikaz işareti” konulur. Karayolu araçları bu tip hemzemin geçitlerden geçerken Karayolu Trafik Kanunu’nda da belirtildiği üzere kendi emniyetlerini sağlamak ve kontrollü bir şekilde geçiş yapmak zorundadırlar [18].



Resim 3.6. Serbest (çapraz işaretli) hemzemin geçit (Kaynak: TCDD)

Flaşerli, Çanlı, Otomatik Bariyerli Hemzemin Geçitler

Otomatik bariyerli hemzemin geçitlerde olduğu gibi trenin belirli bir mesafeye gelmesi ve elektrik devresini tamamlamasıyla bariyerler karayolu geçişini kapatmaktadır. Ayrıca bariyerler kapanırken çan ve kırmızı renkli flaşörler ile de karayolu sürücülerini uyarılmaktadır [17]. Günümüzde ülkemizde kullanılan otomatik bariyerli geçitlerin tamamı bu tiptedir.



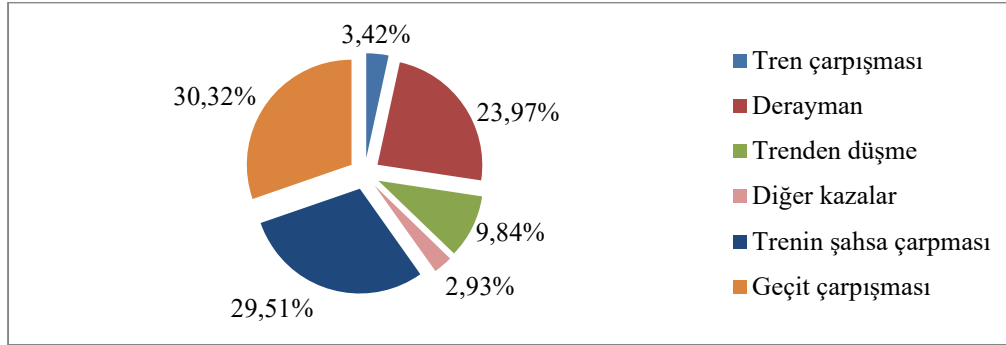
Resim 3.7. Flaşerli, çanlı, otomatik bariyerli hemzemin geçit (Kaynak: TCDD)

3.2. Hemzemin Geçit Kazaları

Karayolu ve demiryolu trafiğinin kesiştiği noktalar olan hemzemin geçitler demiryolları işletmesi bakımından en fazla kazaların olduğu kesimlerdir. 2008-2016 yılları arasında demiryolu hatlarında meydana gelen kaza türleri ve sayıları Çizelge 3.3'te, yüzde dağılımları ise Şekil 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. 2008-2016 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen demiryolu kazası sayıları [1,15]

Kaza Tipi	Yıllara Göre Kaza Sayıları									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	TOPLAM
Tren Çarpışması	16	5	8	8	4	2	2	4	6	55
Derayman	104	63	52	51	32	22	10	28	23	385
Trenden Düşme	47	54	18	17	13	2	3	2	2	158
Diğer Kazalar	8	9	4	3	9	1	3	6	4	47
Trenin Şahsa Çarpması	93	83	66	56	45	29	34	34	34	474
Geçit Çarpışması	118	85	46	42	44	33	41	27	51	487
TOPLAM	386	299	194	177	147	89	93	101	120	1606



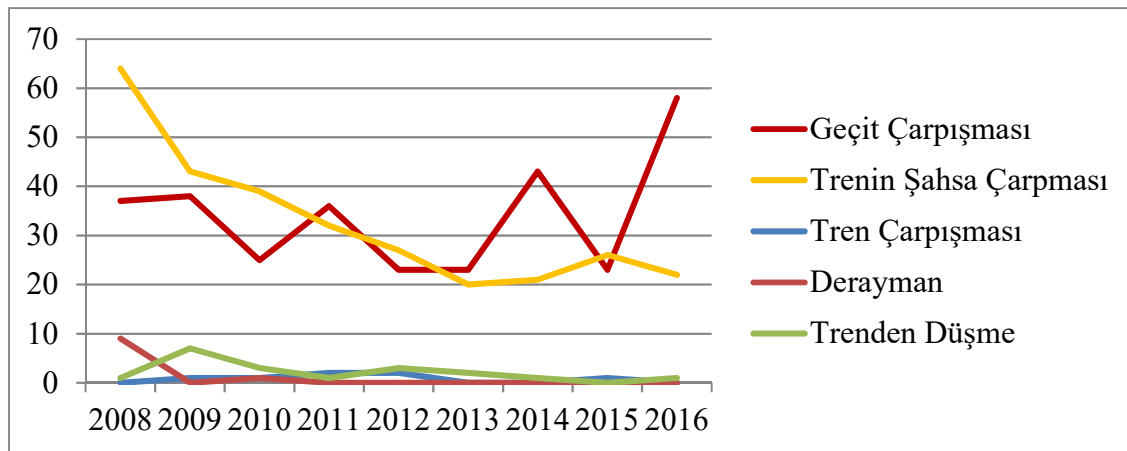
Şekil 3.1. 2008-2016 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen demiryolu kazalarının yüzde dağılımları

Hemzemin geçitlerde meydana gelen kazalar sıklıkla büyük maddi hasarlara yol açmakta hatta ölüm ve yaralanmalarla sonuçlanmaktadır. Çizelge 3.2’de yine 2008-2016 yılları arasında demiryolu hatlarında meydana gelen kazaların türüne göre ölü ve yaralı sayıları verilmiştir.

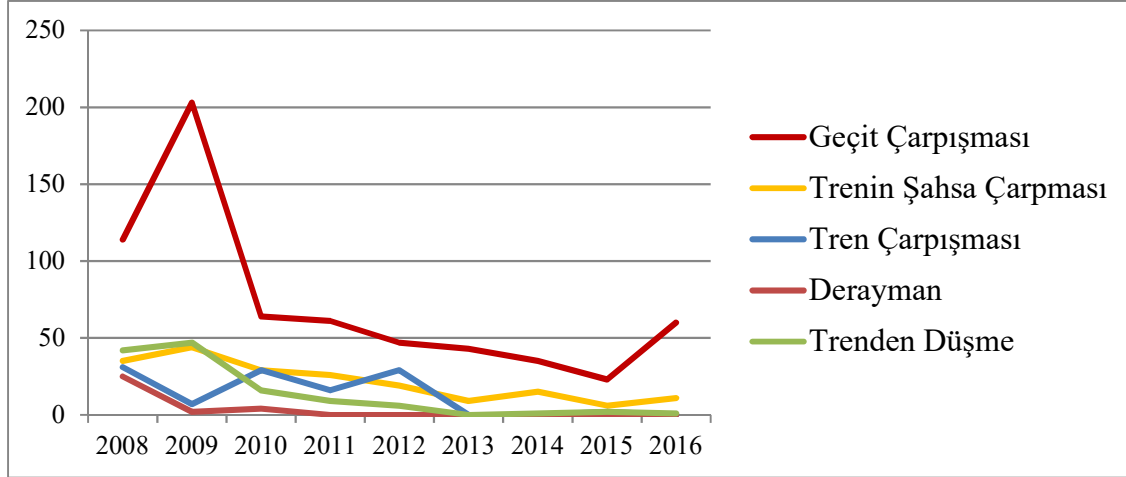
Çizelge 3.4. 2008-2016 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen demiryolu kazaları sonucu ölü ve yaralı sayıları [1,15]

Kaza Tipi	Sonuç	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Toplam
Tren Çarpışması	Ölü	-	1	1	2	2	-	-	1	-	7
	Yaralı	31	7	29	16	29	-	-	2	-	114
Derayman	Ölü	9	-	1	-	-	-	-	-	-	10
	Yaralı	25	2	4	-	-	-	-	-	-	31
Trenden Düşme	Ölü	1	7	3	1	3	2	1	-	1	19
	Yaralı	42	47	16	9	6	-	1	2	1	124
Trenin Şahsa Çarpması	Ölü	64	43	39	32	27	20	21	26	22	294
	Yaralı	35	44	29	26	19	9	15	6	11	194
Geçit Çarpışması	Ölü	37	38	25	36	23	23	43	23	58	306
	Yaralı	114	203	64	61	47	43	35	23	60	650
TOPLAM	Ölü	111	89	69	71	55	45	65	50	81	636
	Yaralı	247	303	142	112	101	52	51	33	72	1113

Çizelge 3.3’te görüldüğü üzere ülkemizde demiryollarında en fazla kaza meydana gelen kesim hemzemin geçitler olurken, kaza sonucu ölü ve yaralı sayılarının da en fazla hemzemin geçit kazalarında olduğu Çizelge 3.4’te görülmektedir. Yaralı ve ölü sayılarının yıllara ve kaza tipine göre dağılımını gösteren grafikler Şekil 3.2. ve Şekil 3.3’te verilmiştir.

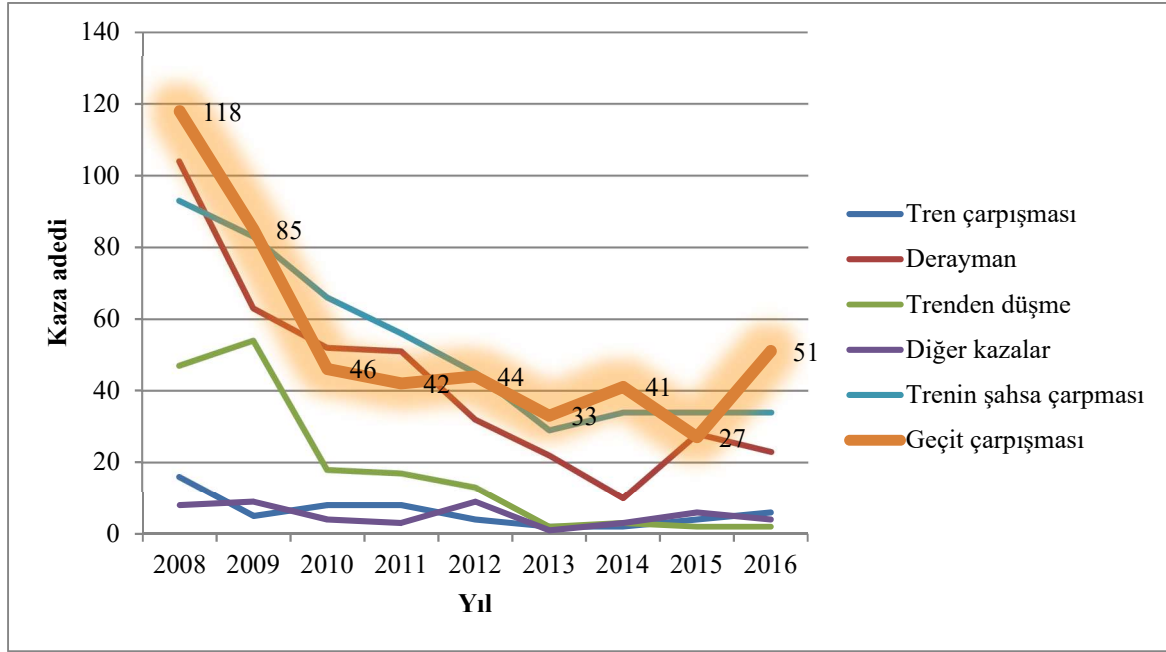


Şekil 3.2. 2008-2016 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen demiryolu kazaları sonucu ölü sayılarının kaza tiplerine göre dağılımı



Şekil 3.3. 2008-2016 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen demiryolu kazaları sonucu yaralı sayılarının kaza tiplerine göre dağılımı

Çizelge 3.3’te görüleceği üzere 2008-2016 yılları arasında meydana gelen toplam 1606 demiryolu kazasının 487 adedi hemzemin geçitlerde meydana gelmiştir. Bu da belirtilen yıllar arasındaki tüm kazaların %30,32’sine eşittir ve kaza tipleri içindeki en yüksek orandır. Bununla birlikte hemzemin geçit kazası sayısında, 2008 yılından başlayarak 2016 yılına doğru genel bir düşüş görülmektedir. Burada başlıca etken TCDD tarafından hemzemin geçitlerde alınan tedbirlerin artırılmasıdır. Özellikle de 03.07.2013 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Demiryolu Hemzemin Geçitlerinde Alınacak Tedbirler ve Uygulama Esasları Hakkında Yönetmelik”, hemzemin geçitlerdeki yapım, bakım, işletme ve işaretlemesine ilişkin standartları, ilgililerin yetki ve sorumluluklarını belirleyerek demiryollarındaki en riskli kesimler olan hemzemin geçitler için önemli düzenlemeler getirmiştir.



Şekil 3.4. 2008-2016 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen demiryolu kazalarının kaza tiplerine göre dağılımı

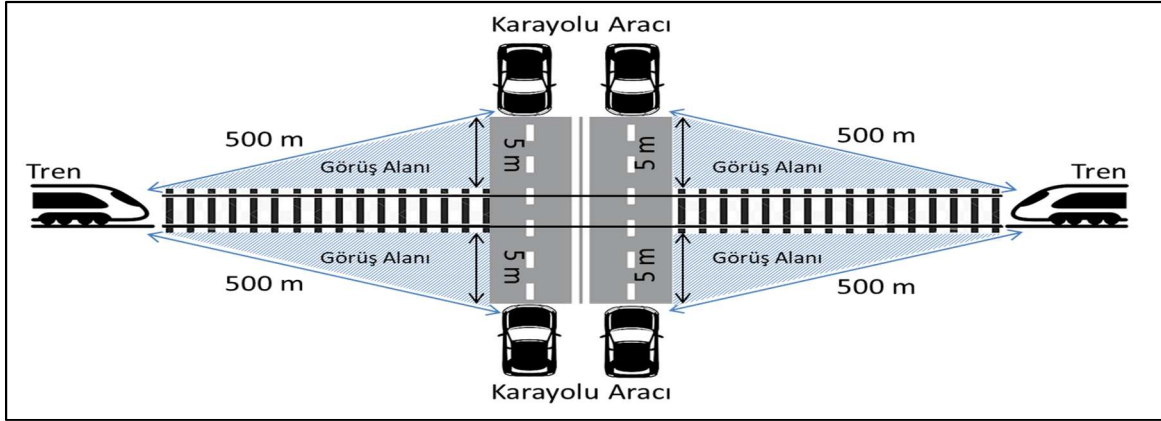
Yönetmelikte, hemzemin geçitlerin fiziksel özellikleri, arazi ve demiryolu yapısına göre durumları ve geçitler üzerindeki trafik durumlarına ilişkin tüm şartlar belirtilmiş, bu şartları sağlamayan hemzemin geçitlerin yerine alt veya üstgeçit yapılması zorunluluğu getirilmiştir.

