

Karayolu Projelerinin Hazırlanmasında Yaban Hayatı Geçiş Yapılarının Değerlendirilmesi

Emre TERCAN¹

ÖZET: Türkiye, coğrafi konumu, iklim farklılıkları, topoğrafik, jeolojik ve jeomorfolojik çeşitlilikler nedeniyle Dünya’da en zengin biyoçeşitliliğe sahip ülkelerden birisidir. Hızlı nüfus artışı, endüstrileşme, yanlış tarımsal politikalar, aşırı avlanma, baraj ve yol inşaatları gibi çok sayıda faktör yaban hayatı yaşam alanları ve biyoçeşitlilik üzerinde ciddi anlamda olumsuz etkiler yaratmaktadır. Türkiye’de son dönemde karayolu ulaşım ağının geliştirilmesi için çok sayıda karayolu projesi yapılmıştır. Türkiye’de karayolu projelendirme sürecinde, yaban hayatı sahaları gibi ekolojik faktörler genellikle dikkate alınmamaktadır. Yaban hayatı sahaları dikkate alınmadan projelendirilen yollar, yaban hayatı hareketlerini ve gen akımını sınırlandırmakta, yaban hayatı yaşam alanlarının parçalanmasına, bozulmasına ve yok olmasına sebep olmaktadır. Yaban hayatı dikkate alınmadan projelendirilen yollarda, yaban hayvanlarının öldüğü veya yaralandığı trafik kazaları meydana gelmektedir. Dünya’da yaban hayatı geçiş yapıları ile ilgili çok sayıda çalışma ve uygulama yapılmaktadır. Ülkemiz literatüründe ise, yaban hayatı geçiş yapılarının karayolu projelendirme sürecinde değerlendirilmesine ilişkin çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada, yaban hayatı sahaları ve hayvan geçişleri dikkate alınarak ekolojik bir karayolu projelendirme yaklaşımı sunulmuştur. Bu yaklaşımın, gelecekte yapılacak proje çalışmalarına bir zemin oluşturmasının yanısıra uygulayıcı ve planlayıcılara bir kılavuz olması da beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik geçiş yapıları, karayolu projesi, yaban hayatı, yol ekolojisi

Evaluation of Wildlife Crossing Structures in Preparing Highway Projects

ABSTRACT: Turkey is one of the countries which have the richest biodiversity in the world due to its geographical location, climate differences, topographical, geological and geomorphological diversity. Numerous factors such as rapid population growth, industrialization, improper agricultural policies, overfishing, dams and road constructions have serious negative effects on wildlife habitats and biodiversity. In Turkey, a great number of highway projects have been carried out for the development of road transportation network in the recent period. In the preparation of highway projects in Turkey, ecological factors such as wildlife habitats are generally not taken into consideration. The roads designed without considering wildlife sites limit wildlife movements and gene flow, cause the fragmentation, destruction and extinction of wildlife habitats. In the roads designed without consideration of wildlife, traffic accidents occur that wildlife animals are killed or injured. There are many studies and applications about wildlife crossings structures in the world. In the Turkish literature, studies on the evaluation of wildlife crossings structures in the process of preparation of highway projects are very limited. In this study, an ecological highway project approach was presented by taking into account wildlife habitats and animal crossings. This approach is expected to be a guide to practitioners and planners, as well as a platform for future project work.

Keywords: Ecological crossing structures, highway project, wildlife, road ecology

¹ Karayolları Genel Müdürlüğü, 13.Bölge Müdürlüğü, Etüt Proje ve Çevre Başmühendisliği, Antalya, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Emre TERCAN, emre_tercan@hotmail.com

GİRİŞ

Yolların ve trafiğinin yaban hayatı üzerinde çok büyük olumsuz etkileri vardır. Bu olumsuz etkiler, (1) yol ölümleri (Glista et al., 2009; Kušta et al., 2014), (2) araçlar ve yollardan kaynaklanan yaban hayatı göç yolları bakımından değişiklikler (Hoeven et al., 2009; Neumann et al., 2012), (3) yaban hayatı yaşam alanlarının parçalanması ve bozulması (Li et al., 2010), (4) yol boyu çevresi açısından değişimler (Ascensao et al., 2012), (5) yol boyunca yaban hayatı yaşam alanlarının rahatsız edilmesi (gürültü, titreşimler, araç görünürlüğü)(Van Langevelde et al., 2009) ve (6) yaban hayatı hareketlerini ve gen akımını sınırlandıran bariyer etkisi (Shepard et al., 2008) olarak sıralanabilir (Wang et al., 2017).

