

ORMAN İÇİ VE KENARI YOL AĞLARINDA EKOLOJİK SANAT YAPILARI

Sercan GÜLCİ¹, Abdullah E. AKAY², Neşe GÜLCİ¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

²Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Ormanlık alanların içerisinde ve yakın çevrelerinden geçen yol ağları orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi açısından çok önemli fonksiyonlara sahiptir. Ancak, ekolojik hassasiyetler dikkate alınmadan planlanan yol ağlarının orman ekosistemleri arasında bariyer etkisi oluşturma ve yaşam alanlarını parçalama potansiyeli bulunmaktadır. Ekosistemin önemli unsurlarından olan yaban hayvanları, yaşam alanlarının bu şekilde bozulması, değiştirilmesi ve dönüştürülmesi nedeniyle hayatlarını sağlıklı bir şekilde sürdürememektedirler. Yaban hayvanlarının devamlılığını sağlamak için yol ağlarının bariyer etkisini ortadan kaldıracak ekolojik sanat yapıları (ekolojik geçitler) geliştirilmiştir. Bu çalışmada, orman içi ve kenarı yol ağlarının ekolojik etkileri üzerinde durulmuş ve bu olumsuz etkileri önlemek amacıyla geliştirilen ekolojik sanat yapıları tanıtılmıştır. Aynı zamanda ekolojik sanat yapılarının yapısal özellikleri ve sınıflandırması üzerinde durulmuştur. Ülkemizde hidrolojik amaçlı inşa edilen sanat yapıları kısmen yaban hayvanları tarafından geçit olarak kullanılmaktadır. Ancak, hidrolojik amaçlı geliştirilen bu yapılar ekolojik sanat yapılarına olan ihtiyacı karşılamamaktadır. Bu çalışmanın ekolojik amaçlı inşa edilecek yeni sanat yapılarının yaban hayvanları tarafından ekolojik geçit olarak kullanılabileceği noktasında yeni bir bakış açısı sunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yol ağları, ekolojik geçit, ekolojik sanat yapıları

GİRİŞ

Türkiye gelişen teknolojiye paralel olarak hızlı bir sanayileşme süreci içerisinde bulunmaktadır. Bu süreç döngüsü içinde sanayileşmenin en önemli gereklerinden biri olan ulaşım ağları (kara, hava ve deniz yolu) hızla gelişmektedir. Özellikle kara taşımacılığıyla ulaşım, ülkemizde sadece sınıai, sosyal ve savunma boyutu ile değil aynı zamanda doğal kaynakların etkin bir şekilde hizmete açılması açısından da önemli bir araç olarak ortaya çıkmaktadır (Gülci, 2014). Son on yılda kara ulaşım ağlarında görülen hızlı yapılaşmaya paralel olarak, doğal kaynakların başında gelen ormanlarımızın içerisinde ve kenarından geçen

yol ağlarında önemli ölçüde bir artış meydana gelmiştir.

Yol ağları, ormanlık alanların içerisinde ve yakın çevrelerinden geçtikleri alanlarda bariyer etkisi göstererek flora ve faunayı kesin bir sınırla ayırmakta, yaşam alanlarını parçalamakta, değiştirmekte ve dönüştürmektedir (Çepel, 2002). Özellikle yaban hayvanlarının yaşam alanları arasında geçişleri sağlayan geçit koridorları üzerinde inşa edilen yollar, türlerin devamlılığı için gerekli olan yaşamsal ihtiyaçlarını ve sosyal davranışlarını (beslenme, barınma, üreme, göç, vb.) olumsuz yönde etkilemektedir (Gülci, 2014). Bütün bu etkiler göz önüne alındığında orman içi ve kenarı

yolların planlanmasında, ekonomik faktörlerin yanı sıra ekolojik ve estetik faktörlerin de dikkate alınması gerekmektedir (Erdaş, 1997; Akay ve ark., 2007; Eker ve ark., 2010).