3.3. Hemzemin Geçit Yönetmeliğinde Yer Alan Kriterler

Bu bölümde, çalışmayla paralel olarak Yönetmelikte ele alınan ve hemzemin geçit açılmayacak (ve varsa kapatılarak alt-üstgeçide dönüştürülecek) durumları belirtilen kriterler tanımlanmıştır. Bu kriterler içinde yurtdışında uygulanan yönetmeliklerde yer alan benzer kriterler hakkında da bilgiler verilmiştir.

3.3.1. Karayolu aracının görüş mesafesi

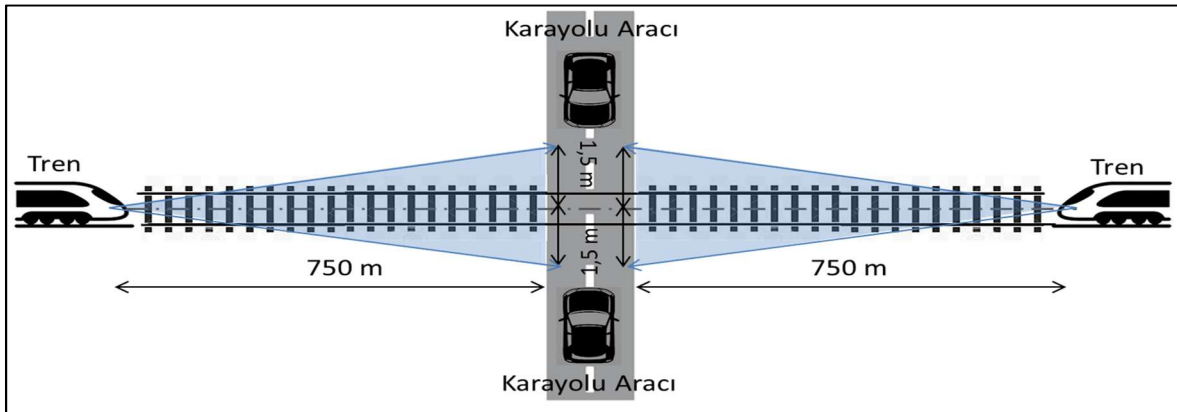
Karayolu aracından demiryoluna beş metre mesafede, demiryolunun her iki yönünün görüş uzaklığının 500 metrenin altında olduğu demiryolu hatları üzerinde hemzemin geçit açılmasına izin verilmez.



Şekil 3.5. Karayolu aracı görüş mesafesi

3.3.2. Demiryolu aracının görüş mesafesi

Demiryolu aracından her iki yönden hemzemin geçidin görüş uzaklığının 750 metrenin altında olduğu demiryolu hatları üzerinde hemzemin geçit açılmasına izin verilmez.



Şekil 3.6. Demiryolu aracı görüş mesafesi

3.3.3. Kurp bilgisi

Farklı doğrultudaki yolları birleştiren ve sabit yarıçaplı bir daire yayı parçası şeklinde olan yolun eğri kısımlarına kurp adı verilir. Demiryolu yatay kurp yarıçapı 500 metrenin altındaki demiryolu hatları üzerinde hemzemin geçit açılmasına izin verilmez.



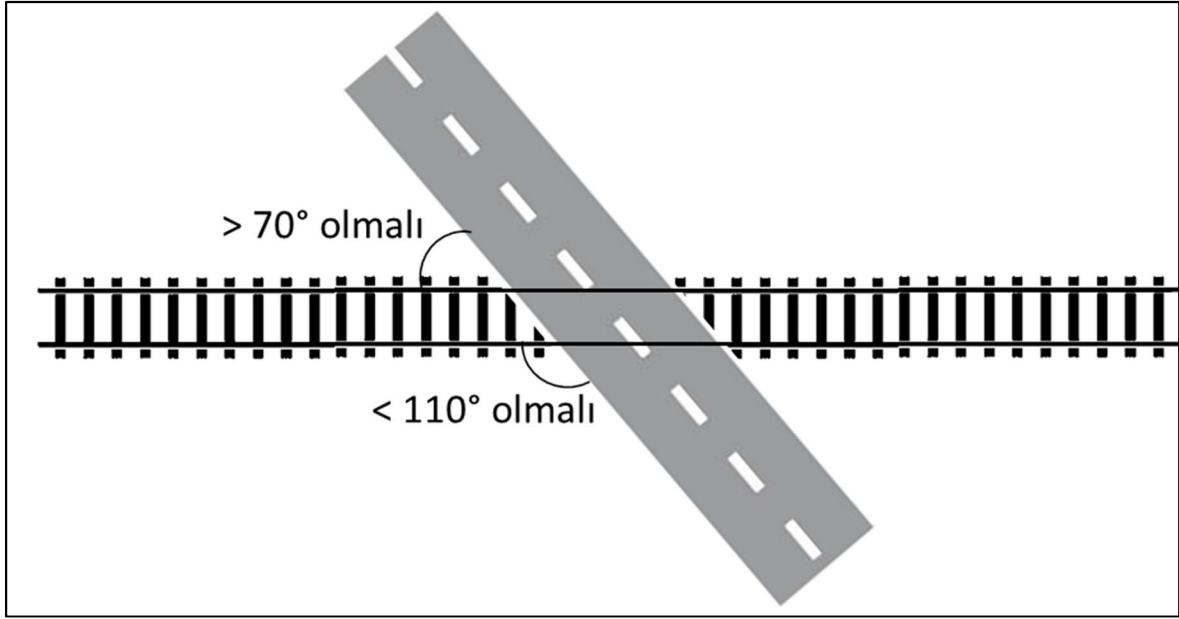
Resim 3.8. Yatay kurpta bulunan hemzemin geçit (Kaynak: TCDD)

3.3.4. Kurp geçiş eğrisi

Trenler doğru yoldan kurba girerken doğrusal hareketten dairesel harekete geçerler. Hareketin değişim noktası olan “tanjant” noktasında bunun sonucunda bir sarsıntıya maruz kalırlar. Bu sarsıntıyı ve ani yn değişikliğinin sebep olabileceği diğer olumsuzlukları önlemek için uygulanan eğrilere “geçiş eğrileri” denir. Kurp geçiş eğrileri üzerinde bulunan demiryolu hatları üzerinde hemzemin geçit açılmasına izin verilmez.

3.3.5. Verevlik

Taşıt yolu ve demiryolu kesişme açısı 70 dereceden küçük, 110 dereceden büyük olan demiryolu hatları üzerinde hemzemin geçit açılmasına izin verilmez.



Şekil 3.7. Vervevlik açıları

Kanada Hemzemin Geçit Standardında demiryolu ile karayolu kesişim açısıyla ilgili;

Hemzemin geçitte uyarı sistemi yoksa : $70^\circ < \text{Kesişim Açısı} < 110^\circ$

Hemzemin geçitte uyarı sistemi varsa : $30^\circ < \text{Kesişim Açısı} < 150^\circ$ olabilir.

şeklinde bir düzenleme bulunmaktadır [19].

3.3.6. Seyir momenti

Seyir momenti ilgili Yönetmelikte:

“Demiryolu hemzemin geçidinden son bir yılda geçen tren sayısının yıllık ortalama günlük değeri ile karayolu araç sayısının yıllık ortalama günlük trafik (YOGT) değerinin çarpımıyla elde edilen sayı” olarak tanımlanırken, bu sayıların tespiti ise:

“Seyir momentinin tespiti için geçidi kullanan karayolları, belediyeler ve il özel idareleri her yıl nisan ayı sonuna kadar geçitten geçen yıllık taşıt sayısının günlük ortalamasını valiliklere bildirirler. Yukarıdaki kurum ve kuruluşların sorumluluk alanı dışındaki şahıs ve tarla geçitlerinden geçen taşıt sayısı ortalaması ile geçitlerden geçen tren sayısı ortalamalarını TCDD bölge müdürlükleri bildirir. Valilikler, seyir momentini tespit ettikten

sonra yolu kullanan ilgili kurum ve kuruluşlara yazılı bildirimde bulunarak seyir momentine göre önlem aldırır” şeklinde belirlenmiştir.

Seyir momenti kriterinin hemzemin geçitlerle ilgili düzenleyici maddesi:

- Tren hızlarının en fazla 120 km/saat, seyir momentinin 3 000’e kadar olduğu konvansiyonel hatlarda trafik işaretlerine sahip demiryolu hemzemin geçitler serbest olarak açılabilir.
- Tren hızlarının en fazla 160 km/saat, seyir momentinin 30 000’e kadar olduğu konvansiyonel hatlardaki geçitlerde flâşör, çan ve bariyerden oluşan otomatik veya bekçili bariyer sistemi kurulur.
- Seyir momenti 30 000 katsayısını geçen hatlarda hemzemin geçit açılmaz, alt veya üst geçit yapılır.

Ülkemizde seyir momenti kriteri, ilgili Yönetmelikte bu şekilde yer alırken, yurtdışında da seyir momenti ile ilgili çeşitli düzenlemeler bulunmaktadır.

ABD’de Ulaştırma Bakanlığı desteğiyle dağıtımı yapılan Hemzemin Geçit El Kitabı (Railroad-Highway Grade Crossing Handbook), ABD’de bulunan hemzemin geçitler için tavsiye niteliğinde düzenlemeler içermektedir.

Seyir momentiyle ilgili olarak aşağıda belirtilen durumlarda hemzemin geçit yerine alt veya üstgeçit yapılması gerekmektedir:

- Yolcu treni dışındaki trenlerin hesaba katıldığı seyir momenti değeri, şehir içindeki hemzemin geçitlerde 1 000 000, kırsalda 250 000 değerini aşarsa,
- Yolcu trenlerinin hesaba katıldığı seyir momenti değeri, şehir içindeki hemzemin geçitlerde 800 000, kırsalda 200 000 değerini aşarsa

Ayrıca, hemzemin geçit yerine yapılacak alt veya üstgeçitler yaşam döngüsü maliyetlerine göre ekonomik olacağı değerlendirilir ve aşağıda belirtilen şartlar da oluşursa o hemzemin geçit yerine de alt veya üstgeçit yapılabilir:

- Yolcu treni dışındaki trenlerin hesaba katıldığı seyir momenti değeri, şehir içindeki hemzemin geçitlerde 500 000, kırsalda 125 000 değerini aşarsa,
- Yolcu trenlerinin hesaba katıldığı seyir momenti değeri, şehir içindeki hemzemin geçitlerde 400 000, kırsalda 100 000 değerini aşarsa [20].

Kanada’da yürürlükteki Hemzemin Geçit Standardında (Grade Crossings Standards, Temmuz 2014) ise seyir momenti farklı şekilde ele alınmıştır.

Bu ülkede seyir momenti değeri hemzemin geçitlerin alt-üstgeçide dönüştürülmesi için bir kriter değilken, geçidin koruma tipi için belirleyici olmuştur. Buna göre,

- Öngörülen seyir momenti 2 000 ve üzerindeyse, serbest hemzemin geçitlerde uyarı sistemi yerleştirilmelidir
- Öngörülen seyir momenti 50 000 ve üzerindeyse, hemzemin geçitlerde uyarı sistemiyle birlikte bariyer de bulunmalıdır [19].

Tayland’da Devlet Demiryolu Kurumu olan SRT (State Railway of Thailand), seyir momenti değerini baz alarak hemzemin geçidin tipinin belirlenmesi veya kapatılarak alt veya üstgeçide dönüştürülmesi gerektiğini belirlemektedir. Buna göre, Tayland demiryolu hatlarında bulunan hemzemin geçitlerde;

- Seyir momenti $\leq 10\ 000$ ise işaretli serbest hemzemin geçit,
- $10\ 000 < \text{Seyir momenti} \leq 40\ 000$ ise flaşörlü, otomatik bariyerli hemzemin geçit,
- $40\ 000 < \text{Seyir momenti} \leq 100\ 000$ ise elle kontrol edilen bariyerli (bekçili) hemzemin geçit,

Seyir momenti $> 100\ 000$ ise hemzemin geçit yerine alt veya üstgeçit olacak şekilde düzenlemeler yapılmaktadır [21].

Hindistan’da ise Ülke Resmi Yayınları’nda seyir momentine bağlı olarak hemzemin tipleri:

- Seyir momenti $< 6\ 000$ ise işaretli serbest hemzemin geçit,
- $6\ 000 \leq \text{Seyir momenti} < 10\ 000$ ise program dahilinde bekçi yerleştirilmesi,
- $10\ 000 \leq \text{Seyir momenti} < 100\ 000$ ise bekçili hemzemin geçit,
- Seyir momenti $\geq 100\ 000$ ise hemzemin geçit yerine alt veya üstgeçit olacak şekilde belirlenmiştir [22].

İran’da Resmi Yayınlar’da belirtildiği üzere,

- Seyir momenti $< 72\ 000$ ise işaretli serbest hemzemin geçit,
- $6\ 000 \leq \text{Seyir momenti} \leq 288\ 000$ ise uyarı sistemli ve manuel veya otomatik bariyerli,
- Seyir momenti $> 288\ 000$ ise hemzemin geçit yerine alt veya üstgeçit yapılmaktadır [22].

Japonya ve Avustralya’da ise her hemzemin geçit için, seyir momenti değeri, kaza geçmişi ve hemzemin geçidin fiziksel özelliklerine bağlı olarak yapılan puanlamalar sonucunda o

hemzemin geçitte kullanılacak koruma tipi belirlenmekte ya da alt veya üstgeçide dönüştürülmektedir [22,23].

3.3.7. Demiryolunun eğimi

Hemzemin geçidin üzerinde bulunduğu demiryolunun eğiminin binde cinsinden değeridir. Yönetmelikte eğimle ilgili bir kısıtlama bulunmamakla birlikte, TCDD konvansiyonel hatlarda maksimum eğim %25, hızlı ve yüksek hızlı tren hatlarında ise maksimum eğim %16'dır. Çalışmada ele alınan hemzemin geçitlerde eğim bilgisi de bulunduğundan, bu kriter de analizlerde yer almıştır.