Yolların, böcekler (Vermeulen, 1994), sürüngenler ve amfibiler (Hels and Buchwald, 2001; Aresco, 2005), kuşlar (Clevenger et al., 2003) ve memeliler (Clarke et al., 1998; Huijser and Bergers, 2000) gibi çok sayıda hayvan popülasyonu üzerinde bariyer ve ölümcül etkileri vardır (Van Langevelde et al., 2009).

Yaban hayvanlarının yollardan geçişi ölümlü, yaralanmalı veya maddi hasarlı kazalara sebep olmaktadır. Türkiye’de 2015 yılı trafik kazası verilerine göre hayvan-taşıt çatışmasına bağlı trafik kazalarında, otoyollarda meydana gelen 14 trafik kazasında 20 kişi yaralanmış, devlet yollarında meydana gelen 382 trafik kazasında 23 kişi ölmüş 688 kişi yaralanmış, il yollarında meydana gelen 126 trafik kazasında 2 kişi ölmüş 235 kişi yaralanmıştır (KGM, 2015). Bu kazalar, yaban hayvanlarının geçişleri ve hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı köy yerleşim merkezlerindeki keçi, koyun, inek gibi sürü hayvanlarının geçişleri esnasında meydana gelen kazaları içermektedir.

Türkiye’de ulaştırma türleri arasında karayolu ulaşımı, diğer ulaştırma türlerine göre daha çok tercih edilmektedir. Özellikle son yıllarda hızla gelişen ekonomiye, nüfus ve motorlu araç sayısının artmasına paralel olarak Türkiye’de karayolu ağı üzerindeki trafik yoğunluğu da hızla artmıştır. Türkiye’de son dönemde karayolu ulaşım ağının geliştirilmesi için çok sayıda karayolu projesi yapılmıştır. Karayolu projelendirme sürecinde karayolu güzergahları genellikle ekolojik faktörler dikkate alınmadan belirlenmektedir. Alt geçit,

üst geçit ve menfez gibi sanat yapıları da hidrolik, hidrolojik, yaya ve taşıt geçişi gibi faktörler dikkate alınarak projelendirilmekte, yaban hayatı geçiş sahaları dikkate alınmamaktadır. Yaban hayvanlarının yaşam alanları arasında geçişlerine imkan sağlamak ve trafik kazalarını azaltmak amacıyla ekolojik geçitlerin yapılması çok önemlidir. Bu nedenle Kuzey Amerika, Asya, Avustralya ve bazı Avrupa ülkelerinde hayvanlar için ekolojik amaçlı köprüler, viyadükler, alt ve üst geçitler yapılmaktadır. Ancak, Türkiye’de biri Niğde-Pozantı-Mersin Otoyolu Mersin Gülek Geçidi’nde ve diğeri Kuzey Marmara Otoyolu’nda olmak üzere sadece 2 tane ekolojik üst geçit yapısı bulunmaktadır.

Yaban hayatı geçiş yapılarının değerlendirilmesi ve tasarımı için ilk kapsamlı ve sistematik el kitabı 2011 yılında ABD Federal Karayolu İdaresi tarafından yayımlanmıştır (Clevenger and Huijser, 2011). Dünya’da yaban hayatı geçişlerinin ve yol etkileşimlerinin değerlendirilmesi konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır (Chang et al., 2014; Karlson and Mörtberg, 2015; Igondova et al., 2016; Huijser et al., 2016; Tissier et al., 2016; Baigas et al., 2017).

Ülkemiz literatüründe ise yaban hayatı geçişleri ve yol etkileşimlerine ilişkin yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır. Yapılan bu çalışmalarda, yaban hayatı yönetimi (Beşkardeş, 2009), orman içi ve kenarı yol ağlarında ekolojik sanat yapıları (Gülci ve ark., 2014; Gülci ve Akay, 2014) ve barajların yaban hayatına zararları (Uçarlı, 2016) değerlendirilmiştir.

Ülkemiz literatüründe yaban hayatı geçiş yapılarının yol projeleri aşamasında göz önünde bulundurulmasına ilişkin ekolojik proje yaklaşımına ait bir çalışma ise bulunmamaktadır. Bu çalışmada ele alınan yol güzergahlarının belirlenmesinde ekolojik ve teknik faktörlerin bir arada değerlendirilmesi, gelecekte yapılacak çalışmalara önemli bir zemin oluşturacaktır.