Yolların yaban hayvanları üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri, zaman içerisinde tür çeşitliliğini sınırlamakta, türlerin neslini tehlikeye atmakta ve uzun vadede bazı türlerin ortamdaki yok olmasına neden olabilmektedir (Shanly ve Pyare, 2011; Van der Ree ve ark., 2011). Yaban hayvanları doğal yaşam alanlarını insanlarla ortak kullanmakta ve bu etkileşim sırasında yolların gösterdiği bariyer etkisini aşmak isteyen yaban hayvanları ölümlü, yaralamalı veya maddi



hasarlı kazalara neden olmaktadır (Gülci, 2014). 1980 - 1990'lı yıllarda karaca ve geyik nedeniyle Almanya'da yaklaşık 25 ölümlü ve 2500 yaralamalı kaza, Norveç'te 4600 kaza, Amerika'da 538000 kaza kayıt altına alınmış ve bu kazaların maliyeti ise yaklaşık her kaza yapan araç başına 1200 ABD Doları olarak hesaplanmıştır (Putman, 1997).

Yaban hayvanlarının yaşam alanları arasında geçişlerine imkan sağlamak ve trafik kazaları riskini azaltmak amacıyla yol ekolojisi yaklaşımı kapsamında ekolojik sanat yapıları gündeme gelmiştir. Kuzey Amerika ve bazı Avrupa ülkelerinde ekolojik sanat yapıları etkin bir şekilde kullanılırken, ülkemizde henüz ekolojik amaçlı inşa edilen sanat yapıları bulunmamaktadır. Kuzey Amerika ve Avrupa'da yol güvenliğini en fazla tehdit eden türlerin başında büyük memeli yaban hayvanlarından olan geyik türleri, özellikle kızıl geyik (*Cervus elaphus*) ve karaca (*Capreolus capreolus*) ile yaban domuzu (*Sus scrofa*) ve tilki (*Vulpes vulpes*) gelmektedir. Avrupa'da yaban domuzu başta olmak üzere kızıl geyik, karaca ve tilki türleri yollarda sosyal, ekonomik ve ekolojik kayıplara neden olmaktadır. Bu türlerin kaza istatistikleri, türün ava konu olmasına ve popülasyon yoğunluklarına paralel olarak değişkenlik göstermektedir (Gülci, 2014). Yollardaki sürüş güvenliğini tehdit eden yaban hayvanları üzerine araştırmalar son yıllarda artış göstermekte ve ekolojik sanat yapılarının değerlendirilmesiyle bu soruna çözüm yolları aranmaktadır (Gülci ve Akay, 2014).

Yaban hayvanlarının doğal yaşam ortamlarına yapılan her türlü yapılaşmanın ekolojik etkisinin olduğu düşünüldüğünde, ülkemizde de yol ağlarını planlama aşamasında bu etkiler göz ardı

edilmemelidir. Mevcut uygulamalarda, arazi şartları, jeolojik ve hidrolojik çevresel faktörler yol ağlarının planlanmasında ana etkenler arasında yer almaktadır (Erdaş, 1997). Yolların yaban hayvanlarının doğal yaşam alanları üzerindeki müdahalesinin en aza indirilmesi için hali hazırda yapılan planlamalardan farklı olarak ekosistem tabanlı çok amaçlı yönetimler benimsenmesi ve çevreye duyarlı orman yol ağı planlarının geliştirilmesi gerekmektedir (Gülci, 2014).

Yol Ağları ve Yaban Hayvanları Etkileşimi

Araç trafiği olmayan yol güzergahlarında yaban hayvanı kazaları gözlenirse de, olumsuz ekolojik etkiler yol yapım aşamasında ortaya çıkmaktadır. Araç trafiğine açık yollarda ise kuş, sürüngen ve memeli türlere ait birçok yaban hayvanı olumsuz yönde etkilenmektedir. Yaban hayvanı kazaları daha çok sürüş hızı ile alakalı olup, 72,4 km/saat ve 88,5 km/saat arası hızlarda gerçekleşen kaza vakaları dikkatleri çekecek şekilde kendisini göstermektedir (Forman, 2004).

Araç trafiğine açık yollarda yaban hayvanlarının davranışları genel olarak üç grupta toplanmaktadır. Bunlar; yol yüzeyinden korkan türler, araç trafiğinden (gürültü, ışık) rahatsız olan türler ve yoldan geçiş yaptığı esnada üzerine gelen araç karşısında hareketsiz kalan türler olarak sıralanmaktadır (Jaeger ve ark., 2005). Türlerin yollarla olan ilişkilerini ortaya koymak için türe özel ekolojik araştırmalar her geçen gün artmaktadır (Coffin, 2007).