3.3.8. Hemzemin geçit açıklığı

Hemzemin geçit açıklığı, hemzemin geçidin demiryoluna paralel yöndeki genişliğini, bir başka deyişle hemzemin geçitteki karayolu genişliğini ifade eder. Geçen araç sayısının fazla olması, kamyon tır gibi geniş araçların geçidi kullanım sıklığı hemzemin geçidin açıklığını etkileyen ana faktörlerdir. Yönetmelikte hemzemin geçit açıklığı ile ilgili bir kısıtlama bulunmasa da, bariyerli hemzemin geçitlerle ilgili olarak şu şekilde bir düzenleme bulunmaktadır:

- Bariyer kollarının tesisinde sağdan gidiş trafik yönü dikkate alınarak demiryolunun her iki tarafına tesis edilir. Yol genişliği 6 metrenin üzerinde olan hemzemin geçitlerde karayolunu tamamen kapatacak şekilde, gidiş yönlerine ikişer adet bariyer kolu konulur.



Resim 3.9. Otomatik bariyerli hemzemin geçit(Hemzemin geçit açıklığı) (Kaynak: TCDD)



Resim 3.10. Geniş karayolu açıklığına sahip hemzemin geçitlerde bariyer örnekleri (Kaynak: TCDD)

4. MATERYAL - METOT

Bu bölümde, çalışmada kullanılan veriler ve metodoloji detaylı olarak anlatılmaktadır. Öncelikle, yapılan çalışmada ele alınan hemzemin geçitlerin belirlenmesine ait detaylı anlatım yer almakta olup bunlarla ilgili sayısal bilgilere yer verilmiştir. Daha sonra bu verilerle yapılan istatistiksel metotlar hakkında bilgiler verilmiştir.

Çalışmada ele alınan hemzemin geçitler ve bunlara ait tüm veriler, bu yüksek lisans tezinde kullanılmak üzere Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları Genel Müdürlüğü'nden yazılı izinle alınmıştır.

İlgili kurumdan alınan verilerin analizleri ise Microsoft Excel ve SPSS yazılımı ile yapılmıştır.

4.1. Veri Tanıtımı

Verilerin düzenlenmesi için öncelikle kaza meydana gelen hemzemin geçit bilgileri incelenmiştir. TCDD'de tutulan kaza kayıtları incelendiğinde her ne kadar kayıtların düzenli tutulduğu görülse de bazı kaza verilerinde kısmi eksiklikler olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında TCDD resmi hemzemin geçit listesiyle kaza meydana gelen hemzemin geçit listeleri kıyaslandığında da kayıt dışı kilometrelerde kaza kaydı bulunduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, kazalar üzerinde etkisi incelenmiş olan parametreler sadece kurumun resmi hemzemin geçit listelerinde yer aldığından, kaza meydana gelen kayıt dışı hemzemin geçitler analize dahil edilmemiştir.

Diğer yandan, çalışmada yer alan parametreler yıllara göre değişiklik gösterebilmektedir. Demiryolu eğimi, verevlik açısı, kurp bilgisi gibi parametreler yıllara bağlı olarak genellikle değişim göstermezken, seyir momenti, hemzemin geçit cinsi, görüş mesafeleri ve açıklık gibi parametreler bir önceki yıla göre değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin, seyir momenti değeri o hemzemin geçit civarındaki yerleşim yerinin nüfus yoğunluğunun artması ya da azalmasına bağlı olarak araç sayısındaki değişim gibi nedenlerin yanında TCDD hattında seyreden tren trafiğinin artıp azalmasıyla doğru orantılı olarak da değişebilmektedir. Başka bir örnek verecek olursak, görüş mesafeleri de hemzemin geçit

civarında inşa edilen yapılar ya da ağaçların büyümesi, kesilmesi gibi nedenlerle değişebilmektedir. Bu sebeplerden dolayı, verilerin kaydının tutulduğu yılın kesin olarak bilindiği yıllar olan 2008, 2009, 2013 ve 2014 yıllarındaki hemzemin geçit bilgileri kullanılmış, buna bağlı olarak da bu yıllardaki kaza meydana gelen hemzemin geçitler seçilmiştir.

Yapılan istatistiksel analizde kaza meydana gelen hemzemin geçitler “Kaza” grubu olarak, kaza olmayan hemzemin geçitler ise “Kontrol” grubu olarak adlandırılmıştır. Bahsi geçen yıllarda, yukarıda anlatılan çerçevede verilerde yapılan eliminasyondan sonra toplam 199 kaza kaydı ortaya çıkarken, analizin daha sağlıklı olması amacıyla 199 kaza kaydına karşı literatür ışığında 1:2 oranında kontrol grubu oluşturularak 398 adet kaza meydana gelmemiş hemzemin geçit gelişigüzel seçilmiştir [24]. Burada ayrıca her yıl için, her bölgede ve her hatta meydana gelen kaza sayısına göre kontrol grubu oluşturulmuştur. Örneğin belirtilen çerçeve dahilinde, 2008-2009 yıllarında TCDD 2. Bölge Müdürlüğü mntıkasında yer alan Ankara – Kayseri hattında 8 adet kaza kaydı varken, aynı bölge ve hat üzerinde ve veri kayıtları aynı yıllara ait 16 adet hemzemin geçitten meydana gelen kontrol grubu TCDD hemzemin geçit listesinden tamamen rastgele seçilerek oluşturulmuştur. Bunun sonucunda Çizelge 4.1’de TCDD bölgelerine göre dağılımı verilen, belirtilen yıllarda kaza meydana gelmiş hemzemin geçit “Kaza” ve kaza meydana gelmemiş hemzemin geçit “Kontrol” sayıları ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.1. TCDD Bölge Müdürlükleri mntıkasında 2008,2009,2013 ve 2014 yıllarında meydana gelen hemzemin geçit kaza sayıları

BÖLGE	KAZA		KONTROL	
	2008-2009	2013-2014	2008-2009	2013-2014
1. Bölge Müd.	15	3	30	6
2. Bölge Müd.	18	13	36	26
3. Bölge Müd.	12	34	24	68
4. Bölge Müd.	6	17	12	34
5. Bölge Müd.	14	19	28	38
6. Bölge Müd.	15	8	30	16
7. Bölge Müd.	12	13	24	26
TOPLAM	92	107	184	214
	199		398	

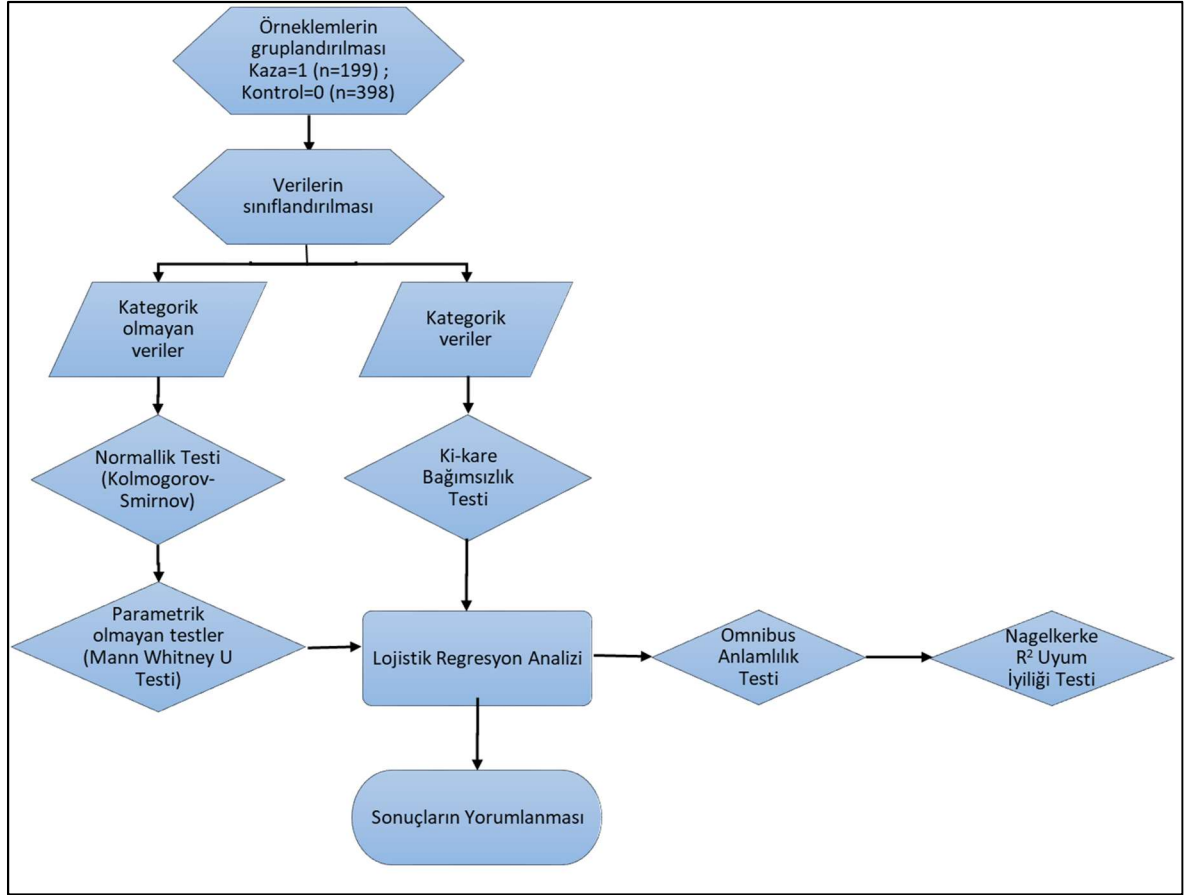
4.2. Metot

Çalışmada ele alınan hemzemin geçitler “Kaza” ve “Kontrol” grubu olarak iki farklı kategoride toplanmıştır. Her iki grupta bağımsız değişkenler olarak seyir momenti, seyir momentini oluşturan bir yılda geçen tren sayısının yıllık ortalama günlük değeri ve karayolu araç sayısının yıllık ortalama günlük trafik değeri, geçit cinsi, trenin görüş mesafesi, karayolu aracının görüş mesafesi, açıklığı, verevlik açısı, üzerinde bulunduğu demiryolu eğimi, kurp bilgileri bulunmaktadır. Kontrol grubundaki veriler, kaza meydana gelen yılın verileriyle oluşturulmuştur. Kazalar üzerinde bu parametrelerin hangisinin bağımsız belirleyici olduğu lojistik regresyon modelleme yöntemiyle belirlenmiştir.

Öncelikle, veriler üzerinde (Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk) normallik testi yapılarak gösterdiği dağılıma göre parametrik test ya da parametrik olmayan test yapılacağı belirlenmiştir. Daha sonra verilerin normal dağılım göstermediği görülmüş bundan dolayı parametrik olmayan Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Burada kazalar üzerinde anlamlı etkisi olduğu belirlenen parametreler belirlenerek lojistik regresyon modellemede kullanılmıştır.

Çalışmadaki iki kategorili lojistik regresyon analizinde, ikili bağımlı değişkenler “Kaza Meydana Gelen Hemzemin Geçitler” (Kaza=1) ve “Kaza Meydana Gelmemiş Hemzemin Geçitler” (Kontrol=0) olacak şekilde kodlanmıştır.

Yapılan istatistiksel analizlerin algoritması Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. İstatistiksel metot algoritması

Çalışmada kullanılan istatistiksel yöntemler hakkında bilgiler aşağıda verilmiştir:

4.2.1. Normallik testi

Verilerin normal bir dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesi için yapılır. Eğer veriler normal dağılıyorsa, dağılım grafiği simetrik çan eğrisine benzerken, normal dağılmadığı durumlarda eğri düzensiz bir form alır. Normallik testi için Kolmogorov-Smirnov ya da Shapiro-Wilk testleri uygulanabilir [25]. Test sonucuna göre her bir bağımsız değişkenin anlamlılık (p) değerine göre dağılım şekli belirlenir. Her iki test sonucunda elde edilen p değerleri için:

$p > 0,05$: veriler normal dağılım göstermektedir

$p < 0,05$: veriler normal olmayan dağılım göstermektedir

Bu çalışmada SPSS yazılımı yardımıyla her iki test de uygulanarak verilerin normallik dağılımına bakılmıştır.

4.2.2. Parametrik olmayan testler

Parametrik testler normal dağılım varsayımına dayandığından dolayı, normal dağılım göstermeyen veriler üzerinde parametrik olmayan testlerin yapılması daha güvenilir olmaktadır [26].

Çalışmada normal dağılım göstermeyen veriler için Mann Whitney U parametrik olmayan testi uygulanarak verilerin kaza üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

4.2.3. Ki-Kare bağımsızlık testi

Ki-kare bağımsızlık testi iki veya daha fazla değişken grubu arasında ilişki bulunup bulunmadığını incelemek için kullanılır [27].

$$\chi^2_h = \sum_{i=1}^k \frac{(G_i - B_i)^2}{B_i} \quad (1)$$

G: Gözlenen frekanslar

B: Beklenen frekanslar

Bu çalışmada kategorik veriler olan hemzemin geçit cinsi ve kurp bilgisi verilerinin kazalar üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını belirlemek için ki-kare testi uygulanmıştır.

4.2.4. Lojistik regresyon analizi

Lojistik Regresyon Analizi, bağımlı değişkeni iki veya ikiden çok kategoriye sahip olan bir denklemde, bağımsız değişken veya değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi ifade etmekte kullanılan bir yöntemdir.

Özellikle son yıllarda lojistik regresyon analizi yöntemi kullanımının yaygınlaşması şu gerekçelerle açıklanabilir [28] :

- Lojistik modeli oluşturan parametreler kolay yorumlanabilir ve üretilen matematiksel fonksiyonları kolaydır.
- Analizleri yapabilmek için çok sayıda yazılım bulunmaktadır.
- Bağımsız değişkenlerin dağılımı açısından kısıtlama yoktur.
- Tüm olasılık değerleri 0 ile 1 arasında değişir.

Lojistik regresyon analizinde bağımlı ve bağımsız değişkenlerin sayıları ve çeşitlerine göre üç gruba ayrılmaktadır [29].

İki kategorili (binary) lojistik regresyon analizi

Bağımlı değişkeni iki kategorili olup olumlu-olumsuz, başarılı-başarısız şeklinde ifadelere olanak veren Lojistik Regresyon Analizinin uygulandığı bir yöntem çeşididir. İki kategorili lojistik regresyon tekniğinde, bağımlı değişken değerinin tahmini değil, riskli durum değerini alma olasılığı kestirilmeye çalışılmaktadır. Riskli durum 1, risksiz durum 0 olarak kodlanır ve sonuç da 0 ile 1 arasında bir olasılık değeri alır.

İkiden çok kategorili (multinomial) nominal lojistik regresyon analizi

Bağımlı değişkeni ikiden çok kategoriye sahip olan; ancak bu kategoriler arasında herhangi bir sıralama bulunmayan analiz yöntemidir.

