



Tarihi ve Kültürel Özellikleri Nedeniyle Koruma Altındaki Alanlarda Ulaşım Politikalarının Oluşturulmasında Veri Kaynağı Olarak Trafik Kaynaklı Titreşimler

*

Due to Historical and Cultural Features in the Development of Transport
Policies in Protected Areas; Traffic Induced Vibrations as a Source of Data

İrem Ayhan Selçuk - K. Mert Çubukçu

Öz

Tarih, kültür ve tabiat varlıklarının ve değerlerinin korunması ve bu amaçla destekleyici ve teşvik edici tedbirlerin alınması; Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın (1982) 63. Maddesi'yle devlet tarafından güvence altına alınmıştır. Dönemin koşullarına uygun olarak yapılaşmış eski yerleşmelerin günümüz koşullarına adaptasyonu ile ilgili ortaya çıkan en önemli problemlerden bir tanesi ulaşım sistemiyle ilgili problemlerdir. Ulaşım sisteminin planlanması sürecinde duymaya alışık olduğumuz ulaşım talep modelleme yöntemine ek olarak; yorulmuş, yıpranmış ve eskimiş kentlerdeki ulaşım analizlerine taşıt kaynaklı titreşimler konusu da eklenmelidir. Uluslararası standartlarda da gözlemlendiği gibi tarihi yapılar modern yapılara kıyasla trafik kaynaklı titreşimlerden 2,5 kat daha fazla etkilenmektedir. Dolayısıyla eski yapılar; yapısal hasarlara neden olabilecek eşik titreşim değerlerine modern yapılardan 2,5 kat daha yakındır. Bu çalışmanın amacı; tarihi ve kültürel özellikleri nedeniyle korunması gerekli alanlarda ulaşım politikalarını belirlerken; taşıtlardan kaynaklanan sarsıntılara karşı yapılardan alınan yanıtların şehir planlama disiplininde kullanımını tariflemektir. Bugüne kadar şehir planlama çalışmalarıyla ve özellikle koruma alanlarının planlanması süreciyle ilişkilendirilmemiş bir konu olarak trafik kaynaklı titreşimlerin ulaşım politikalarıyla doğrudan ilişkisini kurması; bu çalışmanın bilime katkısı olacaktır.

Anahtar kelimeler: trafik, titreşim, koruma, tarih, plan

Abstract

One of the most important problems arising about adaptation of old cities structured according to the circumstances of its period to the present is related to the transportation system problems. In addition to the transportation demand modelling studies during transportation planning process; traffic induced vibration subject must be added in tired, worn and outdated urban transportation analysis. As observed in international standards; compared to modern buildings; historic buildings are affected more than two and a half times from traffic-induced vibrations. Hence the old structures are close to 2,5 times higher than modern buildings to threshold values of vibration that can cause structural damage. The aim of this study is; giving recipe about the use of response of the structures against vibrations caused by vehicles in urban planning disciplines; in the process of deciding politics of transportation at areas to be protected due to their historical and cultural characteristics. The contribution of this study is establishing direct relations between traffic-induced vibrations and transport policy.

Keywords: traffic, vibration, conservation, history, plan

Giriş

Günümüzde bir yerden başka bir yere ulaşmak için araç olarak kullandığımız düzenlemelerin kökeni; kırsal alanlardaki hayvanların bitkileri itmeleri ve ayaklarıyla toprağa vurmaları sonucunda oluşan patikalara dayanmaktadır. Dil bilimsel olarak “path” ya da “pad” olan kelimeler de “toprağın ayaklar tarafından dövülmesi” anlamına gelmektedir (Lay, 1992).

Sınırları daha çok yaya olarak ulaşımını sağlayan insanların varabildikleri maksimum mesafeler odaklı çizilen eski kentlerin aksine; günümüzde teknolojik gelişmelerin de sunduğu imkanlarla birlikte ulaşım;

- bireysel eğilimlerin analiz edildiği
- detaylı hesaplar sonucu organize edilen ve
- denizyolu, demiryolu, havayolu ve karayolu gibi farklı ulaşım türlerinin biraradaliğundan oluşan “kontrollü bir sistem” halini almıştır.

Araç trafiğinin yaygınlaşmasıyla birlikte insanların yaya olarak ulaşabilecekleri maksimum mesafedeki artış; beraberinde yerleşme büyüklüklerinin de artışı getirmiş; eski yerleşmeler çoğu zaman ilk kuruldukları noktaları merkez olarak oluşan daha büyük yerleşmelerin işlevselliğini kaybetmiş, yorulmuş, yıpranmış, eskimeye yüz tutmuş merkezleri haline gelmiştir.