Araç trafiği, yol kenarı ve yakın çevresinde neden olduğu olumsuz etkilerle türleri yaşam alanlarından uzaklaştırmaktayken, bazı

türler için yollar beslenme alanları olabilmektedir. Bu nedenle, araç trafiğine açık yollardan olumsuz yönde etkilenen yaban hayvanları davranışları yanı sıra, olumlu yönde etkilenen (fayda sağlayan) yaban hayvanları davranışları da görülmektedir. Olumsuz yönde etkilenen türler dört grupta değerlendirilmektedir (Fahrig ve ark., 2009):

1-Yolu merak edip ilgi duyan ve araçtan kaçamayan türler,

2- Gezinme mesafesi fazla olup, üreme kabiliyeti az olan büyük yabani hayvan türleri,

3-Araç trafiğinin yaşam alanına verdiği rahatsızlıklardan dolayı yollara yaklaşmayan küçük yaban hayvanı türleri,

4-Araç trafiğinden rahatsız olmayan, üzerlerine gelen araçtan kaçamayan küçük yaban hayvanı türleri.

Araç trafiğine açık yollardan fayda sağlayan türler ise iki grupta değerlendirilmektedir (Fahrig ve ark., 2009):

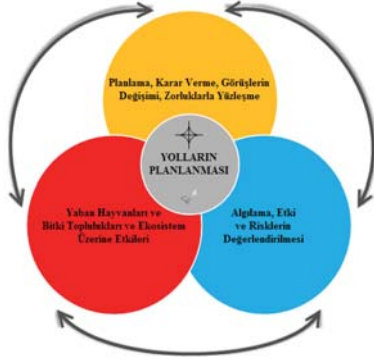
1-Yol üzerinde bulunan besin maddeleri sayesinde yollara giden ve üzerlerine gelen araçlardan kaçabilen türler,

2- Araç trafiğinden korkmayan, yollardan kaçabilen ve yırtıcısının popülasyonu azalan türler

Yolların Olumsuz Etkilerini Azaltıcı Çalışmalar

Toplumsal hayatımıza önemli hizmetler sunan yolların yaşam alanları üzerindeki olumsuz etkilerini azaltıcı çalışmalar, karar vericilerin yanı sıra toplumun katılımı sağlanarak alınması gereken bazı kararları içermektedir. Yolların ekolojik etkilerini azaltmada özellikle toplumun algısının etkili bilgilendirmeler yapılarak geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Van der Ree ve ark., 2011) (Şekil 1). Uygulamaya dönük yaklaşım-

ların başında ekosistem tabanlı çok amaçlı sürdürülebilir yönetimin benimsenmesi ve yol yapım çalışmalarının en aza indirilmesi gerekmektedir (Gülci, 2014).



Şekil 1. Yolların ekolojik etkisini azaltmada algısal gelişim

Yolların günlük hayatımıza olan faydalı işlevsel durumları göz önünde bulundurulursa yol ağlarının azaltılamayacağı kolayca anlaşılmaktadır. Bu nedenle, yaban hayvanlarının hayatlarını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmeleri ve habitatlar arasındaki biyolojik akışın sağlanması için yollarda bazı koruyucu alternatif önlemler olarak yolların bariyer etkisi ve diğer ekolojik yönden oluşabilecek potansiyel olumsuz etkileri de azaltılabilmektedir (Akay ve ark, 2012). Bu koruyucu önlemler (Gülci ve Akay, 2014);

- En düşük yol yoğunluğu ve en az yol genişliğini sağlayabilmek ve bu yolları hayvanın yayılış alanı üzerine uygun biçimde yerleştirmek,

- Yaban hayvanlarının kullandığı geçit ve koridorlara zarar vermemek ve yol inşa edildikten sonra da özellikle tepeleri ve sırtları birbirine bağlayan geçitleri korumak,

- Yaban hayvanlarının doğal yaşam alanlarına en az zarar verecek ve hayvanları tedirgin etmeyecek geçitleri belirlemek,

- Trafiğin işlek olduğu ve hızlı

seyrettiği yerlerde yaban hayvanlarını emniyetli geçiş noktalarına yönlendirecek çit ve tel örgüler çekmek,

- Araç sürücülerini uyaracak ikaz levhaları kullanmak,

- Yaban hayvanlarını uzak tutmak için kimyasal ve uyarıcı ses sistemleri kullanmak,

- Arazi ve imkanlar elveriyorsa yaban hayvanlarının kritik geçiş noktalarında yolu viyadük üzerinden geçirmek ve yaban hayvanlarını çitler vasıtasıyla buranın altından geçmeye yönlendirmek,

- Yol üzerinde basit ekolojik köprüler ve alt geçitler oluşturmak amacıyla sanat yapılarının inşa edilmesi olarak değerlendirilmektedir.