İkiden çok kategorili ordinal lojistik regresyon analizi

Bağımlı değişkeni ikiden çok kategoriye sahip olup bu kategorilerin kendi aralarında da bir sıraya konulduğu Lojistik Regresyon Analizine ait başka bir yöntemdir. Kategoriler arasında kendine özgü bir sıralama mevcuttur. Genel olarak Multinomial Lojistik Regresyon'a benzese de bağımlı değişkenin kategorileri arasında sıra bulunması bazı değişikliklerin bulunmasına sebep olur.

Çalışmada bağımlı değişkenlerimiz “Kaza” ve “Kontrol” olmak üzere iki tanedir. Riskli durum kaza olma durumudur ve bağımsız değişkenlerden oluşturulan lojistik regresyon modelleme sonucu bağımlı değişkenlerin riskli durum alma olasılığı kestirilmeye çalışılmaktadır.

4.2.5. Lojistik regresyonda açıklayıcılık katsayıları

Doğrusal regresyon analizinde açıklayıcılık katsayısı R^2 (Cox-Snell R^2 ve Nagelkerke R^2), bağımlı değişkendeki değişimin ne kadarının regresyon modelindeki bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını gösteren bir ölçüdür [30].

5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Bu bölümde, çalışmada ele alınan ve hemzemin geçitlerde kaza oluşumuna etkisi irdelenen faktörler olan hemzemin geçit cinsi, açıklığı, seyir momentleri, 24 saatte geçen araç ve tren sayıları, görüş mesafeleri, demiryolu eğimi, verevlik açısı ve kurp bilgisi verilerinin sıklık analizi, ki-kare analizi ve lojistik regresyon analizi sonuçları verilmiştir. Bu verilerden kategorik olan hemzemin geçit cinsi ve kurp yarıçapı bilgilerinin “Kaza” ve “Kontrol” gruplarındaki sayısal ve yüzdesel dağılımları verilirken bunların dışında kalan kriterlerin ise ortalama ve standart sapma değerleri paylaşılmıştır. Daha sonra çalışmanın Materyal-Metot bölümünde belirtilen çerçevede hazırlanan veri grupları üzerinde yapılan istatistiksel analiz sonuçları aşama aşama verilmiştir. Son bölümde ise bu sonuçlar ışığında yorum ve önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Bulgular

5.1.1. Kategorik verilerin dağılımı

Kaza ve kontrol grubundaki hemzemin geçitlere ait kategorik verilerden, geçit cinsine göre dağılımları Çizelge 5.1 ile Şekil 5.1’de, kurp bilgisine göre dağılımı ise Çizelge 5.2 ile Şekil 5.2’de verilmiştir.

Şekil ve çizelgeler incelendiğinde hem kaza hem kontrol gruplarındaki hemzemin geçit cinsleri içinde serbest hemzemin geçitlerin çoğunlukta olduğu görülmektedir (kaza grubu 46,7%, kontrol grubu 63,6%).

Kurp yarıçapları kategorisinde ise alinymanda yer alan hemzemin geçitlerin çoğunlukta olduğu (kaza grubu 66,3%, kontrol grubu 66,6%) görülmektedir.

Çizelge 5.1. Hemzemin geçitlerin geçit cinsine göre dağılımları

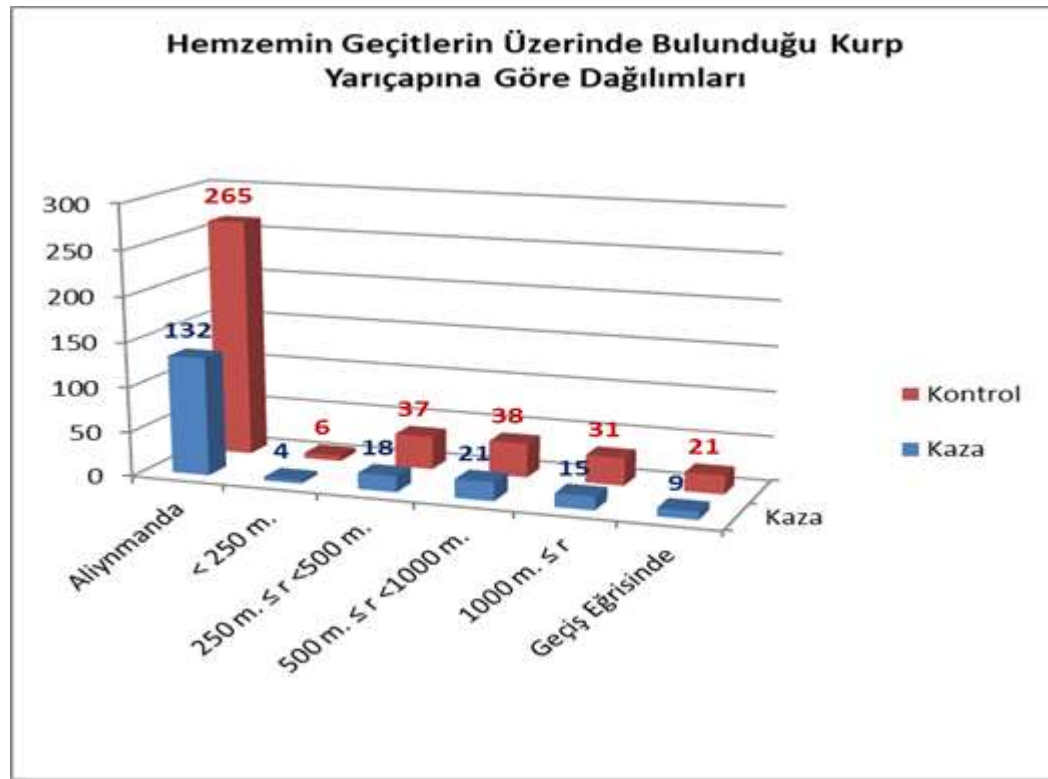
Hemzemin Geçit Cinsi	Kaza (n=199)	Kontrol (n=398)
Bekçili Bariyerli	17 (8,6%)	28 (7,0%)
Otomatik Bariyerli	48 (24,1%)	9 (2,3%)
Flaşörlü-Çanlı Bariyersiz	28 (14,1%)	30 (7,5%)
Serbest	93 (46,7%)	253 (63,6%)
Flaşörlü-Çanlı Otomatik Bariyerli	13 (6,5%)	78 (19,6%)



Şekil 5.1. Hemzemin geçitlerin geçit cinsine göre dağılımları

Çizelge 5.2. Hemzemin geçitlerin kurp yarıçaplarına göre dağılımları

Kurp Yarıçapı	Kaza (n=199)	Kontrol (n=398)
Aliymanda	132 (66,3%)	265 (66,6%)
<250 m.	4 (2,0%)	6 (1,5%)
250 m. ≤ r < 500 m.	18 (9,0%)	37 (9,3%)
500 m. ≤ r < 1000 m.	21 (10,6%)	38 (9,5%)
1000 m. ≤ r	15 (7,6%)	31 (7,8%)
Geçiş Eğrisinde	9 (4,5%)	21 (5,3%)



Şekil 5.2. Hemzemin geçitlerin kurp yarıçaplarına göre dağılımları

5.1.2. Kategorik olmayan verilerin dağılımı

Kaza ve kontrol grubundaki hemzemin geçitlerin, açıklık, seyir momenti, 24 saatte geçen araç ve tren sayıları, görüş mesafeleri, demiryolu eğimi ve verevlik açısı verilerinin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3. Hemzemin geçitlerin açıklık, seyir momenti, 24 saatte geçen araç ve tren sayıları, görüş mesafeleri, demiryolu eğimi ve verevlik açısı verilerinin Kaza ve Kontrol Grupları için ortalama ve standart sapma değerleri

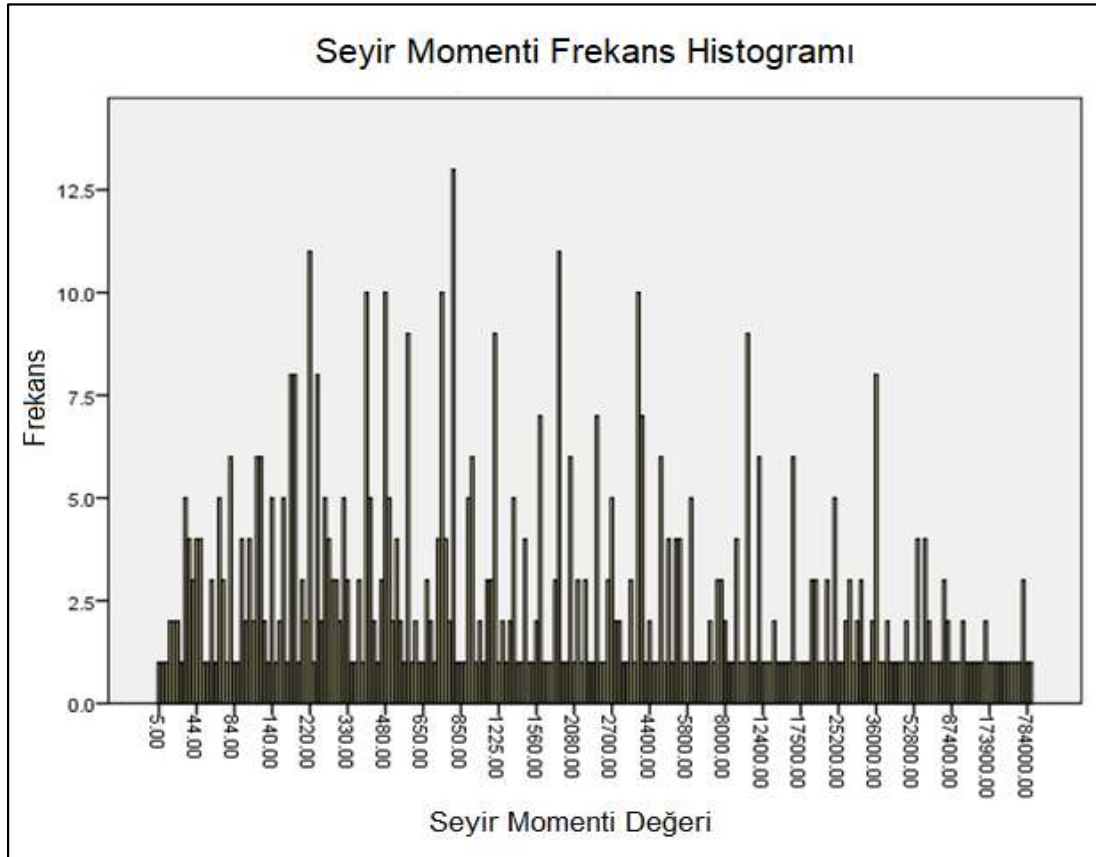
	Kaza (n=199)		Kontrol (n=398)	
	Ortalama	Standart Sapma (σ)	Ortalama	Standart Sapma (σ)
Açıklık (m)	7,26	5,25	5,55	4,61
Seyir Momenti	29642,61	92462,61	14296,85	68878,05
24 S.G.O.A.S. (adet)	1241,15	3391,24	431,90	1243,16
24 S.G.O.T.S. (adet)	19,86	11,11	22,39	22,37
Demiryolu Aracı Görüş Mesafesi (m)	507,97	383,39	553,63	430,43
Karayolu Aracı Görüş Mesafesi (m)	350,85	328,03	353,75	341,03
Demiryolu Eğimi (Binde, ‰)	5,48	5,38	5,67	5,75
Verevlik Açısı (Derece)	84,66	10,50	84,33	11,09

Çizelge 5.4. Çalışmada yer alan tüm hemzemin geçitlerin açıklık, seyir momenti, 24 saatte geçen araç ve tren sayıları, görüş mesafeleri, demiryolu eğimi ve verevlik açısı verilerinin ortalama ve standart sapma değerleri

	Kaza-Kontrol (n=597)	
	Ortalama	Standart Sapma (σ)
Açıklık (m)	6,12	4,89
Seyir Momenti	19412,11	77799,56
24 S.G.O.A.S. (araç) (adet)	701,65	2235,14
24 S.G.O.T.S. (tren)	21,55	19,38
Demiryolu Aracı Görüş Mesafesi (m)	538,41	415,58
Karayolu Aracı Görüş Mesafesi (m)	352,79	336,48
Demiryolu Eğimi (Binde, ‰)	5,60	5,62
Verevlik Açısı (Derece)	84,44	10,89

Kategorik olmayan her bir parametredeki verilerin frekans dağılımının SPSS programıyla yapılan analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Seyir momenti



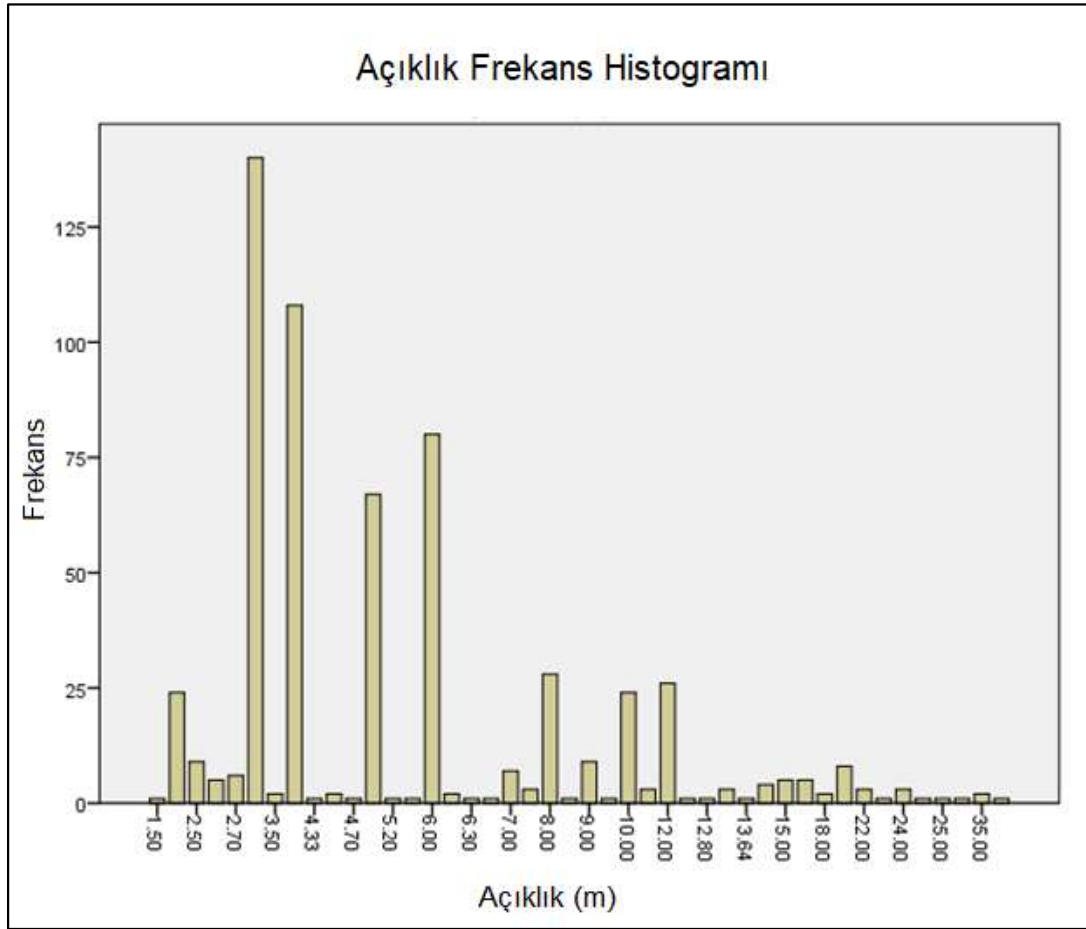
Şekil 5.3. Seyir momenti verilerinin dağılım grafiği (n=597)

Çizelge 5.5. Seyir momenti veri istatistikleri (n=597)

Maksimum değer	899052,00
Minimum değer	5,00
Ortalama	19412,11
Standart sapma	77799,56

Seyir momenti verilerinin dağılımına ve istatistiklerine bakıldığında, verilerin normal dağılım göstermediği, seyir momenti değerinin çeşitlilik gösterdiği görülmektedir. Ele alınan tüm hemzemin geçitler içinde seyir momenti değeri en düşük 5, en yüksek 899 052 iken tüm hemzemin geçitlerin seyir momenti ortalaması 19412,11 bulunmuştur. Seyir momentinin belli bir aralıkta toplanmadığı görülmekte olup, standart sapma değerinin 77799,56 çıkması bu durumu açıklamaktadır.

