

HEMZEMİN GEÇİTLERDE ALT/ÜST GEÇİT İYİLEŞTİRMELERİNİN BELİRLENMESİ

*Rüya BOZALIOĞLU**

*Ebru ARIKAN ÖZTÜRK***

Alınma: 21.05.2018 ; düzeltme: 13.09.2018 ; kabul: 05.03.2019

Öz: Demiryolu kazaları incelendiğinde kaza potansiyeli en yüksek kesimlerin hemzemin geçitler olduğu görülmektedir. Hemzemin geçitlerde meydana gelen çarpışmaları azaltmak ya da önlemek için, bazı iyileştirmeler yaparak bu noktalarda trafik güvenliğini artırmak mümkündür. Türkiye’de hemzemin geçit iyileştirmeleri, “Demiryolu Hemzemin Geçitlerinde Alınacak Tedbirler ve Uygulama Esasları Hakkındaki Yönetmeliği” esas alınarak belirlenmektedir. İlgili yönetmelikte, hemzemin geçitte uygulanacak koruma sistemleri, trenin hızına ve seyir momenti verilerine göre belirli şartlara bağlanmıştır. Hemzemin geçitlerde yapılacak iyileştirmelerin, özellikle alt/üst geçit şeklindeki yüksek maliyetli iyileştirmelerin seçilmesinde daha fazla faktörün dikkate alınması faydalı olacaktır. Bu çalışmada, alt/üst geçit şeklindeki iyileştirme gereksinimi olan hemzemin geçitlerin belirlenmesi için, hız ve seyir momenti ile birlikte diğer bazı parametreleri de dikkate alan bir puanlama tablosu oluşturulmuştur. Puanlama tablosu oluşturulurken Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) puanlama yönteminden yararlanılmıştır. 65 ve üzeri puana sahip hemzemin geçitlerin, alt/üst geçit formuna dönüştürülebileceği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hemzemin geçit, Alt/Üst geçit, Demiryolu güvenliği

Determination of Under/Overpass Improvements in Level Crossing

Abstract: When the railway accidents are examined, it is seen that the highest accident potentials are at the level crossings. It is possible to make some improvements in order to prevent accidents at those locations. In Turkey, level crossing improvements are determined according to the “Regulations on the Measures to be Taken and the Principles to be Implemented in the Level Crossing”. In this regulation, which protection system is to be applied at the level crossing is connected to the conditions of the train speed and cruising moment. More cost factors need to be taken into account when choosing high-cost improvements in the form of under/overpasses. In this study, a scoring table was developed which takes into account other parameters along with the cruising moment to determine the crossings requiring improvement. The Analytical Hierarchy Process (AHP) scoring method has been used when creating the scoring chart. It has been suggested that, level crossing with 65 points and up can be converted into under/overpass form.

Keywords: Level Crossing, Under/Overpass, Railway safety

* Sümer Holding A.Ş.. Ankara

** Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Trafik Planlaması ve Uygulaması A.B.D., Ankara
İletişim Yazarı: Ebru Arıkan Öztürk (eozturk@gazi.edu.tr)

1. GİRİŞ

Hemzemin geçitler farklı iki ulaşım türünü bir arada bulundurdıkları için potansiyel tehlike barındıran kesimlerdir. Ancak her hemzemin geçidin aynı oranda risklere sahip olduğu söylenemez. Risk; bir tehlikenin gerçekleşme olasılığı ile gerçekleştiği takdirde yaratacağı etkinin bir sonucudur. Hemzemin geçit kazalarının gerçekleşmesi sonucu yarattığı etki, aynı kategoride değerlendirilse bile, her hemzemin geçitte kaza gerçekleşme olasılığı farklılık gösterecektir. Bu nedenle her demiryolu hemzemin geçidindeki kaza riski de farklı olacaktır. Bu farklılaşmaya sebep olan birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar çevresel faktörler, trafik ile ilgili faktörler, teknik nedenler ve insan kaynaklı faktörler olarak sıralanabilir (Erdoğdu, 2015).

- Trafik ile ilgili faktörler: hemzemin geçitten geçen taşıt tipi, demiryolu aracı hızı, fren mesafeleri, intikal süreleri, demiryolu ve karayolu trafik yoğunlukları, geçit kullanım sıklığı, geçit aralığı, karayolu şerit kullanımı, karayolu yön kullanımı vb.
- Teknik nedenler: hemzemin geçit tipi ve yapısı, altyapı özellikleri, bariyer, ikaz-uyarı sistemlerinin yapısı, geçit açıklığı, kesen demiryolu hat adedi, uzunluğu, geçit düzenleme yapıları (refüj, oto korkuluk, bordür vb.), geçit kaplama cinsi, kurp yarıçapı, hemzemin geçidin kötü ve konumu ve yer aldığı topografik alan vb.
- Çevresel faktörler: geçit bölgesinde iki ulaşım modu (karayolu-demiryolu) kullanıcı için görüş yeterliliği, işaret ve levhaların görünürlüğü, kesişme açısı, aydınlatma, hava durumu (sis, kar, yağmur), fark edilebilirlik vb.
- İnsan kaynaklı faktörler: Bölgenin nüfus yoğunluğu, kullanıcı yaş grubu, bölge eğitim durumu, geçit kullanım amacı (tarımsal, ticari, vb.), bölge kültür yapısı, bekçi eğitim-sertifika durumu, bekçi çalışma şartları vb.