Yukarıda bahsedilen çalışmalardan bir veya birden fazlasını uygulamak diğer bir alternatif yöntem olarak değerlendirilmektedir. Uygulamalardan önce planlamacıların çeşitli alternatifleri çok yönlü değerlendirerek ortaya koyması gerekmektedir (Putman, 1997). Yolların olumsuz etkilerini azaltıcı en uygun alternatif seçeneği için yaban hayvanı davranışlarını ve yaşam alanı ihtiyaçlarını iyi analiz etmek, bir veya daha fazla türü göz önünde tuta-

rak ortamda bulunan tüm türleri kapsayacak şekilde planlamaları gerçekleştirmek oldukça önemlidir (Gülci, 2014).

Ekolojik Sanat Yapıları

Ülkemizde orman içi ve kenarında bulunan yollarda sanat yapıları her türlü kara taşımacılığının sürekli ve düzenli olarak gerçekleştirilmesi, yol boyunca toprak kaymasını önlemek amacıyla istinat duvarı, sel ve akarsuların aşılması için her tipte büz, menfez, kasis ve köprü gibi tesisler kullanılmaktadır (Erdaş, 1997). Yollara inşa edilen sanat yapıları hidrolojik ve jeolojik fonksiyona sahip olarak tasarlanmaktadır. Bu nedenle bazı alt ve üst sanat yapılarının yaban hayvanları tarafından kullanılmasına rağmen ekolojik fonksiyonları bakımından ele alınmamaktadır (Gülci, 2014). Son yıllarda yol ekolojisi kavramı içerisinde değerlendirilen ekolojik sanat yapıları ve yaban hayvanı üst geçitlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar ve uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Bu araştırmalarda yaban hayvanları tarafından kullanılan başarılı birçok ekolojik geçit uygulaması bulunmakta ve



Şekil 2. Mersin-Güleğ geçidi ekosistem köprüsü (URL-1)

bu konu hakkında araştırmalar günden güne artmaktadır (Gülci ve Akay, 2014).

Mersin sınırlarında bulunan Gülek Geçidinde otoyol üzerine toprak kaymasını önlemek amaçlı planlanmış olan sanat yapısının, zamanla kendiliğinden toprak ve doğal bitki örtüsüyle kaplanması sonucu üzerinden yaban hayvanlarının geçiş yaptığı tespit edilmiştir. Bu nedenle ekosistem köprüsü olarak da nitelendirilen bu yapı örnek bir yaban hayvanı üst geçidi sınıfında sanat yapısıdır (Şekil 2). Bu tesadüfi olay neticesinde köprünün ekolojik geçit fonksiyonuna sahip ekolojik sanat yapısına dönüştüğü anlaşılmaktadır. Ekolojik sanat yapıları sadece kara yollarında uygulanan tesis türleri olmayıp, demiryolları güzergahları ve akarsular üzerinden geçişleri sağlamak amacıyla da kullanılabilir.

Yaban hayvanları karşılaştıkları yol engelini aşmak için ihtiyacı olan kaynağa optimum ulaşımı gerçekleştirebileceği bağlantı noktalarını tercih etmektedirler. Orman içi ve kenarından geçen yolların oluşturduğu kenar/bariyer etkisini azaltmak için türlere ait yaşam alanlarını birbirlerine bağlayan geçit güzergahlarına uygulanacak yol çalışmalarında çeşitli ekolojik sanat yapıları kullanılmaktadır (Brudin, 2004).

Genel olarak, amfibiler için boyutları 30-100 cm çapında olan sanat yapıları, üreme için kullanılan yolların izole ettiği sulak alanları birbirine bağlamak için kullanılmaktadır (Gülci ve Akay, 2014). Orta boy memeliler (tilki, tavşan) için ise ekolojik sanat yapıları 40-120 cm çapında talus tipi yapılar olup, akıntı hızı az veya durgun sulara ulaşımı sağlamak için kullanılmaktadır. Menfez tipi alt geçitler, büyük memeliler (ayı, kurt, geyik, yaban domuzu) için yak-

laşık 3,5 m genişliğinde ve en az 2,5 m yüksekliğinde yapılmalıdır. Bu tip sanat yapılarının Amerika, Kanada ve Fransa gibi ülkelerde birçok örnekleri bulunmaktadır (Gülci, 2014). Geyik gibi görüş mesafesinin açık olması gereken türlerin boyutlarına göre değerlendirilmesi yapılarak vücut büyüklüklerine göre karar verilir ve en az 2,5 m veya üzeri boyutlarda alt geçitler belirlenmektedir.