Bu çalışmada öncelikle Türkiye’de yaban hayatı ve biyoçeşitlilik varlığı ele alınmıştır. Daha sonra karayolu projelerinde ekolojik geçişlerin Dünya ve Türkiye’deki durumu değerlendirilmiştir. Bu veriler ışığında karayolu projelendirme çalışmalarında tavsiye edilen yöntem ve ekolojik geçiş yapılarında proje kriterleri açıklanmıştır.

TÜRKİYE'DE YABAN HAYATI VE BİYOÇEŞİTLİLİK

Ormanlar, meralar ve sulak alanlar gibi yabani alanlar da yaban hayatının barındığı, beslendiği ve ürettiği doğal yaşam alanlarıdır. Türkiye'de orman alanları ülke yüz ölçümünün %27'sini kaplarken, yabani alanlar 70 milyon ha. büyüklükle ülke yüz ölçümünün %90'ını kaplamaktadır (Kantarlı, 2013). Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle Dünya'da en zengin biyoçeşitliliğe sahip ülkelerden birisidir. İklim farklılıkları, topoğrafik, jeolojik ve jeomorfolojik çeşitlilikler, deniz, göl ve akarsu gibi su ortamındaki çeşitlilikler, 0-5000 m. arasında değişen yükseklik farklılıkları ve üç değişik bitki coğrafi bölgesinin varlığı bu zenginliğin oluşmasında etkili olan önemli parametrelerdir (Haksever, 2015). Avrupa kıtasının bitki ve hayvan türlerinin % 80'inden fazlası Türkiye'de temsil edilmektedir. Ülkemizde 11000'den fazla bitki, 162 memeli, 460 kuş, 716 balık ve 141 sürüngen türünden oluşan çok zengin bir fauna ve flora mevcuttur. Türkiye'nin yüzölçümü Dünya yüzölçümünün %0.1'ini oluşturmasına rağmen, Dünya'da bulunan bitkilerin % 2.4'ü, balık ve memelilerin ise % 2.9'u Türkiye'de bulunmaktadır. Avrupa'da 12000 bitki ve 500 kuş türü olduğu gerçeği göz önüne alındığında, Türkiye'nin biyolojik çeşitliliğinin büyüklüğü ve önemi daha açık olarak ortaya çıkmaktadır (Kantarlı, 2013).

Hızlı nüfus artışı, endüstrileşme, yanlış tarımsal politikalar, yabani alanların tarım arazilerine dönüştürülmesi, aşırı avlanma, baraj ve yol inşaatları gibi çok sayıda faktör yaban hayatı yaşam alanları üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Kantarlı, 2013).

Türkiye'de, yaban hayatı ve yaşam ortamlarının geliştirilmesine yönelik plan ve projelerin yapılması, koruma altına alınmış nadir ve nesli tehlike altında olan ve olabilecek türlerin ve yaşama ortamlarının korunması, yaban hayvanları ile ilgili kafesleme, halkalama, markalama ve vericilerle izleme çalışmalarının yapılması ve buna benzer çalışmalarda kurum ve kuruluşlar arasındaki koordinasyonun sağlanması gibi yaban hayatı ile ilgili çalışmalar Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır (Anonim, 2017a).

KARAYOLU PROJELERİNDE EKOLOJİK GEÇİŞLERİN DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMU

Doğaya hassas olarak yapılan yollar bile belli bir oranda doğaya zarar verebilmektedir. Yaban hayatı koridorlarından geçerek projelendirilen yollar, yaban hayatı yaşam alanlarını tahrip etmekte, parçalamakta, değiştirmekte ve hatta yok etmektedir. Yolların yapılması bariyer etkisi yaratarak ekosistemdeki hayvanların yaşamını dramatik olarak değiştirmektedir. Bir yaşam alanı yollarla ayrılmış adalara bölündüğünde, soyutlanmış popülasyonun genetik çeşitliliği büyük ölçüde düşmektedir (Beben, 2016).

Yaban hayvanlarının yaşam alanları arasında geçişlerine imkan sağlamak ve trafik kazalarını azaltmak amacıyla yaban hayatı sahaları dikkate alınarak karayolu projelerinin hazırlanması ve bu kapsamda yaban hayatı ekolojik geçiş yapılarının tasarlanması çok önemlidir.

Dünya'da konu ile ilgili durum incelendiğinde, farklı ülkeler bazında iyi uygulamaların yürürlükte olduğu görülmektedir. Kuzey Amerika ve bazı Avrupa ülkelerinde hayvanlar için ekolojik amaçlı alt ve üst geçitler yapılmaktadır. Ekolojik geçiş yapılarına ait uygulama örnekleri Şekil 1-4'te verilmektedir.