Demiryolunda gelişmiş ülkelerde, hemzemin geçitlerde başta trafik güvenliğini sağlayarak oluşabilecek kazaları minimuma indirmek ve konforu artırarak trafik akışını hızlandırmak için birçok düzenleme çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır:

- Hemzemin geçide yaklaşmakta olan trenlere geçidin güncel durumu hakkında önceden bilgi veren erken uyarı sistemleri
- Araç sürücülerini geçidin kapalı olduğuna yönelik uyarıcı sistemler
- Koruma sistemlerinde gelişmiş teknoloji kullanımı
- Uygun yatay ve düşey işaretlerin kullanımı
- Yol geometrisinde iyileştirmeler
- Görüş mesafesi iyileştirmeleri
- Yaya trafiği için iyileştirmeler

Bu düzenleme çalışmaları yapılmakla birlikte, söz konusu kesişim bölgelerinde yine de birtakım sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunların kaynağında ise hemzemin geçit elemanlarının iyi analiz edilememesi, hemzemin geçitlerin uygun hizmet düzeyinde işletilememeleri, güvenlik önlemlerinin mali politikalarından sonra gelmesi vb. nedenler sıralanabilir.

Türkiye’de 2015 yılı itibarı ile 3110 adet hemzemin geçit bulunmaktadır. 2015 yılında demiryollarında meydana gelen kazaların %27’si hemzemin geçitlerde yaşanmıştır. Bu kazalarda ölümlerin %46’sı, yaralanmaların da %70’i hemzemin geçit kazalarında meydana gelmiştir (KAİK, 2013). Hemzemin geçit kazaları yıllar içerisinde de benzer tabloyu karşımıza çıkarmaktadır.

Bu tabloyu değiştirmek üzere; 2013 yılında yayınlanan ve 2016 yılında revize edilen, alınması gereken tedbirler ile hemzemin geçit iyileştirmesine yönelik uygulama esaslarının yer aldığı “Demiryolu Hemzemin Geçitlerinde Alınacak Tedbirler ve Uygulama Esasları Hakkındaki Yönetmelik” yayımlanmış (Resmi Gazete, 08.09.2016), Türkiye’deki hemzemin geçitlerin 3 yıl içerisinde yönetmelikte belirtilen şartlara uygun hale getirilmesi planlanmıştır.

Yönetmeliğe göre; trenin hızına ve trafik yükünün fazlalığına bağlı olarak uygulanacak hemzemin geçit bölgeleri için koruma sistemleri şöyle tanımlanmıştır:

- Tren hızlarının en fazla 120 km/saat, seyir momentinin 3.000'e kadar olduğu konvansiyonel hatlarda Yönetmelik EK-1'deki 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 Yönetmelik EK-2'deki proje örneğine göre flaşör, çan ve bariyerden oluşan otomatik veya bekçili bariyer sistemi kurulur.
- Seyir momenti 30.000'in altında olmakla birlikte; il veya ilçe arazi ve demiryolu şartlarına göre hemzemin geçit açılmayacak yerlerde bulunan mevcut hemzemin geçitlerde, valiliklerce alınacak karar ile alt veya üstgeçit yapılabilir.

Yönetmelikte seyir momenti; 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 tanımlanmıştır. 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. Bu kurum ve kuruluşların sorumluluk alanı dışındaki şahıs ve tarla geçitlerinden geçen taşıt sayısı ortalaması ile geçitlerden geçen tren sayısı ortalamalarını Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları (TCDD) bölge müdürlükleri bildirir. Valilikler, seyir momentini tespit ettikten sonra yolu kullanan ilgili kurum ve kuruluşlara yazılı bildirimde bulunarak seyir momentine göre önlem aldırır.

Gerek trenin hızı, gerekse günlük tren ve karayolu araç sayısı geçitin güvenliğini etkileyen önemli parametreleridir. Hemzemin geçitten geçen tren ve karayolu araçlarının sayısı arttıkça, seyir momenti değeri de büyümekte, dolayısıyla geçitte emniyet seviyesi daha yüksek sistemlerin kullanım gerekliliği doğmaktadır.

Federal Highway Administration tarafından yayınlanan Railroad-Highway Grade Crossing Handbook'a (2007) göre; karayolu trafiğinin demiryolu trafiğinden alt geçit veya üst geçit yardımıyla ayrılması, ömür döngü maliyeti bakımından ekonomik olması veya aşağıdaki durumlardan bir veya daha fazlasının mevcut olması durumunda düşünülmesi gerektiği ifade edilmektedir (Deniz, 2010).