Yaban hayvanı üst geçitleri ise genelde büyük memeliler (geyik, ceylan, yaban keçisi) için inşa edilen ve uzunlukları 200 m'ye kadar olabilen ekolojik sanat yapılarıdır. Üst geçitler için yol üstü tabla genişliği 30-50 m, tablaya giriş-çıkış rampalarının aralık mesafeleri 50-80 m uzunluğunda tavsiye edilmektedir (Akay ve ark, 2012).

Ekolojik Sanat Yapılarının Sınıflandırılması

Sanat yapılarının sınıflandırılması söz konusu araştırma ve uygulama alanında bulunan yaban

hayvanı türlerinin boyutlarına ve özel isteklerine (görüş açısı, görüş mesafesi, vb.) bağlı olarak gerçekleştirilmektedir (Kintsch ve Cramer, 2011).

a) Küçük boy alt geçitler

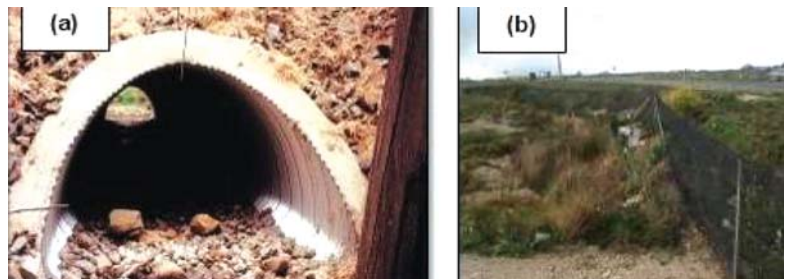
Küçük boy alt geçitler 1,5 m ve daha az açıklığa sahip metal, beton, PVC ve ahşap malzemelerden üretilen menfez tipi sanat yapıları olup, küçük memeliler (tilki, porsuk), amfibiler, sürüngenler ve bazı orta boy memeliler tarafından kullanılmaktadır (Şekil 3, Şekil 4).

b) Orta boy alt geçitler

Orta boy alt geçitlerin ayırt edilmesinde kullanılan tanımlamalarda yükseklik ölçütü dikkate alınarak değerlendirme yapılmaktadır. Bu tür sanat yapılarının açıklıkları 1,5 m ile 2,4 m arasında olup, en fazla 2,4 m yüksekliğe sahiptir. Çakal ve vaşak gibi orta büyüklükteki yaban hayvanları, küçük boylu ve gezinimi az olan türler, gezinme mesafesi kısmen az olan hayvan türleri (yılan, kap-



Şekil 3. 60 cm çapında küçük boy alt geçit



Şekil 4. Küçük boy geçit (a) ve hayvanları geçide yönlendiren çitler (b) (Gülci, 2014)

lumbağa, su samuru) ve bazı yer kuşları tarafından tercih edilmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Orta boy alt geçitlere örnek gösterim

c) Büyük boy alt geçitler

Büyük boy alt geçitler genel olarak geyik türlerinin geçişi için uygun olup gezinme mesafeleri uzun veya kısa olan her tür yaban hayvanının geçişi için kullandığı etkili sanat yapılarıdır. Köprü yollarına ait standartları sağlamayan büyük boy alt geçitler için en uygun ölçüt aralığı 2,4-3,1 m yüksekliğinde, 3,1-6,1 m genişliğindeki yapılarıdır (Şekil 6).



Şekil 6. Büyük boy alt geçit örnekleri (URL-2)

d) Köprü yollar (Viyadükler)

Viyadükler (köprüyollar) yerden oldukça yüksek (yerden en az 4,6 m yükseklikte tasarlanan) inşa edilen yolları birbirine bağlayan otomobil, kamyon, tren gibi taşıtları üzerinden geçiren yapılar olup, yaban hayvanlarının ve ekosistemin bulunduğu alanların üzerinden geçerek iki ayrı noktayı birbirlerine bağlayan sanat yapılarıdır (Şekil 7).