Avrupa ülkelerinde yaban hayvanlarının karayolundan güvenli geçişleri için farklı tür ve boyutlarda 600'den fazla geçiş yapısı bulunduğu görülmektedir. Avrupa'nın en büyüğü olan Hollanda'da bulunan Natuurbrug Zanderij Crailloo'nun uzunluğu yaklaşık 1600 metredir. Bu eko kanallar geyik, yaban domuzu ve diğer memeli hayvanların yanı sıra nesli tükenmekte olan Avrupa porsuğu için de güvenli geçiş imkânı sunmakta olup Şekil 1'de bu yolda bulunan bir üst geçit örneği sunulmuştur (Anonim, 2017b). Hollanda'da Kuzey-Batı Avrupa'daki en büyük ova olan Veluwe Ulusal Parkı sınırlarından geçen A1 Otoyolu üzerinde nesli tükenme tehlikesinde olan Avrupa porsuğu, yaban domuzları ve geyikler için ekolojik geçişler yapılmış olup Şekil 2'de bu yolda bulunan ekolojik üst geçit örneği görülmektedir (Anonim, 2017c).

Kanada'da, Trans-Kanada Otoyolu tarafından bölünen Banff Ulusal parkı boyunca 24 tane yaban hayatı geçişi yapılmıştır. Geçiş yapılarından parkta

yaşayan 10 memeli türünün (geyik, Kanada geyiği, kara ayı, boz ayı, dağ aslanı, kurt gibi) ve yaklaşık 140 000 hayvanın geçitleri kullandığı belirlenmiş olup Şekil 3’de bu yolda bulunan bir ekolojik üst geçit örneği sunulmuştur (Anonim, 2017c). Halkın Yolu olarak bilinen ve ABD’de en uzun ve güvenli yaban hayatı geçiş koridoru Montana’daki 90 km uzunluğundaki 93. Karayolu’nda, 41 adet alt ve üst geçit yapıları

imal edilmiş olup bu yolda bulunan bir alt geçit örneği Şekil 4’te görülmektedir. Bu ekolojik geçiş yapılarında hayvanların kontrollü bir şekilde yönlendirilmesi amacıyla belirli kesimlere çit vb. yapılar eklenmiştir. Kamera sistemleri ile izlenen bu geçiş yapılarını başta boz ayı, geyik, karaca ve puma gibi hayvanlar olmak üzere çok sayıda hayvanın kullandığı belirlenmiştir (Anonim, 2017b).



Şekil 1. Crailoo Üst Geçidi



Şekil 2. A1 Otoyolunda Üst Geçit



Şekil 3. Kanada’da Üst Geçit



Şekil 4. ABD’de Alt Geçit

Türkiye’de, orman ve yaban hayatı bakımından büyük önem taşıyan sahalarda yol güzergâhlarının planlanmasına ve yapılmasına kamu yararı gözetilerek izin verilmektedir. Türkiye’de, karayolu projelendirme sürecinde genel olarak yol güzergâhları belirlenirken yol geometrik elemanlarının standartları, imar ve kamulaştırma durumları, kısmen sit alanları ve ekonomik faktörler dikkate alınmaktadır.

Türkiye’de yol güzergâhlarının orman ve yaban hayatı sahalardan geçmesi ciddi olumsuzluklara

sebeptir. Çevresel etki değerlendirme (ÇED) sürecinden muaf tutulma ile birlikte genellikle yaban hayatı, tabiat alanları, gürültü gibi ekolojik faktörler dikkate alınmadan projelendirme yapılmaktadır. Özellikle yüksek toprak dolgular üzerinde ya da sandık yarmalar içerisinde projelendirilen yollar yaban hayatı hareketliliğini ve göçlerini sınırlamaktadır. Hidrolik, hidrolojik, yaya ve taşıt geçişi amaçlı alt geçit, üst geçit, menfez gibi sanat yapıları da ekolojik açıdan değerlendirilmemektedir.