- i. Karayolunun otoyol sisteminin bir parçası olarak belirlenmesi durumu.
- ii. Karayolunun tamamen erişim kontrollü olarak tasarlanmış olması durumu.
- iii. Karayolu hız sınırının 88km/sa'in üstünde olması durumu.
- iv. YOGT'nin şehir içinde 50.000 kırsal kesimde 25.000'in üstünde olması durumu.
- v. İzin verilen en yüksek tren hızının 161 km/sa'nın üstünde olması durumu.
- vi. Demiryolu trafiğinin günlük ortalama 75 treni veya yıllık ortalama 150 milyon gross ton yükü geçmesi durumu.
- vii. Günlük yolcu treni sayısının şehir içinde 50'yi, kırsal kesimde 12'yi geçmesi durumu.
- viii. YOGT ile günlük tren sayısının (yolcu ve yük treni sayısının toplamının) çarpımının şehir içinde 500.000'i kırsal kesimde 125.000'i geçmesi durumu veya,
- ix. Günlük yolcu treni sayısı ile YOGT'nin çarpımının şehir içinde 400.000'i kırsal kesimde 100.000'i geçmesi durumu.
- x. Bariyerli aktif düzenekli hemzemin geçitler için kaza öngörü denklemi yardımıyla hesaplanan beklenen kaza frekansının 0,2'yi geçmesi durumu.
- xi. Araç gecikmesinin günde 30 aracı geçmesi durumu.
- xii. Mühendislik çalışmasının, karayolu ile demiryolu trafiğinin alt geçit veya üst geçit ile ayrılmaması halinde, karayolunun çoğu zaman hizmet seviyesinin hesaplanan değerinin %10 altında hizmet vereceğini göstermesi durumu.

Hemzemin geçitlerde yapılacak alt/üst geçit şeklindeki iyileştirmeler yüksek maliyetli yatırımlardır. Bu nedenle bu tip iyileştirmelerin seçilmesinde, iyileştirme gereksinimleri tüm

yönleri ile ele alınmalı, geçitteki trafik güvenliğini etkileyen tüm unsurlar göz önünde bulundurulmalıdır. Bu doğrultuda çalışmada öncelikle, alt/üst geçit şeklinde iyileştirme gereksinimi olan hemzemin geçitlerin belirlenmesi için, tren hızı ve seyir momenti ile birlikte daha fazla parametreyi esas alan bir puanlama tablosu oluşturulmuştur. Puanlama tablosu 6 ana kriterden oluşmakta olup altı ana kriterin altında 27 alt kriter yer almaktadır. Puanlama tablosu Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) puanlama yönteminden yararlanılarak oluşturulmuştur. 65 ve üzeri puana sahip hemzemin geçitlerin, alt/üst geçit formuna dönüştürülebileceği değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Slovak ve diğ. (2008), “Report on cost Benefit Analysis Methods for Level Crossings” başlıklı çalışmalarında, hali hazırdaki eş düzey geçişlerin iyileştirme çalışmaları için hangi yöntemin daha uygun olabileceğine karar verilmesinde yardımcı olmak amacıyla fayda-maliyet analizi yapmışlardır. Söz konusu araştırma kapsamında iki adet çalışma yapılmış olup, birinci çalışma mevcut hemzemin geçitlerin trafik güvenliği açısından tehlikeli kabul edilen bölümlerinde yer alabilecek bozulan ya da duran taşıt gibi engellerin varlığını tespit için bir sistem oluşturmak; ikinci çalışmada da bahsi geçen mevcut hemzemin geçit bölgelerinde trafik kurallarını ihlal eden araç kullanıcılarını ve yayayı tespit eden bir sistem oluşturmaktır.

Aoun ve diğ. (2010) “The cost benefit analysis of level crossing safety measures” başlıklı çalışmalarında, demiryollarının genel güvenlik seviyesini diğer ulaşım sistemleriyle karşılaştırmıştır. Çalışmada demiryollarının güvenlik seviyesinin diğer ulaşım sistemlerine göre oldukça yüksek olmasına rağmen demiryollarının karayolları ile kesiştiği düzlemler olan hemzemin geçit bölgelerinde trafik kazalarının meydana geldiği görülmüş olup, bu bölgelerde oluşan kazanların nedenleri araştırıldığında ise hatalı kullanıcı davranışlarının kaza gelişiminde önemli bir etken olduğu görülmüştür. Bu sebeple Raylı Optimizasyon Güvenlik Analizi oluşturularak ROSA projesi kapsamında bir dizi maliyet önlemi ile çeşitli güvenlik tedbirlerini tespit etmek amaçlanmıştır.

Rezvani ve diğ. (2014), “A new cost-Benefit methodology for highway-railway grade crossing safety programs” başlıklı çalışmalarında, hemzemin geçit güvenliğinde bir fayda-maliyet metodolojisi oluşturmuş, hemzemin geçit bölgelerinde meydana gelen kaza ve güvenlik maliyetleri üzerinde durmuştur. Çalışmada öncelikle hemzemin geçitlerde geçiş önceliği, tren ve otoyol trafik hacmi, görüş mesafesi, okul otobüsleri ve yolcu yükleri, uyarı cihazları, hemzemin geçit bölgelerinde daha önce yaşanmış trafik kazaları, ilgili geçitleri kullanan araç sayısı, azami tren hızı vb. parametrelerden oluşan bir tehlike indisi belirlenmiştir. Daha sonra bir kaza tahmin modeli oluşturulmuştur.