Açıklık



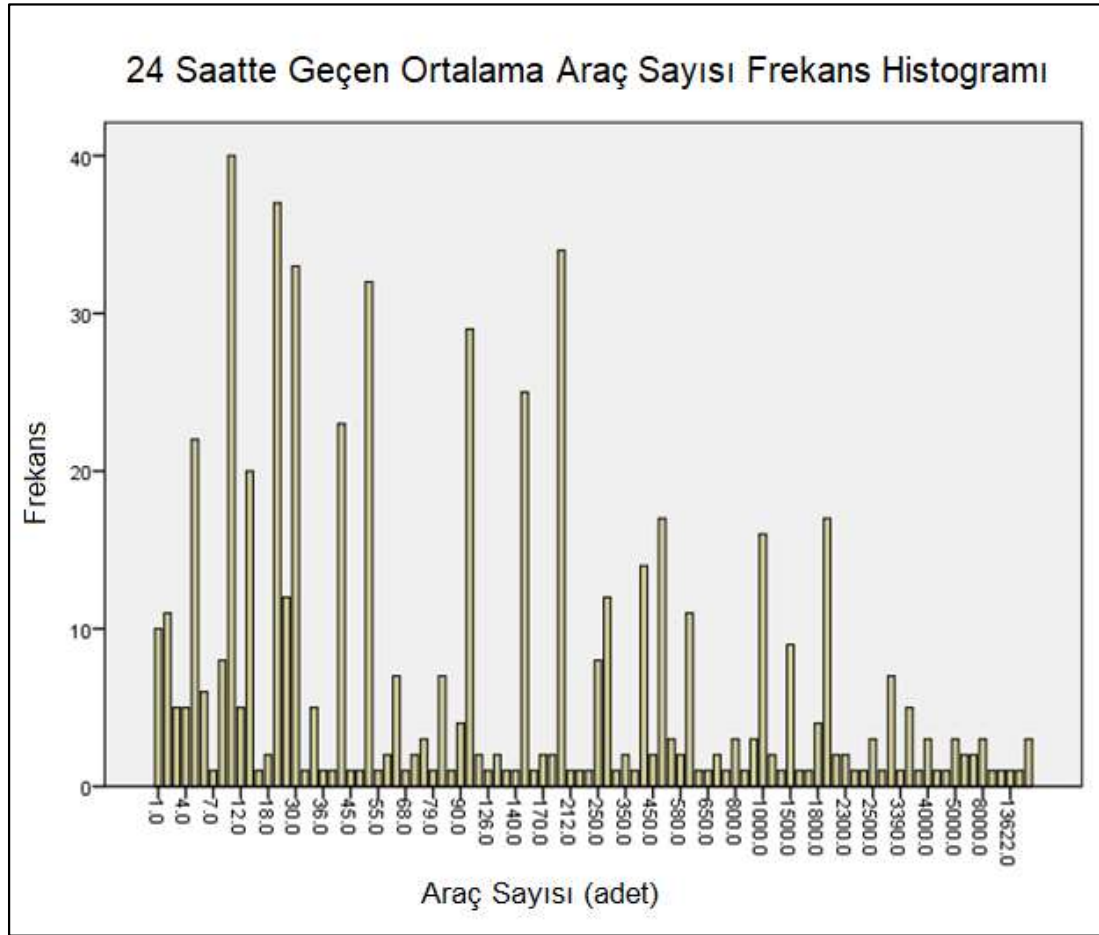
Şekil 5.4. Açıklık dağılım grafiği (n=597)

Çizelge 5.6. Açıklık veri istatistikleri (n=597)

Maksimum değer	50,00
Minimum değer	1,50
Ortalama	6,12
Standart sapma	4,89

Açıklık verilerinin dağılımına ve istatistiklerine bakıldığında, verilerin normal dağılım göstermediği görülmekle birlikte 3,00 – 6,00 m açıklığa sahip hemzemin geçit sayısının çoğunlukta olduğu görülmektedir. Çizelge 5.3’e bakıldığında kaza grubundaki hemzemin geçitlerin açıklık ortalamasının 7,26 m, kontrol grubu hemzemin geçitlerinin açıklık ortalamasının ise 5,55 m olduğu görülmektedir.

24 saatte geçen ortalama araç sayısı



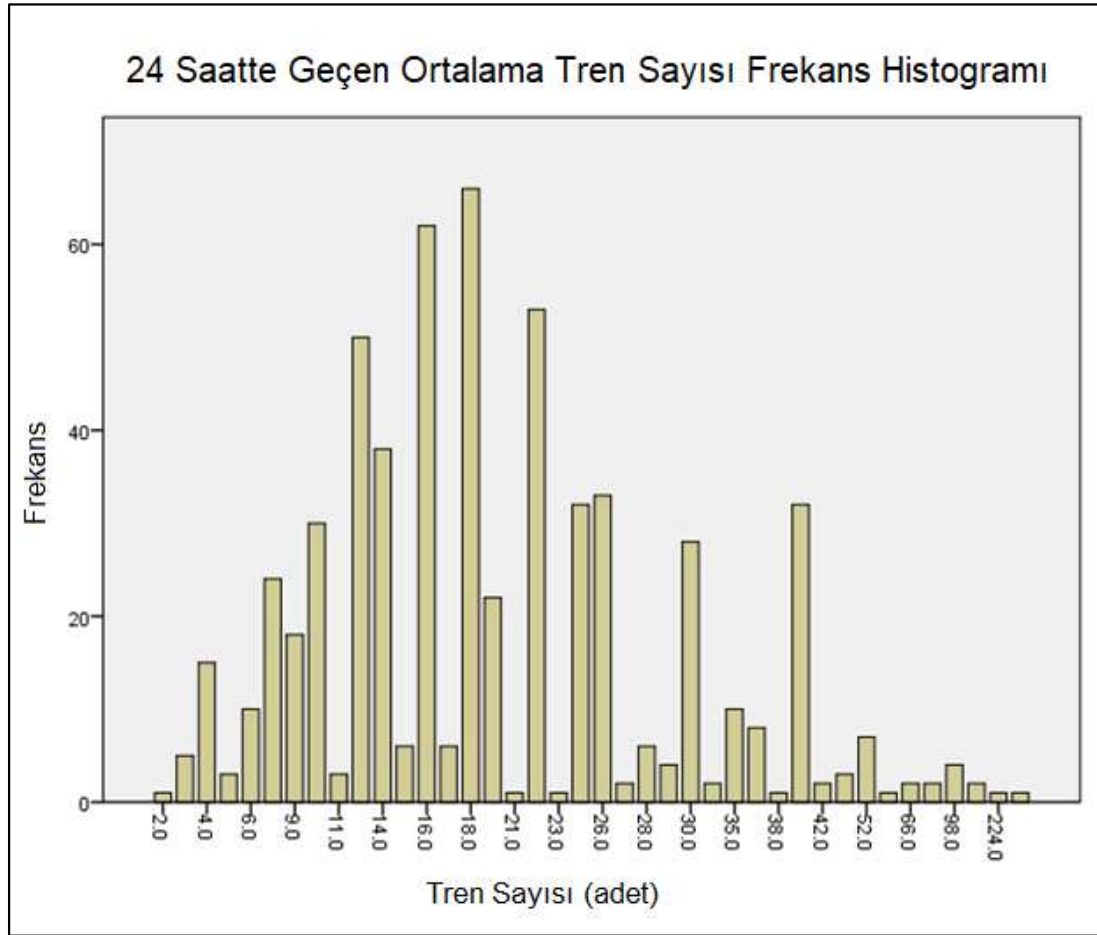
Şekil 5.5. 24 saatte geçen ortalama araç sayısı dağılım grafiği (n=597)

Çizelge 5.7. 24 Saatte Geçen Ortalama Araç Sayısı veri istatistikleri (n=597)

Maksimum değer	23000,00
Minimum değer	1,00
Ortalama	701,65
Standart sapma	2235,14

24 Saatte Geçen Ortalama Araç Sayısı verileri incelendiğinde veri grubunda yer alan hemzemin geçitler içinde 24 saate ortalama en fazla araç geçişi 23 000 olurken, en az araç geçişi 1 adet olarak görülmektedir. Seyir momenti alt bileşenlerinden olan 24 Saatte Geçen Ortalama Araç Sayısı verilerinin normal dağılım göstermediği, Şekil 5.5'te görülmektedir.

24 saatte geçen ortalama tren sayısı



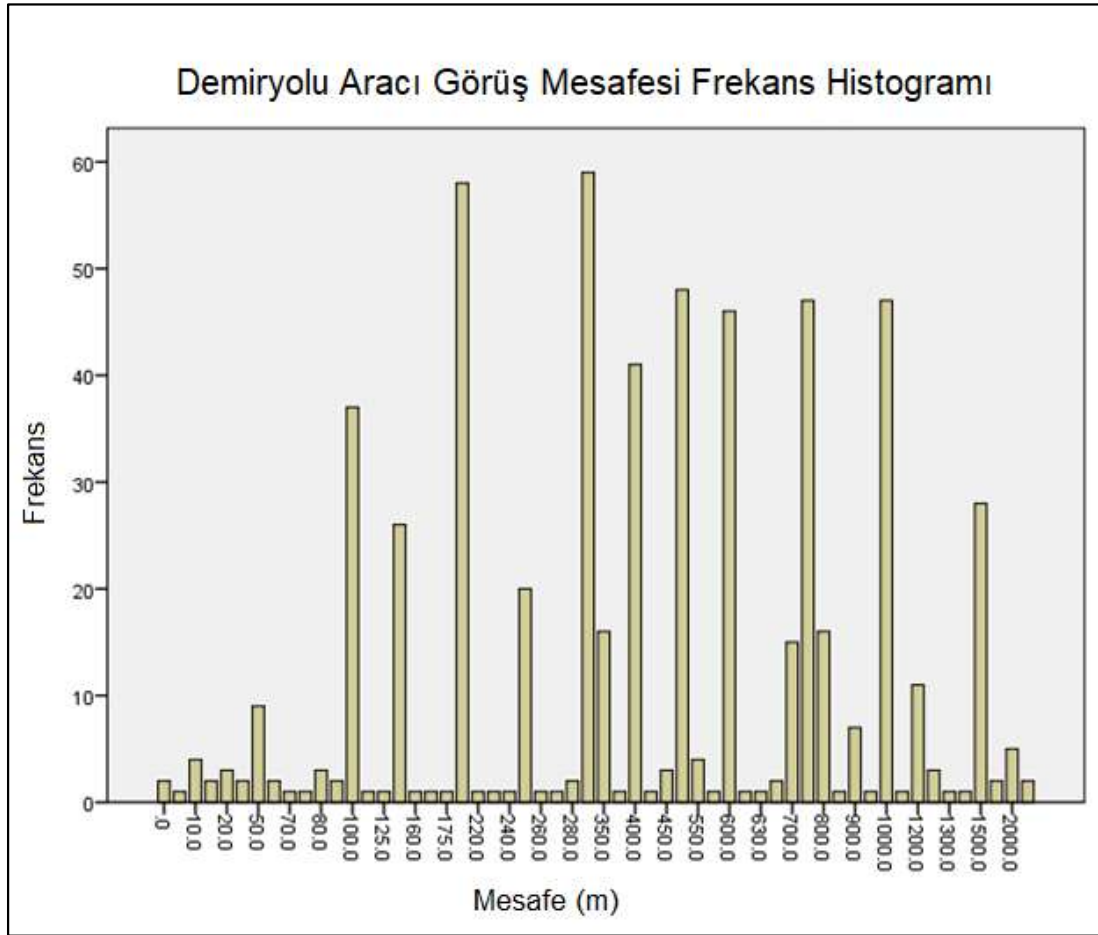
Şekil 5.6. 24 saatte geçen ortalama tren sayısı dağılım grafiği (n=597)

Çizelge 5.8. 24 Saatte Geçen Ortalama Tren Sayısı veri istatistikleri (n=597)

Maksimum değer	300,00
Minimum değer	2,00
Ortalama	21,55
Standart sapma	19,38

Seyir momenti alt bileşenlerinden olan 24 Saatte Geçen Ortalama Tren Sayısı verileri de tıpkı 24 Saatte Geçen Ortalama Araç Sayısı verileri gibi çeşitlilik göstermekle birlikte, verilerin normal dağılım göstermediği Şekil 5.6'da görülmektedir. Veri gruplarında bulunan hemzemin geçitler içinde 24 saate ortalama en fazla tren geçişi 300 olurken, en az 2 tren geçişi olduğu Çizelge 5.8'de görülmektedir.