Yüksek yarma ve dolgu kesitlerinde oluşturulan palyelerde yöredeki bitki örtüsüne uygun bitkilendirme yapılmaması ve yol koridorlarında gürültü perdelerinin de oluşturulmaması hayvan psikolojisi üzerinde olumsuzluklar oluşturmaktadır. Türkiye’de Niğde-Pozantı-Mersin Otoyolu Mersin Gülek Geçidi’nde ve Kuzey Marmara Otoyolu’nda olmak üzere sadece 2 tane ekolojik üst geçit yapısı bulunmaktadır. Türkiye’de, yaban hayatının bölünmesini önlemek ve biyolojik çeşitliliğe katkı sağlamak amacıyla Orman Genel Müdürlüğü ve Karayolları Genel Müdürlüğü koordinasyonu ile



Şekil 5. Gülek Üst Geçidi

Akdeniz Bölgesini İç Anadolu Bölgesine bağlayan otoyol üzerinde bulunan Gülek Boğazı’ndaki ekolojik üst geçit Şekil 5’te verilmiştir (Haksever, 2015). Kuzey Marmara Otoyolu’nun Avrupa yakasında Fenertepe Yaban hayatı sahasının olduğu kesimde karaca, domuz ve tilki gibi yaban hayvanı türlerinin geçişinin sağlanması için yapılan ekolojik üst geçit ise Şekil 6’da görülmektedir. Doğal yaşama uyum sağlayacak şekilde yeşillendirilen ve bölgedeki yaşamın ve toprağın bir parçası gibi görünmeye başlayan bu ekolojik üst geçitin, doğal yaşamın korunması ve yaban hayatın sürdürülmesine katkı sağlaması beklenmektedir.



Şekil 6. Fenertepe Üst Geçidi

KARAYOLU PROJELENDİRMEDE TAVSİYE EDİLEN YÖNTEM VE EKOLOJİK GEÇİŞ YAPILARINDA PROJE KRİTERLERİ

Karayolu projelerinin hazırlanması sürecinde, yaban hayatı koruma sahaları, trafik kazalarının olduğu kesimler, yaban hayatı geçiş yerlerinin dikkate alınması yaban hayatı geçiş yapılarının projelendirilmesi için çok önemlidir.

Karayolu projelerinin hazırlanması öncesinde;

1-Karayolu projelerinin gerçekleştirilmesinden sorumlu Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yaban hayatından sorumlu Milli Parklar Genel Müdürlüğü’nden milli park, tabiat parkı ve yaban hayatı gibi korunan sahalardan sınırları temin edilmelidir.

2-Yaban hayatı ile ilgili hayvan geçiş gözlemleri ve kaza verileri gibi tüm veriler toplanmalıdır.

3-Türkiye’de hayvancılık, önemli geçim kaynaklarından biridir. Hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı kırsal yerleşim merkezlerinde keçi, koyun, inek gibi hayvan sürülerinin karayolunu geçiş yerleri,

gözlemler yapılarak ve yöre halkı ile iletişim kurularak tespit edilmelidir.

Karayolu projelerinin hazırlanması sürecinde;

1-Karayolu güzergâhının mümkünse yaban hayatı koruma sahası dışından geçirilmesine özen gösterilmelidir.

2-Karayolu güzergâhını yaban hayatı koruma sahası dışından geçirmek mümkün olmuyorsa;

a)Yaban hayvanı geçiş noktalarının yerleri tam olarak tespit edilmelidir.

b)Yaban hayvanı geçiş yerlerinin karayolu güzergâhını kestiği noktanın dolgu, yarma veya mix kesit olması durumuna göre Çizelge 1 ve Çizelge 2’deki kriterlere uygun olarak yaban hayatı geçiş yapısı tasarlanmalıdır.

Yaban hayatı geçiş yapıları projelendirilirken hangi tür geçite karar verileceği hayvan tür ve boyutlarına göre farklılık göstermektedir. Genel olarak geçiş yapılırken

dikkate alınması gereken bu hayvan türleri; toynaklı hayvan (karaca, geyik, antilop gibi) ve etobur hayvan (ayılar, kurtlar, porsuklar, çakal, karakulak, vaşak gibi) gibi büyük boyutlu memeliler, yüksek hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler (vaşak, balıkçıl hayvan, çakal, tilki), düşük hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler (rakun, kokarca, yaban tavşanı, kunduz gibi), yarı ağaçsıl memeliler (sansar, kırmızı ve uçan sincap), yarı sucul memeliler (su samuru, vizon, misk faresi), küçük memeliler (yer sincabı, fareler gibi), amfibiler (kurbağalar, kaplumbağalar, semender

gibi), sürüngenler (yılan, kertenkele gibi) olarak değerlendirilebilir (Clevenger and Huijser, 2011).