Haleem ve diğ. (2015) ABD’deki hemzemin geçitlerde kazalar sonucu meydana gelen hasarın şiddetine etki eden faktörleri araştırmış, araştırmada analiz için Federal Demiryolları İdaresi veri tabanından 2009-2013 yılları arası bulunan 5528 adet hemzemin geçitlerde meydana gelen çarpışma olayını kullanmıştır. Çalışmada kapsamlı bir risk faktörü listesi oluşturulmuştur. Bu faktörlerden birkaçı; çarpışmaların coğrafi bölgesi, yüzey geometrisi, demiryolu sınıfı, trafik parametreleri (tren hızı, araçlar için yıllık ortalama günlük trafik vb.), otoyolu kullanıcısı (örneğin sürücü yaşı ve cinsiyeti), çevresel faktörler (aydınlatma, hava koşulları) olarak sayılabilmektedir. Çalışmada karmaşık karayolu kullanıcı davranışlarını daha iyi yakalamak için karma logit modeli kullanılmıştır.

3. YÖNTEM

İlgili yönetmeliğe göre seyir momenti 30.000’in altında olan; arazi ve demiryolu şartlarına göre hemzemin geçit açılmayacak yerlerde bulunan mevcut hemzemin geçitlerde, valiliklerce alınacak karar ile alt veya üst geçit yapılabileceği ifade edilmektedir. Ancak valiliklerce alınacak kararın gerekçelerinin nasıl belirleneceği konusu açık değildir. Hemzemin geçitlerde

alt/üst geçit şeklindeki iyileştirmelerin yapımını karar vermek ekonomik bir karardır. Ancak alt/üst geçit şeklindeki bir iyileştirme ile sağlanacak faydalar da söz konusudur. Bu faydalardan bazıları şunlardır:

- Tren-araç çarpışması kaza maliyetlerinden tasarruf
- Karayolu araçları için gecikme maliyeti tasarrufu
- Karayolu araçları için yakıt tasarrufu
- Bekleyen karayolu araçlarından kaynaklanan emisyonların azalması

Hemzemin bir geçidin alt/üst geçit formuna dönüştürülmesine karar verilirken maliyet ve/veya güvenlik odaklı kriterler dikkate alınabilir. Türkiye’de ulusal demiryolu ağında meydana gelen kazaların ve can kayıplarının önemli bir bölümü hemzemin geçitlerde olmaktadır. Hemzemin geçitlerde trafik güvenliğine yönelik yaşanan problemler de söz konusudur. Bu nedenle çalışmada, alt/üst geçit iyileştirme seçimine yönelik kriterler belirlenirken güvenlik boyutuna odaklanılmıştır. Ana kriterler; hız, ölümlü ve yaralanmalı kaza sayısı, günlük trafik miktarı, olumsuz fiziki koşullar, teknik problemler, yaya geçiş problemleri, olumsuz çevresel koşullar gibi geçitin trafik güvenliğini olumsuz etkileyecek kriterler dikkate alınarak seçilmiştir. Trafik kaza verilerine ait alt kriterler belirlenirken karayolu kaza kara noktası tespitine yönelik bilgilerden faydalanılmıştır. Trafik koşulları ve fiziki koşullara ilişkin alt kriterler belirlenirken ise yönetmelikteki seyir momenti, hız, iki geçit arası minimum mesafe verileri kullanılmıştır.

Çalışmada mevcut bir hemzemin geçit için, hangi durum ve koşullarda alt/üst geçit iyileştirmesi yapılmasının gerekli olduğunu belirlemek üzere bir puanlama tablosu oluşturulmuştur. Hemzemin geçit için iyileştirme gereksinimini belirleyen puanlama tablosu 6 ana kriterden oluşmakta olup altı ana kriterin altında 27 alt kriter yer almaktadır. Puanlama tablosundaki ana kriterler şunlardır (Bozalioğlu, 2017):

- Trafik Kaza Verileri
- Trafik Koşulları
- Fiziki Koşullar
- Teknik Faktörler
- Yaya Etmen Faktörler
- Çevresel Faktörler

Çalışmada, puanlama için seçilen tüm kriterler içerisinde, kriterlerin birbirine göre önem düzeyini sağlıklı belirleyebilmek üzere Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) puanlama yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntemin esası, karar vericilerin bilgi ve deneyimleridir. Analitik hiyerarşi süreci, çok amaçlı kararları etkileyecek kriterler kümesini ve bu kriterlerin verilecek karardaki göreceli önemlerini uzmanların değerlendirmelerine dayanarak belirler. Böylece sistematik bir yaklaşımla sayısal performans ölçümleri, subjektif değerlendirmelerle birleştirilerek sağlıklı sonuçlar elde edilir. AHS puanlama yönteminde kriter ya da alt kriterler anlamlı bir şekilde bölümlendirilerek puan aralıkları saptanır. Söz konusu kriterlerin sayıları ne olursa olsun, kriterlerin buldukları puan aralıklarına göre toplam puanları hesaplanarak amaca göre sıralama yapılır (Topçu, 2000).