Demiryolu aracı görüş mesafesi



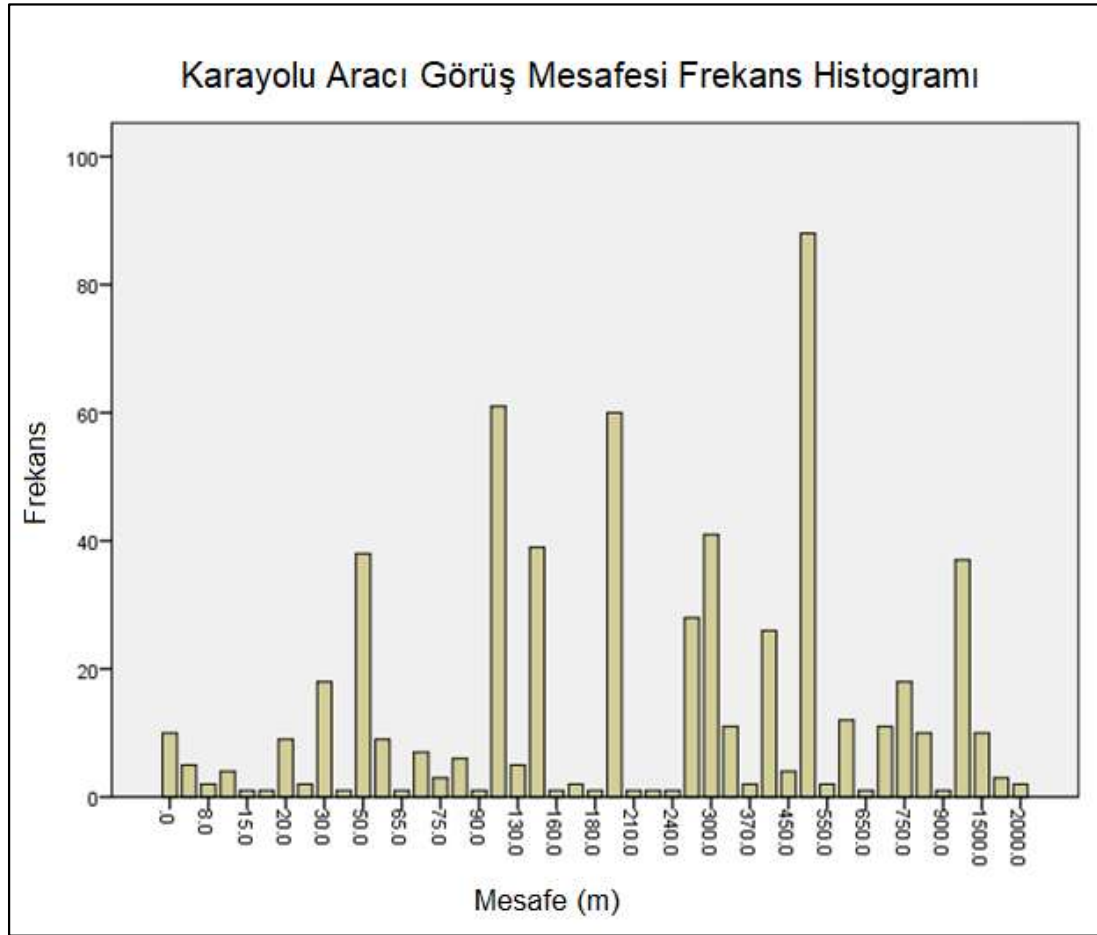
Şekil 5.7. Demiryolu aracı görüş mesafesi dağılım grafiği (n=597)

Çizelge 5.9. Demiryolu aracı görüş mesafesi veri istatistikleri (n=597)

Maksimum değer	2500,00
Minimum değer	0,00
Ortalama	538,41
Standart sapma	415,58

Demiryolu aracı görüş mesafesi verilerinin normal dağılım göstermediği Şekil 5.7’de görülmektedir. Çizelge 5.9 incelendiğinde veri gruplarındaki hemzemin geçitlerin demiryolu araçları için görüş mesafesi en düşük değerinin 0 olduğu, burada civardaki yapılardan dolayı ya da yarmada bulunan hemzemin geçitler için Bölüm 3.3.2’de tanımlı yapılan görüş mesafesinin kalmadığı düşünülmektedir.

Karayolu aracı görüş mesafesi



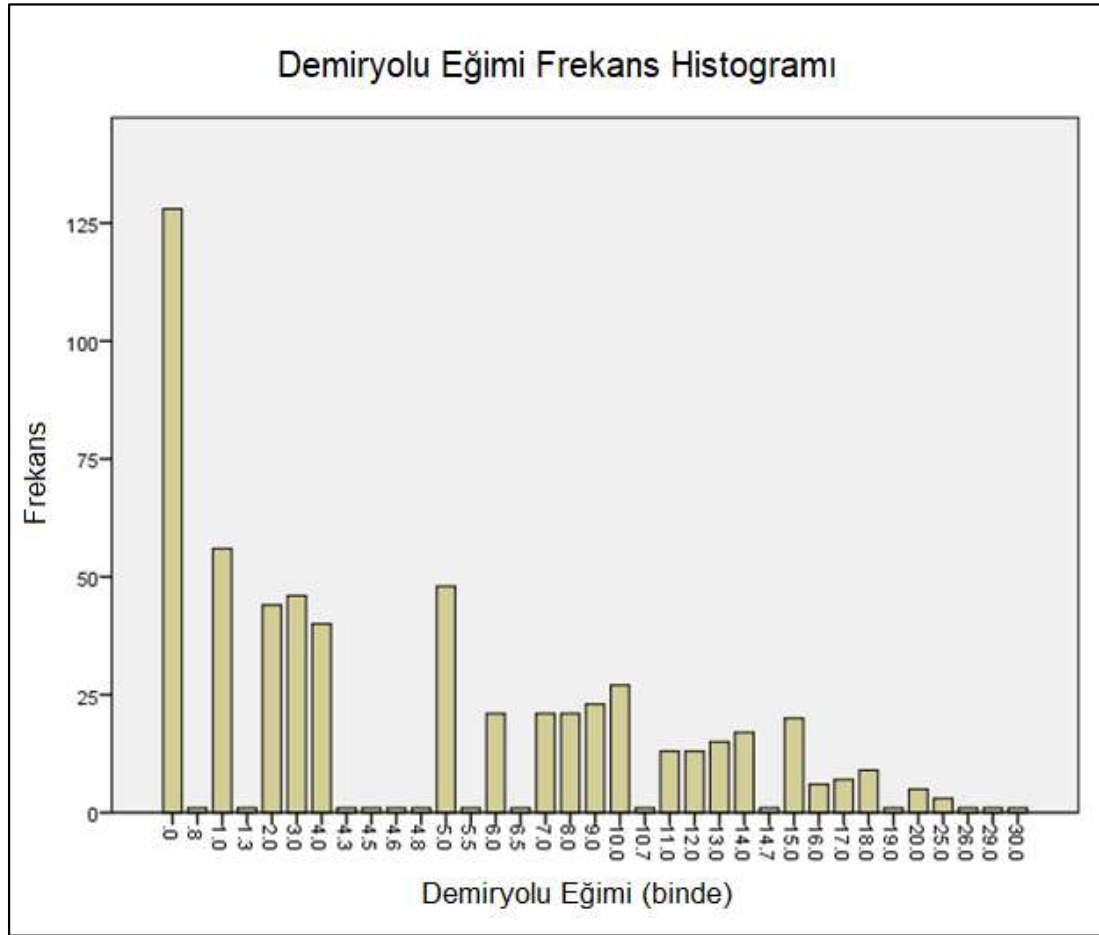
Şekil 5.8. Karayolu aracı görüş mesafesi dağılım grafiği (n=597)

Çizelge 5.10. Karayolu aracı görüş mesafesi veri istatistikleri (n=597)

Maksimum değer	2000,00
Minimum değer	0,00
Ortalama	352,79
Standart sapma	336,48

Karayolu aracı görüş mesafesi verileri de demiryolu aracı görüş mesafesi verilerinde olduğu gibi normal dağılım göstermemektedir. Çizelge 5.10’da görülen minimum görüş mesafesinin 0 olduğu, tıpkı demiryolu aracı görüş mesafesinde olduğu gibi civardaki yapılardan dolayı ya da yarmada bulunan hemzemin geçitler için Bölüm 3.3.1’de tanımlı yapılan görüş mesafesinin kalmadığını düşündürmektedir.

Demiryolu eğimi



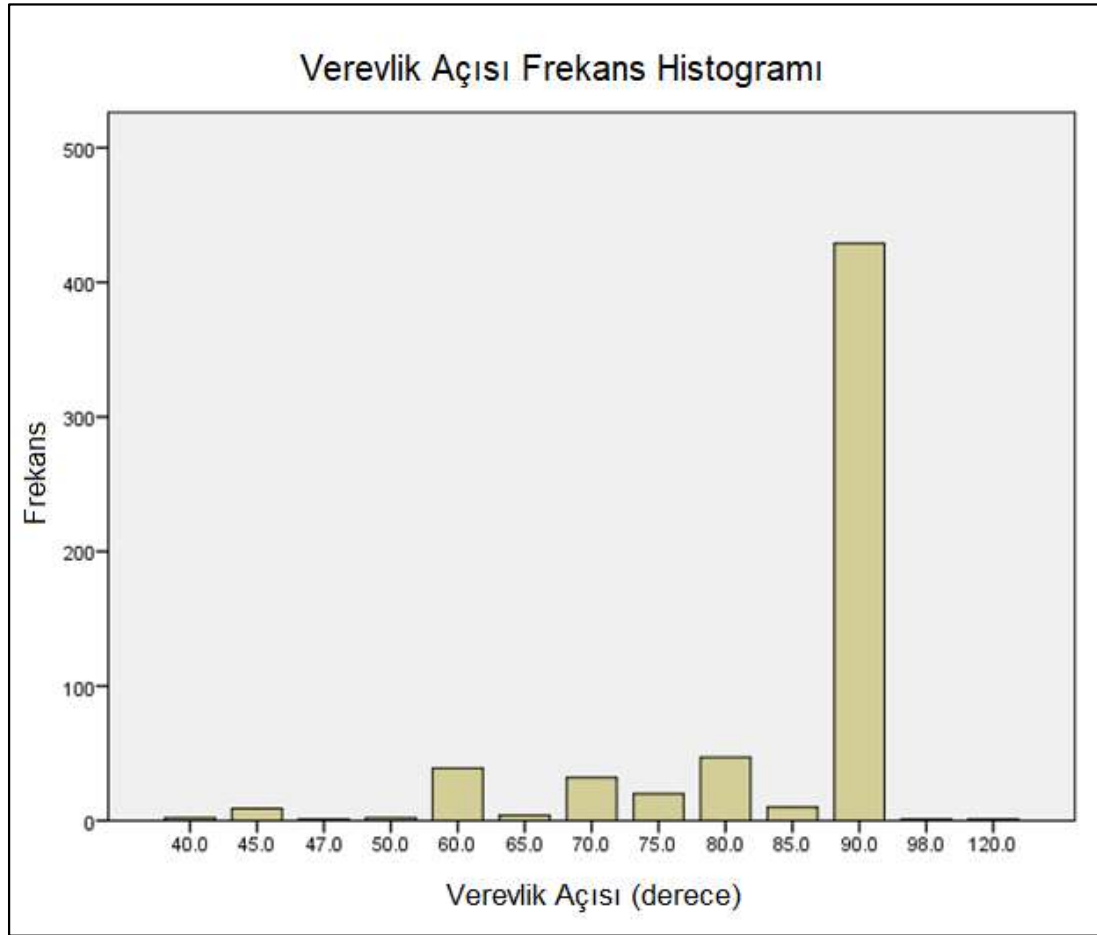
Şekil 5.9. Demiryolu eğimi dağılım grafiği (n=597)

Çizelge 5.11. Demiryolu eğimi verilerinin veri istatistikleri (n=597)

Maksimum değer	30,00
Minimum değer	0,00
Ortalama	5,60
Standart sapma	5,62

Veri gruplarında bulunan hemzemin geçitlerin üzerinde bulunduğu yolun eğimi ile ilgili veriler incelendiğinde, eğimin 0 olduğu hemzemin geçitlerin çokluğu göze çapmaktadır. Bununla birlikte çeşitli eğimlerde yer alan hemzemin geçitlerin mevcut olduğu ve eğim verilerinin normal dağılım göstermediği Şekil 5.9’da, maksimum eğimin binde 30 olduğu Çizelge 5.11’de görülmektedir.

Verevlik açısı



Şekil 5.10. Verevlik açısı dağılım grafiği (n=597)

Çizelge 5.12. Verevlik açısı veri istatistikleri (n=597)

Maksimum değer	120,00
Minimum değer	40,00
Ortalama	84,44
Standart sapma	10,89

Karayolu ve demiryolunun kesişim açısını ifade eden verevlik verileri incelendiğinde, verilerin çok büyük çoğunluğunun 90 derece olduğu, bununla birlikte verilerin normal dağılım göstermediği Şekil 5.10'da görülmektedir. Çizelge 5.12 incelendiğinde minimum verevlik açısının 40 derece, maksimum verevlik açısının ise 120 derece olduğu görülmektedir.

5.1.3. Normallik testi

SPSS yazılımı ile bağımsız değişkenler üzerinde, Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk olmak üzere iki farklı yöntemle yapılan normallik testi (p değeri) sonuçları Çizelge 5.13'te verilmiştir.

Veriler normal dağılıyorsa ($p > 0,05$) parametrik test, normal dağılmıyorsa ($p < 0,05$) parametrik olmayan testler uygulanacaktır.

Hipotezler:

H0 : Verilerimiz normal dağılımdan gelmektedir ($p > 0,05$)

H1 : Verilerimiz normal dağılımdan gelmemektedir ($p < 0,05$)

Çizelge 5.13. Normallik Testi sonuçları (p değerleri)

	Kaza-Kontrol (n=597)	
	Kolmogorov – Smirnov (p)	Shapiro – Wilk (p)
Açıklık (m)	0,000	0,00
Seyir Momenti	0,000	0,000
24 S.G.O.A.S. (araç) (adet)	0,000	0,000
24 S.G.O.T.S. (tren) (adet)	0,000	0,000
Demiryolu Aracı Görüş Mesafesi (m)	0,000	0,000
Karayolu Aracı Görüş Mesafesi (m)	0,000	0,000
Demiryolu Eğimi (Binde, ‰)	0,000	0,000
Verevlik Açısı (Derece)	0,000	0,000

Normallik testi sonuçlarına göre tüm bağımsız değişkenlerin $p < 0,05$ olduğu için H0 hipotezi reddedilir. Tüm bağımsız değişkenlerin verileri normal dağılım göstermemektedir. Analize parametrik olmayan testlerle devam edilmiştir.