Şekil 7. Köprü yolların yaban hayvanı altgeçitleri olarak değerlendirilmesi (URL-3)



Şekil 8. Yurtdışında uygulanan bir ekolojik geçit

e) Yaban hayvanı üst geçitleri

Yaban hayvanı üst geçitleri, yaban hayatı köprüsü, yeşil köprü, yaban hayatı üst geçidi, ekoloji köprüsü ya da ekosistem köprüsü olarak da bilinen hemen her tipteki yaban hayvanı türü tarafından kullanılan yapılar olup, tren yolu ve kara yolu gibi yaşam alanları üzerinde bariyer etkisi yaratan doğrusal güzergahlar üzerine uygulanan, üzerleri yaban hayvanlarının ihtiyacına göre genellikle uygun doğal vejetasyon örtüsüyle kaplanmış sanat yapılarıdır. Bu yapılar aynı zamanda peyzaj çalışmalarında kullanılan, çok amaçlı inşa edilen sanat yapılarıdır (Şekil 8)

f) Özel yapım menfezler

Bu sınıfta değerlendirilen menfez tipleri genel olarak küçük karasal memeli türler, sürüngenler, bazı yer kuşları için olup türlerin ihtiyaç duyduğu su, nem, sıcaklık, ışık, kuru

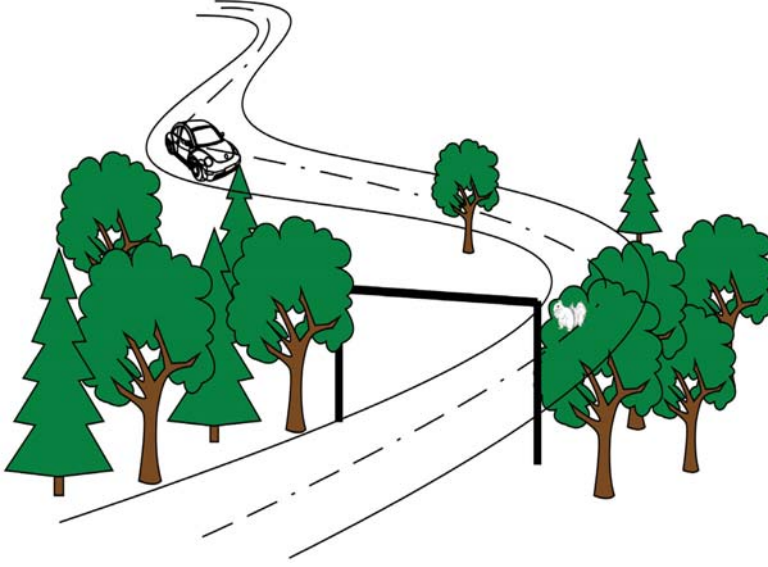
zemin gibi faktörlerin ayarlanabileceği sanat yapılarıdır. Özellikle koruma statüsü bulunan türler için tasarlanmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Nesli tehlike altında bulunan sürüngenler için kullanılan özel yapım geçit tipi (FHWA, 2014)

g) Bağlantı köprüleri

Asma köprüler ağaçların üzerinde gezinebilen ve mecbur kalmadıkça zeminde bulunmayan sürüngenler, memeli türler ve kuşlar için tasarlanmaktadır. Bu yapılar, küçük ölçekli asma köprüler olup, halat benzeri veya demir direk malzemelerden kolayca uygulanan köprülerdir. Yolun kenar-



Şekil 10. Demir direklerden yapılan asma köprü örneği

rında bulunan ağaçların tepeleri arasında bağlantı sağlayacak şekilde tasarlanırlar (Şekil 10).

Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, yol ağlarının ekolojik etkilerinden, yolların yaban hayvanları üzerine etkilerinden, yolların yaban hayvanları yaşam alanları üzerindeki olumsuz etkilerini azaltıcı çalışmalardan bahsedilmiştir. Bu kapsamda ekolojik sanat yapıları kavramı tanıtılmıştır. Aynı zamanda yollarda inşa edilen ekolojik sanat yapıları sınıflandırılarak yaban hayvanları tarafından kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Son olarak yol güvenliğini tehdit eden memeli yaban hayvanları tanıtılmıştır. Ülkemizde yollarda meydana gelen yaban hayvanı kazalarındaki artışlar düşünüldüğünde bu konunun önemi ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma ile gelecekte planlanan yollara inşa edilecek sanat yapılarının yaşam arasındaki bağlantıların devamlılığı için ekolojik geçitler, ekosistem bağlantıları veya köprüleri sürdürülebilir doğal kaynakların yönetiminde önemli rol alacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akay, A. E., Pak, M., Yenilmez, N., Demirbag, H. 2007. Aesthetic Evaluations of Forest Road Templates. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1 (3): 65-68.
- Akay, A. E., Gülcü, S., Yenilmez, N. 2012. Yol Ağlarının Orman İçi ve Kenarında Yaşayan Büyük Memeli Hayvanlar Üzerindeki Ekolojik Etkilerinin Değerlendirilmesi. Ekoloji 2012 Sempozyumu, 03-05 Mayıs 2012, Kilis.
- Brudin, C. O. 2004. Wildlife use of existing culverts and bridges in North Central Pennsylvania. IN: Proceedings of the 2003 International Conference on Ecology and Transportation, Eds. Irwin CL, Garrett P, McDermott KP. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, NC: 344-352.
- Coffin, A. W. 2007. From Road Kill to Road Ecology: A Review of the Ecological Effects of Roads. *Journal of Transport Geography*, 15, 396-406.
- Çepel, N. 2002. Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri. TÜBİTAK Bilim Kitapları, 180, 3. Basım, 2003. Ankara, s. 183.
- Eker, M., Acar, H. H. ve Çoban, H.O. 2010. Orman Yollarının Potansiyel Ekolojik Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Sayı: 1, 109-125.
- Erdaş, O., 1997. Orman Yolları Cilti:1., Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Trabzon. No:187/25, s. 391.
- Fahrig, L. and Rytwinski, T. 2009. Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis. *Ecology and Society* 14 (1): 21.
- Forman, R. T. T. 2004. Road Ecology's Promise:

What's Around the Bend?. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 46 (4): 8-21.

- Forman, R. T. T. 2006. Good and Bad Places for Roads: Effects of Varying Road and Natural Pattern on Habitat Loss, Degradation, and Fragmentation. IN: Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation, (Eds. Irwin C. L., Garrett P, McDermott, K. P.) Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, NC. s. 164-174.
- Gülcü, S. 2014. Orman İçi ve Kenarı Yol Ağlarında Ekolojik Sanat Yapıları Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kahramanmaraş. 204 s.
- Gülcü, S. ve Akay, A. E. 2014. Orman İçi ve Kenarı Yollardaki Sanat Yapılarının Ekolojik Fonksiyonlar Açısından Değerlendirilmesi. II. Ulusal Akdeniz Çevre ve Orman Sempozyumu, 22-24 Ekim 2014, Isparta.
- Jaeger, J. A. G., Bowman, J., Brennan, J. Fahrig, L., Bert, D., Bouchard, J., Charbonneau, N., Frank, K., Gruber, B., and Tluk von Toschanowitz, K. 2005. Predicting When Animal Populations are at Risk from Roads: an Interactive Model of Road Avoidance Behavior. *Ecological Modelling*, 185 (2-4): 329-348.
- Kintsch, J. and Cramer, P. C., 2011. Permeability of Existing Structures for Terrestrial Wildlife: A Passage Assessment System. Report to the Washington State Department of Transportation Research Report No. WA-RD 777.1. Washington State Department of Transportation, Olympia, WA. 84s.
- Seiler, A. 2001. Ecological Effects of Roads. Department of Conservation Biology, SLU, Uppsalla, Sweden. Introductory Research Essay, 9: 1-40.
- Shanley, C. S. and Pyare, S. 2011 Evaluating the Road-effect Zone on Wildlife Distribution in a Rural Landscape. *Ecosphere*, 2(2):art16, 1-16. Doi:10.1890/ES10-00093.1.
- Van der Ree, R., Jaeger, A. G., Van Der Grift, E. A. and Clevenger, A. P. 2011. Effects of Roads and Traffic on Wildlife Populations and Landscape Function: Road Ecology is Moving Towards Larger Scales. *ISSN 1708-3087. Ecology and Society* 16 (1): 48.
- Putman, R. J. 1997. Deer and Road Traffic Accidents: Options for Management. *Journal of Environmental Management*, 51 (1): 43-57.
- URL-1: <http://www.facebook.com/mediasetse> t=a.344523605580843.85705.2661559.267509.45 &type=3. URL (erişim tarihi: 09.03.2012).
- URL-2. 2014. <http://mtstandard.com/> (erişim 04.10.2014)
- URL-3. 2014. <http://arc-solutions.org/>(erişim 04.10.2014)