Yaban hayatı türleri ve grupları genel tasarım ve boyutlara bağlı olarak farklı yapı türleriyle ilişkilendirilebilir. Kullanım amacına göre yaban hayatı üst ve alt geçit yapılarına ait tasarım kriterleri Çizelge 1 ve Çizelge 2’de açıklanmış (Clevenger and Huijser, 2011) ve geçiş yapılarına ait örnek fotoğraflar Şekil 1-12’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Ekolojik Üst Geçit Yapıları (Clevenger and Huijser, 2011)

Geçiş Yapısı	Kullanım	Türler, Gruplar	Boyutlar (m) (Genişlik=W)	
			Minimum	Tavsiye Edilen
Peyzaj köprüsü (Şekil 1)	Sadece yaban hayatı	-Tüm yaban hayatı türleri -Amfibiler (adapte edilirse)	W=70	W >100
Yaban hayatı üst geçitleri ve çok amaçlı üst geçitler (Şekil 1, 2, 3,5, 6)	Karışık kullanım: Yaban hayatı ve insan hareketleri	- Büyük boyutlu memeliler -Yüksek hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler - Düşük hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler - küçük boyutlu memeliler - sürüngenler -amfibiler (adapte edilirse)	W=40-50	W=50-70
Kanopy geçişleri (Şekil 7)	Sadece yaban hayatı	-Yarı ağaçsıl memeliler	Türkiye’de yol platformunun 10 metreden küçük olduğu ve sık ormanlık alanlarda kullanılabilir.	



Şekil 7. Kanopy Geçişi



Şekil 8. Viyadük

Çizelge 2. Ekolojik Alt Geçit Yapıları (Clevenger and Huijser, 2011)

Geçiş Yapısı	Kullanım	Türler, Gruplar	Boyutlar (m) (Genişlik=W) (Yükseklik=H)	
			Minimum	Tavsiye Edilen
Viyadük ya da köprü (Şekil 8)	Çok amaçlı	-Tüm yaban hayatı türleri	-	-
			Genellikle en büyük yaban hayatı alt geçit yapısından daha büyüktür.	
Büyük boyutlu memeli alt geçitleri ve çok amaçlı alt geçitler (Şekil 4,9)	Karışık kullanım: Yaban hayatı ve insan hareketleri	- Büyük boyutlu memeliler -Yüksek hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler - Düşük hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler - Yarı ağaçsı ve yarı sucul memeliler - küçük memeliler - sürüngenler -amfibiler (adapte edilirse)	W=7 H=4	W>10 H>4
Orta ve Küçük Boyutlu Memeli Alt Geçitleri (Şekil 10)	Yaban Hayatı ve Drenaj	-Yüksek hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler (adapte edilirse) - Düşük hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler -Yarı ağaçsı memeliler (adapte edilirse) - Küçük memeliler - Sürüngenler -Amfibiler (adapte edilirse)	-	W= 0.3-1.2 H= 0.3-1.2 ya da 0.3-1.2 çap
Değiştirilmiş Menfezler (Şekil 11)	Yaban hayatı ve Drenaj	-Yüksek hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler(adapte edilirse) -Düşük hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler -Yarı sucul memeliler -Küçük memeliler -Sürüngenler(adapte edilirse) -Amfibiler	W= 0.5 Açıklık>1	W>1 Açıklık>1.5
Amfibiler ve sürüngen tünelleri (Şekil 12)	Sadece Yaban Hayatı	-Amfibiler - Düşük hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler -Yarı sucul memeliler(adapte edilirse) Küçük memeliler ve sürüngenler (adapte edilirse)	Yöresel şartlar ya da hedef türlere göre boyutlar farklılık gösterir. Tünellerin çapları 0.35-1 m. aralığındadır.	



Şekil 9. Büyük Boyutlu Alt Geçit



Şekil 10. Küçük Boyutlu Alt Geçit



Şekil 11. Menfez



Şekil 12. Sürünge Tünelleri

SONUÇ

Yaban hayatı sahaları dikkate alınmadan projelendirilen yollar yaban hayatı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Türkiye’de, yaban hayatı sahalardan geçen karayollarından farklı ölçekte çok sayıda hayvan kolaylıkla geçiş yapabilmekte ve geçişler esnasında trafik kazaları meydana gelmektedir. Bu yolların hayvan geçişleri için mutlak bariyer oluşturulmaması, karayolu projelerinin hazırlanmasında yaban hayatı sahalalarında alt ve üst geçit gibi ekolojik geçiş yapılarının dikkate alınmaması, yaban hayatı, sürü geçişleri ve karayolu kesişimlerinde trafik güvenliğini ciddi anlamda kaotik bir sorun haline getirmektedir. Bu olumsuzlukların azaltılması için yaban hayatı sahaları dikkate alınarak karayolu projelerinin hazırlanması önemlidir.