5.1.4. Parametrik olmayan testler

Normallik testine göre tüm verilerin normal dağılım göstermediği görüldüğünden, her bir bağımsız değişken için Mann Whitney U testi uygulanarak ortalamalar karşılaştırılmış ve ilgili bağımsız değişkenin kaza oluşumunda anlamlı bir etkisi olup olmadığı belirlenmiştir.

Burada Mann Whitney U testine göre bulunan p değerleri için kurulan hipoteze göre:

H0 : İlgili bağımsız değişkenin kaza oluşumunda anlamlı etkisi yoktur ($p > 0,05$)

H1 : İlgili bağımsız değişkenin kaza oluşumunda anlamlı etkisi vardır ($p < 0,05$)

Çizelge 5.14. Parametrik olmayan Mann Whitney U Test sonuçları (p değerleri)

	Kaza-Kontrol (n=597)
	Mann – Whitney U
	(p)
Açıklık (m)	0,000
Seyir Momenti	0,000
24 S.G.O.A.S. (araç) (adet)	0,000
24 S.G.O.T.S. (tren) (adet)	0,416
Demiryolu Aracı Görüş Mesafesi (m)	0,360
Karayolu Aracı Görüş Mesafesi (m)	0,936
Demiryolu Eğimi (Binde, ‰)	0,902
Verevlik Açısı (Derece)	0,807

Çizelge 5.14'te görüldüğü üzere 24 S.G.O.T.S., Demiryolu Aracı Görüş Mesafesi, Karayolu Aracı Görüş Mesafesi, Demiryolu Eğimi ve Verevlik Açısı için $p > 0,05$ olduğundan, H0 hipotezi kabul edilir. Bu durumda bu parametrelerin kaza oluşumunda anlamlı bir etkisi yoktur.

Açıklık, seyir momentini ve 24 S.G.O.A.S. için $p < 0,05$ olduğundan H0 hipotezi reddedilir. Bu da bu parametrelerin kaza oluşumunda anlamlı etkisi olduğunu göstermektedir.

5.1.5. Ki-kare testi

Çalışmada kazalar üzerinde etkisi irdelenen parametrelerden, hemzemin geçit cinsi ve kurp yarıçapı kategorik bağımsız değişkenler olduğundan bu parametrelerin kaza oluşumdaki anlamlılığı ki-kare testiyle belirlenmiştir.

Kategorik bağımsız değişkenler için kurulan hipoteze göre:

H0 : İlgili kategorik bağımsız değişkenin kaza oluşumunda anlamlı etkisi yoktur ($p > 0,05$)

H1 : İlgili kategorik bağımsız değişkenin kaza oluşumunda anlamlı etkisi vardır ($p < 0,05$)

Çizelge 5.15'te kategorik bağımsız değişkenlerin ki-kare test sonuçları (p değerleri) verilmiştir.

Çizelge 5.15. Kategorik bağımsız değişkenler için uygulanan Ki-kare test sonuçları (p değerleri)

	Kaza-Kontrol (n=597)
	Ki-kare test sonucu (p)
Hemzemin Geçit Cinsi	0,000
Kurp Yarıçapı	0,992

Ki-kare test sonuçlarına göre hemzemin geçit cinsi parametresi için $p < 0,05$ olduğundan H0 hipotezi reddedilir. Bu durumda hemzemin geçit cinsinin kazaların oluşumunda anlamlı bir etkisi vardır.

Bunun yanında kurp yarıçapı için $p > 0,05$ olduğundan H0 hipotezi kabul edilir ve bu parametrenin kaza oluşumunda anlamlı bir etkisi olmadığı söylenebilir.

5.1.6. Lojistik regresyon analizi

Kategorik olmayan ve verileri normal dağılım göstermeyen parametreler üzerinde uygulanan parametrik olmayan Mann Whitney U testi ve kategorik parametreler için uygulanan Ki-kare bağımsızlık testi sonucunda hemzemin geçitlerde meydana gelen kazalar üzerinde anlamlı etkisi olduğu belirlenen hemzemin geçit cinsi, açıklığı, seyir

momenti parametrelerinden hangilerinin kazalar üzerinde bağımsız belirleyici olduğu lojistik regresyon modelleme yöntemiyle belirlenmiştir.

Öncelikle modelimizin anlamlılığı ölçülmüştür. Bunun için Omnibus Katsayı Testi sonuçları değerlendirilmiştir. Kurulan hipoteze göre;

H0 : Modelimiz anlamsızdır.(Katsayılar sıfıra eşittir)

H1 : Modelimiz anlamlıdır. (Katsayılar sıfıra eşit değildir)

Çizelge 5.16'da modelin anlamlılığını ölçmek için uygulanan Omnibus test sonuçları (p değerleri) verilmiştir.

Çizelge 5.16. Omnibus test sonuçları (p değerleri)

Kaza-Kontrol (n=597)	
Omnibus anlamlılık değeri	
(p)	
Model	0,000

Sonuçlara göre $p < 0,05$ olduğu için H0 hipotezi reddedilir. Sabit terim dışındaki tüm katsayılar sıfırdan farklıdır. Bu durumda modelimiz anlamlıdır.

Daha sonra modelin uyum iyiliği, bir başka deyişle bağımlı değişkenlerin bağımsız değişkenler tarafından açıklayıcılığı kontrol edilmiştir. Bunun için Nagelkerke R^2 değeri hesaplanmıştır [31].

Modelin hesaplanan Nagelkerke R^2 değeri Çizelge 5.17'de verilmiştir.

Çizelge 5.17. Modelin uyum iyiliği (Nagelkerke R^2 değeri)

Kaza-Kontrol (n=597)	
Nagelkerke R^2 değeri	
Model	0,216

Sonuca göre bağımsız değişkenler, bağımlı değişkenleri %21,6 açıklar.

Bu aşamada hemzemin geçit kazaları üzerinde anlamlı etkisi olduğu belirlenen hemzemin geçit cinsi, açıklığı ve seyir momenti verileriyle oluşturulan lojit model sonuçları (p değeri) paylaşılmıştır. Hemzemin geçit cinsi kategorik bağımsız değişken olduğundan, her bir hemzemin geçit cinsi ayrı ayrı belirtilmiştir.

Çizelge 5.18’de verilen lojistik regresyon modeli sonuçlarında β değerine göre risk değerlendirmesi, p değerine göre ise ilgili bağımsız değişkenin kazalar üzerinde bağımsız belirleyici olup olmadığının değerlendirilmesi yapılmıştır. Kategorik değişkenlerden hemzemin geçit cinsi grubunda kıyaslamalar ilk sıradaki bekçili bariyerli hemzemin geçitlere göre yapılmıştır.

Çizelge 5.18. Modelin lojistik regresyon sonuç tablosu

	Kaza-Kontrol (n=597)			Exp(β) Güven Aralığı	
	β	p	Exp(β)	Alt	Üst
Açıklık (m)	0,053931	0,018	1,055	1,009	1,104
Seyir Momenti	0,000001	0,327	1,000	1,000	1,000
Hemzemin Geçit Cinsi	-	-	-	-	-
<i>Bekçili Bariyerli</i>	-	0,000	-	-	-
<i>Otomatik Bariyerli</i>	1,074354	0,016	2,928	1,217	7,046
<i>Flaşerli-Çanlı Bariyersiz</i>	3,460401	0,000	31,830	12,533	80,834
<i>Serbest (Çapraz İşaretli)</i>	1,914399	0,000	6,783	3,004	15,316
<i>Flaşerli-Çanlı Otomatik Bariyerli</i>	1,057664	0,002	2,880	1,466	5,658

β değeri kategorik olmayan ilgili parametrede bir birim artış olduğunda kaza olma riskindeki % artışı göstermektedir. Exp(β) değeri ise kategorik parametrelerde referans kategoriye göre diğer kategorilerdeki risk oranını ifade etmektedir [32]. Burada kategorik değişken olan hemzemin geçit cinsinde kıyaslama, diğer tüm geçit cinslerinin ilk sıradaki bekçili bariyerli hemzemin geçitlere göre değişimine göre yapılmıştır. p değeri ise <0,05 olması durumunda ilgili parametrenin kazalar üzerinde bağımsız belirleyici olduğunu aksi durumda hemzemin geçitlerde meydana gelen kazalarda bağımsız belirleyici olmadığını ifade etmektedir.

Sonuçlara göre,

$p < 0,05$ durumunu sağlayan hemzemin geçit cinsi ve açıklığı parametreleri kazalar üzerinde bağımsız belirleyici olarak görülmekteyken, seyir momenti ise bağımsız belirleyici olamamaktadır.

Kazalar üzerinde bağımsız belirleyici olarak görülen hemzemin geçit cinsi ve açıklığı için yapılacak risk analizinde ise; açıklık değeri 1 birim (m) arttığında kaza olasılığı %5,39 artmaktadır. Hemzemin geçit cinsinde ise, kıyaslama bekçili bariyerli hemzemin geçitlere göre yapılmış olup $\text{Exp}(\beta)$ değerine göre, otomatik bariyerli hemzemin geçitlerde kaza meydana gelme olasılığı bekçili bariyerli hemzemin geçitlere göre %292,8; flaşerli-çanlı bariyersiz hemzemin geçitlerde %3183,0; serbest hemzemin geçitlerde %678,3; flaşerli çanlı otomatik bariyerli hemzemin geçitlerde ise %288,0 artmaktadır.

$\text{Exp}(\beta)$ güven aralığı ise, modelin defalarca tekrarlanması hesaplanan $\text{Exp}(\beta)$ değerinin %95 olasılıkla verilen alt ve üst sınırlar arasında çıkacağını belirtmektedir [33].

Sonuçlar incelendiğinde seyir momentinin kazalar üzerinde bağımsız belirleyici olmadığı görülmektedir. Fakat seyir momentinin tanımı düşünüldüğünde, yıllık ortalama günlük araç ve tren sayılarının çarpım değeri olan seyir momentinin kazalar üzerinde etkili olduğu ve Demiryolu Hemzemin Geçitlerinde Alınacak Tedbirler ve Uygulama Esasları Hakkında Yönetmelik'te de seyir momenti 30.000 değerinin üzerinde olan hemzemin geçitlerin kapatılarak alt veya üstgeçide dönüştürülmesi gerektiği gerçeğinden yola çıkarak bu durumun başka bir şekilde ele alınması gerektiğine karar verilmiştir.

Buna göre seyir momenti çıkarılarak, bu parametreyi meydana getiren 24 saatte geçen ortalama araç ve tren sayısı verileri eklenerek yeni bir lojistik regresyon modeli oluşturulmuş (2. Model olarak anılacaktır) ve bu parametrelerin hemzemin geçit kazalarında bağımsız belirleyici olup olmadığı araştırılmıştır.

Önceki adımda olduğu gibi ilk olarak yeni modelimizin anlamlılığı ölçülmüştür. Çizelge 5.19'da Omnibus test sonuçları (p değerleri) verilmiştir.

Çizelge 5.19. 2. Modelin Omnibus test sonuçları (p değerleri)

Kaza-Kontrol (n=597)	
Omnibus anlamlılık değeri	
(p)	
2. Model	0,000

Görüldüğü üzere $p < 0,05$ olduğundan modelimiz anlamlıdır. Daha sonra 2. modelin uyum iyiliği, Nagelkerke R^2 değerine göre yorumlanmıştır. Çizelge 5.20’de Nagelkerke R^2 değerleri yer almaktadır.

Çizelge 5.20. 2. Modelin uyum iyiliği (Nagelkerke R^2 değeri)

Kaza-Kontrol (n=597)	
Nagelkerke R^2 değeri	
2. Model	0,244

Elde edilen sonuca göre yeni modelimizin açıklayıcılığı %24,4 çıkmıştır. Çizelge 5.17’de görüleceği üzere seyir momentinin dahil olduğu ilk modelde açıklayıcılık %21,6 bulunduğundan yeni modelimizde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenleri açıklama yüzdesinin arttığından söz edilebilmektedir.

Son olarak 2. modelin lojistik regresyon analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.21’de verilmiştir.

Çizelge 5.21. 2. Modelin lojistik regresyon sonuç tablosu

	Kaza-Kontrol (n=597)			Exp(β) Güven Aralığı	
	β	p	Exp(β)	Alt	Üst
Açıklık (m)	0,035360	0,125	1,036	0,990	1,084
24 S.G.O.A.S. (adet)	0,000214	0,006	1,000	1,000	1,000
24 S.G.O.T.S. (adet)	-0,016203	0,051	0,984	0,968	1,000
Hemzemin Geçit Cinsi	-	-	-	-	-
<i>Bekçili Bariyerli</i>	-	0,000	-	-	-
<i>Otomatik Bariyerli</i>	1,193736	0,010	3,299	1,322	8,232
<i>Flaşerli-Çanlı Bariyersiz</i>	3,515225	0,000	33,623	13,067	86,516
<i>Serbest (Çapraz İşaretli)</i>	2,000323	0,000	7,391	3,156	17,312
<i>Flaşerli-Çanlı Otomatik Bariyerli</i>	1,105531	0,002	3,021	1,487	6,139

Çizelge 5.21’de görüldüğü üzere p değerlerine göre, yeni modelimizde 24 saatte geçen ortalama araç sayısı ve hemzemin geçit cinsi kazalar üzerinde bağımsız belirleyici olarak görülürken, 24 saatte geçen ortalama tren sayısı bağımsız belirleyici olamamıştır. Bunun yanında hemzemin geçit açıklığı da önceki modelimizin aksine bağımsız belirleyici olmaktan çıkmıştır.

Yeni model sonuçlarına göre, açıklığın 1 birim (m) artması hemzemin geçitlerde kaza meydana gelme olasılığını %3,53 artırırken, araç sayısının 1 birim (adet) artması kaza olasılığını %0,02 arttırmaktadır.