Çalışma kapsamında yer alan puanlama tablosunu oluşturan ana kriterler ve alt kriterlerin belirlenmesi esnasında yöntem gereği farklı uzman görüşleri dikkate alınmıştır. 6 ana kritere ait 27 alt kriter ile alt kriterlerin ağırlıkları 5 farklı uzman görüşüne başvurularak tespit edilmiştir.

Ana kriterlerin nispi önem derecelerini belirlemek üzere aşağıdaki değerlendirme tablosu kullanılmıştır (Tablo 1). Söz konusu bu puanlama, kriterlerin içerisinde hiyerarşinin belirlenmesi için yapılmıştır. Kriterlerin değerlendirilmesi için ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturulmuş (Tablo 2), karşılaştırılan her bir elemanın öncelik durumunu belirlemek için de matris normalize edilerek kriterlerin göreceli ağırlıkları hesaplanmıştır (Tablo 3). Şekil 1’de ise çalışma yönteminin süreç akış diyagramı görülmektedir.

Tablo1. Önem derecesi için değerlendirme tablosu (Saaty, 1980)

Puanlama	Açıklama
1	Her iki faktör birbirine eşit ise 1 değerini alır
3	1.Faktör 2. faktörden biraz daha fazla önemli ise 3 değerini alır
5	1.Faktör 2. faktörden kuvvetli derecede önemli ise 5 değerini alır
7	1.Faktör 2. faktörden çok kuvvetli derecede önemli ise 7 değerini alır
9	1.Faktör 2. faktörden aşırı derecede önemli ise 9 değeri alır
2,4,6,8	Ara değerler

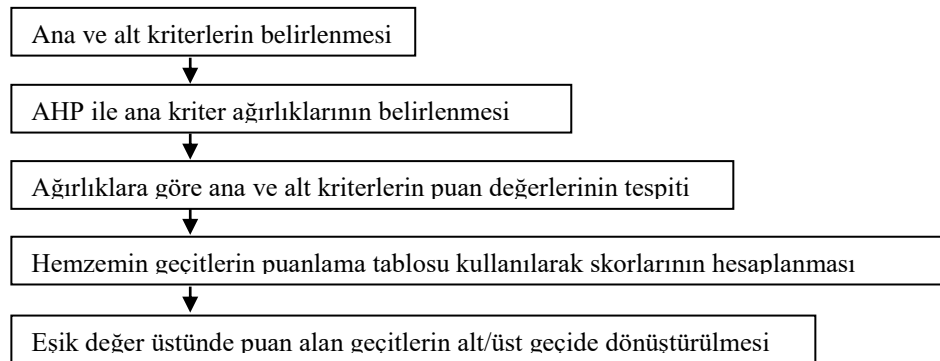
Tablo 2. AHS puanlaması için ikili karşılaştırmalar matrisi – A matrisi

A	Trafik kaza verileri	Trafik koşulları	Fiziksel koşullar	Teknik faktörler	Yaya etmen fak.	Çevresel faktörler
Trafik kaza verileri	1,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00
Trafik koşulları	0,33	1,00	3,00	4,00	5,00	6,00
Fiziksel koşullar	0,25	0,33	1,00	3,00	4,00	5,00
Teknik faktörler	0,20	0,25	0,33	1,00	3,00	4,00
Yaya etmen faktörler	0,16	0,20	0,25	0,33	1,00	3,00
Çevresel faktörler	0,14	0,17	0,20	0,25	0,33	1,00

Tablo 3. Normalize edilmiş A matrisi ve görelî önem vektörü

A	Trafik kaza verileri	Trafik koşulları	Fiziksel koşullar	Teknik faktörler	Yaya etmen faktörler	Çevresel faktörler	Satır toplamı	Satır Ağırlığı (W)
Trafik kaza verileri	0,480	0,606	0,455	0,370	0,310	0,270	2,491	0,415
Trafik koşulları	0,160	0,202	0,342	0,294	0,259	0,231	1,488	0,248
Fiziksel koşullar	0,120	0,067	0,113	0,220	0,207	0,192	0,919	0,153
Teknik faktörler	0,096	0,051	0,040	0,074	0,155	0,154	0,570	0,095
Yaya etmen fak.	0,077	0,040	0,028	0,024	0,052	0,115	0,336	0,056
Çevresel faktörler	0,067	0,034	0,022	0,018	0,017	0,038	0,196	0,033

Satır ağırlığındaki değerler kriterlerin ağırlık derecesini göstermektedir. Satır ağırlığı değerleri, ikili karşılaştırmada en önemli kriterin (0,415) trafik kaza verileri, ikinci önemli kriterin ise (0,248) trafik koşulları olduğunu göstermiştir. Daha sonra önem sırasına göre ana kriterler; fiziksel koşullar, teknik faktörler, yaya etmen faktörler ve çevresel faktörlerdir (Bozalioğlu, 2017).