Yaban hayatı sahalalarında karayolu projeleri hazırlanırken ilgili karayolu koridorunda yaban

hayatının araştırılması (hayvan göç yolları, geçiş noktaları gibi), hayvan geçişlerinin farklı yöntemlerle belirli periyotlarla gözlemlenmesi (fotokapan, termal kamera gibi), hayvan-taşıt çatışmasının sıklıkla meydana geldiği konumların belirlenmesi, hayvan türüne göre ekolojik geçiş yapısının boyutu ve türünün belirlenmesi gereklidir. Bu sürecin Milli Parklar Genel Müdürlüğü ve Karayolları Genel Müdürlüğü koordinasyonu ile tamamlanması gerekmektedir. Tasarlanan ekolojik alt ve üst geçit yapılarında çit, duvar gibi engeller kullanılarak hayvanların geçiş yapılarına yönlendirilmesi ihmal edilmemelidir.

Yaban hayatı sahalalarında karayolu projesi hazırlanırken, sandık yarma yapılacak kesimlerde açkapa tünellerin yapılması ve yüksek dolguların olduğu kesimlerde viyadüklerin tasarlanması yaban hayatı üzerindeki zararı azaltacaktır. Bu çerçevede, çevreye ve habitat içerisindeki türlere uyumlu bitki örtüsü seçimine

de dikkat edilmesi gereklidir. Ayrıca, araçlardan gelen far görünürlükleri ve gürültü yaban hayvanları üzerinde psikolojik rahatsızlık verdiği için sedde, duvar, yoğun bitki örtüsü ve gürültü perdelerinin (Aklıbaşında ve Özer, 2016) tasarlanması gereklidir.

Türkiye’de yaban hayatı geçiş yapılarına ilave olarak hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı kırsal yerleşim merkezlerinde karayolu projeleri hazırlanırken keçi, koyun ve inek gibi sürü geçişlerinin de dikkate alınarak yöredeki hayvan türlerine göre sanat yapıları tasarlanmalıdır. Bu çalışmada önerilen

yaban hayatı sahaları ve geçişleri dikkate alınarak karayolu projelerinin hazırlanması yaklaşımı ile biyoçeşitlilik, yaban hayatı yaşam alanları, ekolojik ve evrimsel süreçler korunacak, hayvan-taşıt çatışmaları minimize edilerek trafik güvenliği sağlanacak, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı sağlanacak ve gelecek nesillere doğal miras bırakılacaktır. Bu ekolojik karayolu proje yaklaşımı, gelecekte yapılacak karayolu proje çalışmalarına önemli bir zemin oluşturacak, uygulayıcı ve planlayıcılara bir kılavuz olma özelliği gösterecektir.