Hemzemin geçit cinslerinin bekçili bariyerli hemzemin geçit tipine göre kıyaslanan risk değerlendirmesi ise, kaza olasılığının otomatik bariyerli hemzemin geçitlerde %329,9; flaşerli-çanlı bariyersiz hemzemin geçitlerde %3362,3; serbest hemzemin geçitlerde %739,1; flaşerli-çanlı otomatik bariyerli hemzemin geçitlerde ise %302,1 artmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde olduğu gibi tüm dünyada hemzemin geçit kazaları demiryolu kazaları arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4 incelendiğinde 2008-2016 yılları arasında meydana gelen 487 hemzemin geçit kazasında 306 kişinin yaşamını yitirdiği 650 kişinin ise yaralandığı görülmektedir. Görüldüğü üzere hemzemin geçit kazaları sonuçları bakımından çok büyük maddi ve manevi kayıpları da beraberinde getirmektedir. Bu bakımdan tüm bu kayıpları en aza indirmek hatta bitirmek adına teknik ve sosyal açıdan gerekli tüm önlemler alınmalıdır.

2013 yılında Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Demiryolu Hemzemin Geçitlerinde Alınacak Tedbirler ve Uygulama Esasları Hakkında Yönetmelik sonrası hemzemin geçit kazalarında önemli bir azalma gözlenirken yine de yeterli düzeye getirilememiştir. Çalışmada bahsi geçen Yönetmelik kriterlerine göre hemzemin geçitlerde yapılan düzenlemelere rağmen koruma sistemi getirilmiş hemzemin geçitlerde dahi kazalar meydana gelmektedir.

Yönetmelik kapsamında gerekli koşulları sağlamayarak yerine yapılan alt ve üstgeçit yapılan veya kapatılarak yolları uygun alt ve üstgeçitlere yönlendirilen hemzemin geçitler sonucunda 2012 yılından 2016 yılına kadar hemzemin geçit sayılarında %10’luk bir düşüş görülmektedir.

Bununla birlikte ülkemizde kullanılan hemzemin geçit tipleri de bekçili bariyerli, otomatik bariyerli ve serbest olmak üzere üçe düşürülmüştür. Burada serbest hemzemin geçit sayılarının düştüğü ve koruma sistemi olan hemzemin geçitlerin sayısının da arttığını söyleyebiliriz.

Çalışmada yapılan 1. lojistik regresyon modelleme sonuçlarına göre hemzemin geçit tipi ve açıklığının kazalar üzerinde bağımsız belirleyici olduğu ortaya çıkmıştır.

Açıklık kavramı Bölüm 3.1.8’de anlatıldığı üzere karayolunun demiryolu üzerindeki genişliğini ifade etmektedir. Bu genişlik trafik yoğunluğunun fazla olmasıyla doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu da araç sayısının artmasıyla birlikte kaza riskinin artması anlamına

gelmektedir. Bunun yanında genişlik artarken bazı bariyerli hemzemin geçitlerin bariyerlerinin yolu tam olarak kapatamamasından dolayı karayolu sürücülerinin kalan aralıktan geçmeye çalışmasıyla kaza meydana gelme riski de artmaktadır. Bu durumla ilgili örnekler Bölüm 3.3.8’de yer alan Resim 3.10’da görülmektedir. Bariyerli hemzemin geçitlerde, bariyerlerin yolu tam olarak kapatamaması ve boşluklar kalması durumunda karayolu araç sürücülerinin bu boşluklardan geçebilme düşüncesiyle hemzemin geçide girerek kazalara sebebiyet verdiği bilinmektedir. Bu durumu önlemek adına bariyer kollarının uzatılması veya boşluk bırakmayacak şekilde düzenlenmesi faydalı olacaktır. Bununla birlikte kollu bariyerler yerine, yapılması mümkün olan yerlerde yer altından çıkan hidrolik mantar bariyerler de uygulanabilir.

Oluşturulan ilk modelle yapılan analiz sonucuna göre seyir momenti parametresi kazalar üzerinde bağımsız belirleyici olamamıştır. Seyir momenti parametresi çıkarılarak bu parametreyi oluşturan bileşenler olan 24 saatte geçen ortalama araç ve tren sayısı parametrelerinin eklenmesiyle oluşturulan yeni modelin analizi yapıldığında hemzemin geçit cinsi ve hemzemin geçitten 24 saatte geçen günlük ortalama araç sayısının hemzemin geçit kazalarında bağımsız belirleyici olduğu belirlenmiştir. Demiryolu Hemzemin Geçitlerinde Alınacak Tedbirler Ve Uygulama Esasları Hakkında Yönetmeliğin 9 uncu maddesinin 2 inci fıkrasında “Seyir momenti değerinin 30.000’i aşması durumunda hemzemin geçit yerine alt veya üstgeçit yapılır” hükmü yer almaktadır. Yönetmeliğin yürürlüğe girmesiyle birlikte seyir momenti 30.000’i geçen hemzemin geçitler belirlenerek TCDD tarafından kapatılmakta ve yerlerine bütçe dahilinde alt veya üstgeçitler yapılmaktadır. Bu şekilde yoğun trafiğe sahip hemzemin geçitler kapanmış olduğundan kaza riski de ortadan kalkmaktadır. Fakat bu yöntem her ne kadar hemzemin geçit kazalarını ortadan kaldırırsa da maliyeti bakımından ülke bütçesine külfet getirmektedir.

2. Model verileri incelendiğinde kaza meydana gelme riskinin hemzemin geçit tipi bekçili bariyerliden otomatik bariyerli tipe geçildiğinde %329,9; flaşerli-çanlı bariyersiz tipe geçildiğinde %3362,3; serbest tipe geçildiğinde %739,1; flaşerli-çanlı otomatik bariyerli tipe geçildiğinde ise %302,1 arttığı görülmektedir. Bu sonuçlara bakıldığında bekçi kontrolünde bulunan bariyerli hemzemin geçitlerde karayolu araçlarının kaçak ve usulsüz geçiş yapmasının engellendiği düşünülmüştür. Diğer hemzemin geçit tiplerinde inisiyatif tamamen karayolu araç sürücülerinde olduğundan geçiş sırasında hemzemin geçit tipine

göre yer alan işaret ve uyarılara uymanın ve usulsüz geçişlerden kaçınmanın kazaların azalmasını sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma sonucunda görülmektedir ki, hemzemin geçitlerde meydana gelen kazalar üzerinde birçok parametre etkili olmaktadır. Ancak alınan fiziksel önlemlere rağmen kazaların kaçınılmaz olduğu da çalışma içerisinde yer alan istatistiklerden görülmektedir. Bu bağlamda ilgili kurum ve kuruluşların aldığı ve alacağı tedbirlerin yanında kazaların oluşumunda en önemli etkenlerden olduğu görülen karayolu araçları ve sürücüleri için düzenlemelerin artırılması, sürücüler için okul çağından başlayarak sürücü belgesi alıncaya kadarki dönemde hemzemin geçit geçişleri hakkında gerekli bilgilendirmenin yapılması hemzemin geçit kazalarının önüne geçilmesinde etkili olacaktır. Bunun yanında hemzemin geçitlerden yapılan usulsüz ve kaçak geçişlerle ilgili karayolu araç sürücüleri için uygulanacak trafik cezaları da caydırıcı olması bakımından olası kazalar için önleyici olabilir.

Demiryolu Hemzemin Geçitlerinde Alınacak Tedbirler ve Uygulama Esasları Hakkında Yönetmelikte yer alan kriterler ve bunlara bağlı yapılacak düzenlemeler de hemzemin geçitlerden yapılacak geçişleri daha güvenli hale getirecektir.

Bu çalışmada ele alınan hemzemin geçitlerin fiziksel ve trafik yoğunluğu parametrelerinin haricinde kazaya karışan karayolu araç sürücülerinin yaş, cinsiyet, ruh hali gibi sosyolojik parametrelerinin yanında, kazanın meydana geldiği gün, saat, hava durumu gibi diğer etkenlerle birlikte yapılacak geniş kapsamlı bir çalışma da hemzemin geçit kazalarının nedenlerini belirlemek ve gerekli önlemleri alabilmek için faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. TCDD (2017). *T.C. Devlet Demiryolları İstatistik Yıllığı* (2012-2016), 28.
2. Demiryolu Hemzemin Geçitlerinde Alınacak Tedbirler ve Uygulama Esasları Hakkında Yönetmelik, *03.07.2013 Tarihli Resmi Gazete* (Sayı: 28696).
3. Russo, B.J., Savolainen P.T., (2013), *Examination of Factors Affecting Frequency and Severity of Crashes at Rail-Grade Crossings*, Transportation Research Board 92nd Annual Meeting, Washington-ABD.
4. Dabbour E., (2017), *Risk factors that increased accident severity at US railroad crossings from 2005 to 2015*, Proceedings of the AIIT International Congress on Transport Infrastructure and Systems, 529-536, İtalya.
5. Kidida S., Allahyar M., (2016), *Analysis Of Grade Crossing Accidents Resulting In Injuries And Fatalities*, U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration.
6. Erdoğan S., Dikmen A., (2015), *Demiryolu Hemzemin Geçitleri Risk Ölçüm Modeli*, Hemzemin Geçitler Paneli, İzmir.
7. Fitzpatrick K., Carlson P., Bean J., Bartoskewitz R., (1997), *Traffic Violations At Gated Highway-Railroad Grade Crossings*, Texas Transportation Institute The Texas A&M University System College Station.
8. Haque R., (2011), *Analysis Of Railway Accidents At Level Crossings In Dhaka City*, Yüksek Lisans Tezi, Bangladesh University Of Engineering And Technology, Dept. of Civil Engineering, Dhaka, Bangladeş.
9. Eluru N., Bagheri M., Miranda-Moreno L., Fu L., (2011), *A Latent Class Modeling Approach for Identifying Injury Severity Factors and Individuals at High Risk of Death at Highway-Railway Crossings*, First International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS) , 1584-1599, Wuhan, Çin.
10. Savage I., (2006), Does public education improve rail-highway crossing safety?, *Accident Analysis and Prevention*, 38, 310-316.
11. Hao W., Daniel J., (2014), Motor vehicle driver injury severity study under various traffic control at highway-rail grade crossings in the United States, *Journal of Safety Research*, 51, 41-48.
12. Yılmaz Y., (2013), *Türkiye’de Hemzemin Geçitlerde Yaşanan Tren Kazaları Ve Bu Kazaları Azaltmak İçin Öneri Ve Düzenlemeler*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
13. Bozalioğlu R., (2017), *Hemzemin Geçitlerde İyileştirmelerin Seçimi Ve Maliyetlerinin Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

14. Güncan M., Potur M., Petan A., (2011), *Türkiye hemzemin geçitleri mevcut durum analizi ve bir risk modeli geliştirilmesi ihtiyacı*, Transist 2011 IV. Ulaşım Sempozyumu Ve Sergisi, İstanbul.
15. TCDD, (2013), *T.C. Devlet Demiryolları İstatistik Yıllığı (2008-2012)*, 30.
16. Kozak M., (2012), Hemzemin Geçitlerdeki Kaplama Çeşitleri ve Güvenliğe Etkisinin Araştırılması, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 2(1), 1-11.
17. Milli Eğitim Bakanlığı, (2013), *Raylı Sistemler Teknolojisi, Hemzemin Geçit Koruma Sistemleri*.
18. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, (1983), *Karayolları trafik kanunu* (Kanun no: 2918), Ankara.
19. Transport Canada, (2014), *Grade Crossings Standards*.
20. U.S. Department of Transportation, (2007), Federal Highway Administration, *Railroad-Highway Grade Crossing Handbook*.
21. Settasuwacha D., (2015), A Review Of Highway Railway Grade Crossing (Hrge) Safety Countermeasure, *Journal of Society for Transportation and Traffic Studies*, 4(3), 10-19, Thailand.
22. United Nations, (2000), Evaluation Of Cost-Effective Systems For Railway Level-Crossing Protection, *Economic And Social Commission For Asia And The Pacific*
23. The Australian Level Crossing Assessment Model, (2016), *ALCAM in Detail*.
24. Hennessy S., Bilker W., Berlin J., Strom B., (1999), Factors Influencing the Optimal Control-to-Case Ratio in Matched Case-Control Studies, *American Journal of Epidemiology*, 149, 195-197.
25. URL:<http://webpace.ship.edu/pgmarr/Geo441/Lectures/Lec%205%20-%20Normality%20Testing.pdf> (Erişim tarihi: 26.03.2018, 23:17)
26. URL:[http://ikc.biostat.tripod.com/webonmediacontents/Ders%206%20-%20Parametrik%20Olmayan%20Testler%201%20\(M-W%20Testi\).pdf](http://ikc.biostat.tripod.com/webonmediacontents/Ders%206%20-%20Parametrik%20Olmayan%20Testler%201%20(M-W%20Testi).pdf) (Erişim tarihi: 24.03.2018, 22:08)
27. URL:<http://debis.deu.edu.tr/userweb//ali.sen/dosyalar/HAFTA9.pdf> (Erişim tarihi: 27.03.2018, 01:01)
28. Akboğa Ö., (2014), *İnşaat İş Kazalarında Lojistik Regresyon İle Kaza Şiddetinin Modellenmesi*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
29. Şentürk E., (2011), *Mutluluk Düzeyinin Sosyo-Demografik Özelliklerle Lojistik Regresyon Analizi Aracılığıyla İncelenmesi ve Türkiye İçin Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

30. Urgancı K., (2012), *İstatistik Bölümü Mezunlarının İstihdamında Etkili Faktörlerin Lojistik Regresyon Analizi İle İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
31. Uğurlu C.T., (2017), Okulların Sosyal Sermayesi: Değişkenler Arası Lojistik Yordayıcılık, *Eğitim ve Bilim*, 192, 427-439.
32. Özdamar, K., (2004), *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi 1.* (Genişletilmiş 5.Baskı), Kaan Kitabevi, Eskişehir.
33. Kul S., (2014), İstatistik Sonuçlarının Yorumu: P Değeri Ve Güven Aralığı Nedir?, *Plevra Bülteni*, 8(1), 11-13.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ATEŞ, Ahmet Derya
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 08.02.1983, Ankara
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (532) 515 26 40
 e-mail : adainsaat@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2005
Lise	Ankara Gazi Anadolu Lisesi	2000

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2015-Halen	TCDD Genel Müdürlüğü	Şube Müdür V.
2014	Arc İnşaat Proje Taahhüt Tic. Ltd. Şti.	Şantiye Şefi
2013-2014	Ankara İnşaat A.Ş.	Teknik Ofis Şefi
2009-2013	Mesa Mesken A.Ş.	Kaba Yapı Şefi
2008-2009	Güriş İnşaat Müh. A.Ş.	Saha Mühendisi
2007	Askerlik Hizmeti	Yedek Subay
2006	İlay Yapı Denetim Ltd. Şti.	Kontrol Müh.

Yabancı Dil

İngilizce, Arapça

Hobiler

Bulmaca, tavla, seyahat



GAZİ GELECEKTİR..