Şekil 1:
Süreç akış diyagramı

3.1 Puanlama Tablosu

Puanlama tablosu, Tablo 3'deki satır ağırlıkları dikkate alınarak, ana kriterlerin toplam puan değeri 100 olacak şekilde tasarlanmıştır (Tablo 4). Her bir ana kritere ait maksimum puan değerleri ise şöyledir:

- Trafik Kaza Verileri (35 puan)
- Trafik Koşulları (25 puan)
- Fiziki Koşullar (18 puan)
- Teknik Faktörler (12 puan)
- Yaya Etmen Faktörler (7 puan)
- Çevresel Faktörler (3 puan)

Tablo 4. Hemzemin geçit için iyileştirme gereksinimini belirleyen puanlama tablosu

Kriter	Alt Kriterler	Puan	Açıklama
Trafik Kaza Verileri	Beş yıl içerisinde 4 ve 4'ten fazla ölümlü kaza meydana gelmesi	35	Bu kriter gerçekleşmişse diğer kriterlere bakma
	Beş yıl içerisinde 2-3 ölümlü kaza meydana gelmesi	20	
	Beş yıl içinde 1 ölümlü trafik kazası meydana gelmesi	15	
	Beş yıl içerisinde 4 ve 4'ten fazla ağır yaralanmalı* kaza meydana gelmesi	10	
	Beş yıl içerisinde 2-3 ağır yaralanmalı trafik kazası meydana gelmesi	8	
	Beş yıl içinde 1 ağır yaralanmalı trafik kazası meydana gelmesi	6	
	Beş yıl içinde 2 ve 2'den fazla yaralanmalı ve/veya maddi hasarlı kaza meydana gelmesi	5	
Trafik Koşulları	Seyir momentinin 30.000 ve üzeri olması	25	Bu kriter gerçekleşmişse diğer kriterlere bakma
	Seyir momentinin 3.000-30.000 arasında olması	15	
	Seyir momentinin 3.000 altında olması	5	
	İzin verilen en yüksek tren hızının 120 km/sa'ın üstünde olması	10	
	Karayolu hız sınırının 90 km/sa'ın üstünde olması	5	
Fiziki Koşullar	Yerleşim yeri dışında iki hemzemin geçit arasında 5000 metreden az mesafe olması	18	Bu kriter gerçekleşmişse diğer kriterlere bakma
	Yerleşim yeri içinde iki hemzemin geçit arasında 1000 metreden az mesafe olması	18	Bu kriter gerçekleşmişse diğer kriterlere bakma
	Demiryolu için yetersiz görüş mesafesi	4	
	Karayolu için yetersiz görüş mesafesi	4	
	Yetersiz aydınlatma	3	
	Kaplama problemleri	2	
	Drenaj problemleri	2	
	Trafik işaretlemelerindeki eksiklikler	3	
Teknik Faktörler	Kontrol sistemi problemleri (Sinyalizasyon-bariyer-zil-flaşör)	12	

Tablo 4. (devamı)

Yaya Etmen Faktörler	Yoğun yaya geçiş bölgesi	3	
	Bölgenin yoğun nüfusa sahip olması	1	
	İnsan kaynaklı kural ihlalleri	3	
Çevresel Faktörler	Aşırı yağış	1	
	Buzlanma	1	
	Sis	1	

*Ağır yaralanmalı kaza: Bir trafik kazasında ağır bedensel yaralanma söz konusu olmuş ise yani; yaralanan kişinin uzuv kaybı yaşaması veya hayati fonksiyonlarını yerine getirememesi durumu gerçekleşmiş ise bu tip yaralanmalı kazaları ifade eder.

Tablo 4’de, 6 ana kriterin altında 27 adet alt kriter bulunmaktadır ve ana kriterlerin puan değerleri ilgili alt kriterlerin puan toplamından oluşturmaktadır. Alt kriterin puan dağılımı yapılırken, bu kriterlerin trafik güvenliğine etkilerine yönelik önem durumları dikkate alınmış ve bu önem durumuna göre alt kriterlerin puanlaması çalışmanın yazarları tarafından oluşturulmuştur.

Alt kriterlerin puanlamasında; birden fazla alt kriter gerçekleşmiş olsa bile, ait olduğu ana kriterin maksimum puanı aşılmamaktadır. Örneğin bir hemzemin geçitte, beş yıl içerisinde 2-3 ölümlü kaza meydana gelmiş (20 puan) ve 4- 4’ten fazla ağır yaralanmalı kaza meydana gelmiş (10 puan) ise “Trafik Kaza Verileri” ana kriterinden toplam 30 puan elde etmiş olacaktır.