KAYNAKLAR

- Aklıbaşında M, Özer S, 2016. Assessing the effects of Erzurum Nato Highway on land use and environment. İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6 (2):111-119.
- Anonim, 2017a. <http://www.milliparklar.gov.tr/AnaSayfa/yabanHayatiDairesi.aspx?sflang=tr>
- Anonim, 2017b. <http://www.mnn.com/earth-matters/wilderness-resources/stories/10-important-wildlife-corridors>
- Anonim, 2017c. <http://www.arkitera.com/haber/27473/yaban-hayati-kopruleri>
- Aresco MJ, 2005. The effect of sex-specific terrestrial movements and roads on the sex ratio of freshwater turtles. *Biological Conservation*, 123 (1): 37-44.
- Ascensao F, Clevenger AP, Grilo C, Filipe J, Reis MS, 2012. Highway verges as habitat providers for small mammals in agrosilvopastoral environments. *Biodiversity and Conservation*, 21(14): 3681-3697.
- Bağas PE, Squires JR, Olson LE, Ivan JS, Roberts EK, 2017. Using environmental features to model highway crossing behavior of Canada lynx in the Southern Rocky Mountains. *Landscape and Urban Planning*, 157: 200-213.
- Beben D, 2016. Crossings construction as a method of animal conservation. *Transportation Research Procedia*, 14: 474-483.
- Beşkardeş V, 2009. Bolu-Yedigöller Yaban Hayatı Koruma ve Geliştirme Sahasında Yaban Hayatı Yönetimi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 178s.
- Chang Y, Wu BY, Lu HL, 2014. Using ecological barriers for the conservation of frogs along roads. *Ecological Engineering*, 73: 102-108.
- Clarke GP, White PCL, Harris S, 1998. Effects of roads on badger *Meles meles* populations in south-west England. *Biological Conservation*, 86 (2): 117-124.
- Clevenger AP, Chruszcz B, Gunson KE, 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation*, 109 (1): 15-26.
- Clevenger AP, Huijser MP, 2011. *Wildlife Crossing Structure Handbook Design and Evaluation in North America*. Federal Highway Administration, 223 p.
- Glista DJ, Devault TL, Dewoody JA, 2009. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning*, 91(1): 1-7.
- Gülci S, Akay AE, Gülci N, 2014. Orman İçi ve Kenarı Yol Ağlarında Ekolojik Sanat Yapıları. Orman Mühendisleri Odası, Orman Mühendisliği Dergisi, 51: 10-20.
- Gülci S, Akay AE, 2014. Orman İçi ve Kenarı Sanat Yapılarının Ekolojik Fonksiyonlar Açısından Değerlendirilmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim 2014, Isparta.
- Haksever ME, 2015. Türkiye’nin Korunan Alanlarında Ekolojik Ağlar ve Avrupa Birliği Örnekleri. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 135s.
- Hels T, Buchwald E, 2001. The effect of road kills on amphibian populations. *Biological Conservation*, 99 (3): 331-340.
- Hoeven CA, Boer WF, Prins HHT, 2009. Roadside conditions as predictor for wildlife crossing probability in a Central African rainforest. *African Journal of Ecology*, 48(2): 368-377.
- Huijser M, Bergers PJM, 2000. The effect of roads and traffic on hedgehog (*Erinaceus europaeus*) populations. *Biological Conservation*, 95 (1): 111-116.
- Huijser MP, Fairbank ER, Camel-Means W, Graham J, Watson V, Basting P, Becker D, 2016. Effectiveness of short sections of wildlife fencing and crossing structures along highways in reducing wildlife-vehicle collisions and providing safe crossing opportunities for large mammals. *Biological Conservation*, 197: 61-68.
- Igondova E, Pavlickova K, Majzlan O, 2016. The ecological impact assessment of a proposed road development (the Slovak approach). *Environmental Impact Assessment Review*, 59: 43-54.
- Kantarlı M, 2013. Türkiye’de Av ve Yaban Hayatı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Av Yönetimi Dairesi, Ankara, 40 s.
- Karlson M, Mörtberg U, 2015. A spatial ecological assessment of fragmentation and disturbance effects of the Swedish road network. *Landscape and Urban Planning*, 134: 53-65.
- KGM, 2015. Trafik Kazaları Özeti 2015, Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, 17s.
- Kušta T, Keken Z, Bartak V, Hola M, Jezek M, Hart V, Hanzal V, 2014. The mortality patterns of wildlife-vehicle collisions in the Czech Republic. *North Western Journal of Zoology*, 10 (2): 393-399.

- Li T, Shilling F, Thorne J, Li F, Schott H, Boynton R, Berry AM, 2010. Fragmentation of China's landscape by roads and urban areas. *Landscape Ecology*, 25 (6): 839-853.
- Neumann W, Ericsson G, Dettki H, Bunnefeld N, Keuler NS, Helmers DP, Radeloff VC, 2012. Difference in spatiotemporal patterns of wildlife road-crossings and wildlife-vehicle collisions. *Biological Conservation*, 145 (1): 70-78.
- Shepard DB, Kuhns AR, Dreslik M.J, Phillips, JA, 2008. Roads as barriers to animal movement in fragmented landscapes. *Animal Conservation*, 11(4): 288-296.
- Tissier ML, Jumeau J, Croguennec C, Petit O, Hibold C, Handrich Y, 2016. An anti-predation device to facilitate and secure the crossing of small Mammals in motorway wildlife underpasses. (I) Lab tests of basic design features. *Ecological Engineering*, 95: 738-742.
- Uçarlı Y, 2016. Çoruh Vadisi ve Verçenik Dağı Yaban Hayatı Geliştirme Sahalarındaki Barajların Yaban Keçisi Üzerine Etkileri. Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Artvin, 147s.
- Van Langevelde F, Van Dooremalen C, Jaarsma CF, 2009. Traffic mortality and the role of minor roads. *Journal of Environmental Management*, 90: 660-667.
- Vermeulen HJW, 1994. Corridor function of a road verge for dispersal of stenotopic heathland ground beetles (Carabidae). *Biological Conservation*, 69 (3): 339-349.
- Wang Y, Guan L, Piao Z, Wang Z, Kong Y, 2017. Monitoring wildlife crossing structures along highways in Changbai Mountain, China. *Transportation Research Part D*, 50: 119-128.