Trafik kaza verileri ve trafik koşulları ana kriterlerinin altında yer alan alt kriterlerin bir kısmı, aynı anda gerçekleşmesi mümkün olmayan kriterlerdir. Örneğin, bir hemzemin geçide ait seyir momenti miktarı ya 30.000 değerinin üzerinde olacak ya 3.000-30.000 değerleri arasında olacak ya da 3.000 değerinin altında olacaktır. Yine aynı şekilde hemzemin geçitte ya 4’ten fazla sayıda, ya 2-3, ya da 1 adet ölümlü kaza meydana gelmiş olabilir.

Seyir momentinin 30.000 ve üzeri olması durumu ilgili ana kriterdeki en kritik durumdur ve bu alt kriterin puanı ana kriterin puanına eşittir (25 puan). Seyir momentinin 3.000-30.000 arasında olması (15 puan) durumuyla birlikte izin verilen en yüksek tren hızının 120 km/sa’ın üstünde olması (10 puan) ve karayolu hız sınırının 90 km/sa’ın üstünde olması (5 puan) durumları söz konusu olabilir. Böyle bir durumda bu üç alt kriterin toplam puanı (25 puan) ana kriter puanını geçmemelidir.

Aynı şekilde trafik kaza verileri ana kriterinin altında yer alan ilk sıradaki “Beş yıl içerisinde 4 ve 4’ten fazla ölümlü kaza meydana gelmesi” durumu en kritik durumdur ve bu alt kriterin puanı ana kriterin puanına eşittir (35 puan). Ancak örneğin, beş yıl içerisinde 2-3 ölümlü kaza meydana gelmiş (20 puan) bir hemzemin geçitte aynı beş yıl içerisinde 4 ve 4’ten fazla ağır yaralanmalı kaza (10 puan) ve 2 ve 2’den fazla yaralanmalı ve/veya maddi hasarlı kaza (5 puan) meydana gelmiş olabilir. Bu üç durumun toplam puanı da 35 puandır ve ana kriter puanını aşmamaktadır. Ki bu durum, ilk sıradaki alt kriterin gerçekleşmesi haricinde, ölümlü-ağır yaralanmalı-yaralanmalı ve/veya maddi hasarlı kazalara ilişkin oluşabilecek en olumsuz durumdur. Bu durum dışındaki olasılıklarda ise toplam puan 35 puanın altında olmaktadır.

Diğer 4 ana kritere (Fiziki Koşullar (yerleşim yeri durumu hariç), Teknik Faktörler, Yaya Etmen Faktörler ve Çevresel Faktörler) ait alt kriterler, aynı anda gerçekleşmesi mümkün olabilecek durumları içermektedir. Örneğin hemzemin bir geçitte yetersiz görüş mesafesi, aydınlatma-kaplama drenaj problemi ya da işaretleme eksikliği aynı anda olabilir. Bu alt kriterlerin puan dağılımı yapılırken de kriterlerin trafik güvenliğine yönelik etkileri dikkate alınarak puanlama dağılımı yapılmıştır.

Puanlama tablosuna göre, 65 puan ve üzeri puana sahip hemzemin geçitlerin alt/üst geçit formuna dönüştürülebileceği değerlendirilmiştir. Ancak, Trafik Kaza Verileri (35 puan) ile

Trafik Koşulları (25 puan) kriterlerinden herhangi birinden en yüksek puanın alınmış olması durumunda, toplam puan 65'ten düşük olsa da, yine valiliklerce alınacak karar ile *alt veya üstgeçit* yapımına karar verilebilir.

4. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Tüm ulaşım sistemlerinde olduğu gibi raylı sistemlerde de temel amaç ulaşımın güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesidir. Demiryolu kazaları incelendiğinde, kaza potansiyeli en yüksek kesimlerin hemzemin geçitler olduğu görülmektedir. Hemzemin geçitlerde meydana gelen çarpışmaları azaltmak ya da önlemek için, bazı iyileştirmeler yaparak bu noktalarda trafik güvenliğini artırmak mümkündür. Hemzemin geçitlerin alt/üst geçide dönüştürülmesi şeklindeki çözüm de, bu geçitlerde uygulanabilecek nihai, aynı zamanda yüksek maliyetli bir çözümdür. Burada üzerinde durulması gereken konu, çözüme yönelik gerekçelerin kapsamlı ve doğru bir biçimde belirlenmesi gerekliliğidir.

Çalışmada hemzemin bir geçidin alt/üst geçit formuna dönüştürülmesine karar vermek için Trafik Kaza Verileri, Trafik Koşulları, Fiziki Koşullar, Teknik Faktörler, Yaya Etmen Faktörler ve Çevresel Faktörler olmak üzere 6 ana kriter ile bu 6 ana kriter altında yer alan 27 alt kriter değerlendirmeye alınmıştır. Belirlenen bu kriterler, AHS puanlama yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve bir puanlama tablosu oluşturulmuştur. Tablo hazırlanırken Türkiye'nin yerel koşulları dikkate alınmıştır.

AHS puanlama yöntemine göre belirlenen 6 ana faktörden önem derecesi en fazla olan trafik kaza verileri olarak bulgulanmıştır. Karayolu trafik kazalarında olduğu gibi hemzemin geçit kazalarında da meydana gelen ölümler, iyileştirme gereksiniminin başlıca nedenleri arasındadır. Tren ve araç trafik miktarı ile hızlarına ilişkin parametrelerin yer aldığı trafik koşulları kriteri, trafik kaza verilerinden sonra ikinci derecede öneme sahip kriter olarak bulgulanmıştır. Belirli bir değer üzerinde trafik akımına sahip hemzemin geçitlerin iyileştirilmesinde, karayolu ile demiryolu kesişiminin düzeylerini ayırmak en etkili çözüm olarak karşımıza çıkar. Hemzemin geçitler arası mesafe, görüş problemleri, kaplama problemleri, yetersiz aydınlatma, drenaj problemleri, işaretlemelerdeki eksiklikler gibi alt kriterlerden oluşan fiziki koşullar ise üçüncü derecede öneme sahip kriter olarak bulgulanmıştır. Bu alt kriterlerden özellikle hemzemin geçitler arası mesafe, geçit güvenliği için son derece önemli bir kriterdir. Mevcut durumdaki yönetmeliğe göre de, şehir içi ve şehir dışında yönetmelikte belirlenen mesafelerden birbirine daha yakın olan hemzemin geçitlerin iyileştirilmesi gerekmektedir. Diğer üç ana kriter önem derecesine göre şöyle sıralanmıştır: teknik faktörler, yaya etmen faktörler ve çevresel faktörler. Hemzemin geçidin güvenliğinin teşkilinde bu üç kriterin de önemli etkisi söz konusudur. Özellikle geçit trafiğinin yönetiminde kontrol sistemlerinin önemi büyüktür. Burada yaşanan bir problem, ya da kontrol sistemlerinin yetersizliği hemzemin geçidin güvenliğini olumsuz etkileyecektir.

TCDD tarafından 2003 yılından bu yana yürütülen çalışmalar neticesinde, 2017 yılı itibarı ile 1.800 adet geçit kapatılarak 4.810 olan geçit sayısı 3.010'a düşürülmüştür. Mevcut hemzemin geçitlerde iyileştirilme çalışmaları devam etmekte olup hemzemin geçitlerin 1.079'u kontrollü hale getirilmiştir. 2017 yılı itibarı ile 207 hemzemin geçidin alt-üst geçit haline getirilmesine yönelik çalışmalar devam etmektedir (Ulaşan ve Erişen Türkiye, 2017). Bu çalışmanın, hemzemin geçitlerde alt/üst geçit iyileştirmelerine karar verirken karar vericilere fayda sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Aoun, R. El Koursi, M. Lemaire, E. (2010). The cost benefit analysis of level crossing safety measures, *Computers in Railways XII*, 851-861. doi: 10.2495/CR100771

2. Bozalioğlu, R. (2017). Hemzemin geçitlerde iyileştirmelerin seçimi ve maliyetlerinin karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
3. Deniz, O. (2010). Karayolu-Demiryolu Geçitlerinin Planlanması, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
4. Erdoğan, S., Dikmen A. (2015). Demiryolu Hemzemin Geçitleri Risk Ölçüm Modeli, 11.Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 27-29 Mayıs, 2015, İstanbul.
5. Haleem, K. Gan, A. (2015). Contributing factors of crash injury severity at public highway-railroad grade crossing in the U.S. *Journal of Safety Research*, (53-June), 23-29. doi: 10.1016/j.jsr.2015.03.005
6. Railroad-Highway Grade Crossing Handbook, (2007). U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, Report No. FHWA-SA-07-010.
7. Resmi Gazete: Demiryolu hemzemin geçitlerinde alınacak tedbirler ve uygulama esasları hakkında yönetmelikte değişiklik yapılmasına dair yönetmelik, 08.09.2016. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/09/20160908-12.htm> (Erişim Tarihi: 31.05.2017).
8. Rezvani, A. Cruz, R. and Thomas A. (2014). A new cost-benefit methodology for highway-railway grade crossing safety programs, *European Transport Conference 2014*, 20-34.
9. Saaty, L.T. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3-5), 161-176.
10. Slovak, R. El Koursi, E. M., Tordai, L. Woods, M. and Schnieder, E. (2008). D4 report on cost benefit analysis methods for level crossings. Safer European Level Crossing Appraisal and Technology Project, (SELCA) 112-123.
11. Topçu İ. (2000). Çok Ölçütlü Sorun Çözümüne Yönelik bir Bütünleşik Karar Destek Modeli, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
12. Ulaşan ve Erişen Türkiye, Demiryolu (2017). Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara. <http://www.udhb.gov.tr/images/faaliyet/c19d85352980eaf.pdf> (Erişim Tarihi: 05.03.2018)
13. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Kaza Araştırma ve İnceleme Kurulu KAİK, (2013). Kazasız yollar emniyetli ulaşım-ulaştırma kaza istatistikleri, Ankara.