Ulaşım sistemlerinin bugün geldiği noktanın öngörülemediği ve hesaplanamadığı bir ortamda kendi döneminin şartları gereği en temel ihtiyaçlar gözetilerek kurulan eski yerleşmelerin; bugünün sağladığı bilimsel ve teknolojik imkanlar sonucunda tüketim odaklı toplumlar için ortaya çıkan yeni kentlerin sahip olduğu konfor ve avantajları sunması beklenemez. Ancak yeni kentin çekirdeğinde bulunan ve geçmişe kurulmuş bir köprü olarak belirli bir tarihi ve kültürel birikimin günümüzdeki ifadesini oluşturan eski kentleri yeni gelişme alanlarına bağlayacak ulaşım ağlarıyla ilgili politikaların; eski kentin tüm kentsel alan içerisindeki varlığını sürdürmesi açısından iyi düşünülmesi gerekmektedir.

Bu durumda karşılaşılabilecek alternatif çözümler arasında;

1. eski kentleri araç trafiğinden tamamen arındırmak - yayalaştırmak;
2. araç türleri konusunda seçici olmak;
3. motorlu taşıtlar için farklı güzergah düzenlemeleri yapmak;
4. eski kentlerde taşıt türlerine ilişkin düzenlemeler yapmak bulunmaktadır.

20. yy'ın başlarına kadar neredeyse dünyanın tamamı araç trafiği olmayan alanlardan oluşmakta olup; araç trafiğinden arındırılmış kentlere Arjantin'deki La Cumbrecita, Huron Gölü'nün çevresindeki Mackinac Adası (bazı acil durum araçları hariç), İngiltere'de Sark Adası (traktör hariç), Kenya'daki Lamu Adası, Morocco'da Fes-al-Bali'nin Medine Kenti, Yunanistan'daki Hydra, Saronic Adaları örnek olarak gösterilebilir (Michael D'estries, bt).

Eski kentlerin dokusal özelliklerine uyumsuz taşıtların kentin dar, kaldırımsız ve taş sokaklarını kullanıyor olması; kentteki yaya trafiği açısından olumsuz sonuçlar doğururken; taşıt gürültüsü ve egzoz gazları kentte yaşayan insanları etkilediği kadar yapılar üzerinde de olumsuz sonuçlara neden olmaktadır.

Türkiye'de korunması gerekli tarihi ve kültürel alanlarda ya da yeni gelişme alanlarında ulaşım ihtiyacının ortaya çıkardığı problemler; araştırmacıların çözüme yönelik çalışmaları sonucunda gelişme gösterse de; bu çalışmanın ortaya çıkış kaynağı taşıtların yol yüzeyiyle teması sonucu ortaya çıkan sarsıntıların şehir planlama disipliniyle ilişkisini ortaya koyan bir çalışmayla karşılaşılmamasıdır.

Oysaki literatürde taşıtlardan kaynaklanan titreşimleri etkilediği düşünülen değişkenler incelendiğinde; şehir planlama çalışmalarıyla kontrol altına alınabilecek pek çok değişken olduğu ortadadır. Günümüz inşaat teknolojilerinin ve mimari bilgisinin önderliğinde yeni yapılaşmakta olan alanlarda uygulama imkanı bulan yöntemlerin; özgün dokusu ile korunması gerekli alanlarda kullanılmıyor olması ve bu alanlardaki yapıların yorulmuş, yıpranmış ve eskimiş özellikleri nedeniyle sa-

hip olduğu hassasiyet; bu alanlar için geliştirilecek ulaşım politikaları konusunda daha detaylı düşünmeyi gerektirmektedir.

Bu çalışmanın amacı; tarihi ve kültürel özellikleri nedeniyle korunması gerekli alanlarda ulaşım politikalarını belirlerken; taşıtlardan kaynaklanan sarsıntılara karşı yapılardan alınan yanıtların kullanılabilmesi için araçları şehir planlama çalışmaları üzerinden tariflemektir.

Korunması gerekli alanların planlanması sürecinde ulaşım politikalarını belirlerken sayısal ispatlara dayalı yeni bir konuyu "trafik kaynaklı titreşim" konusunu tartışmaya açıyor olması; bu çalışmanın bilime katkısını oluşturacaktır. Çalışma kapsamında öncelikle literatür incelemelerine yer verilerek trafik kaynaklı titreşimi etkilediği düşünülen değişkenlerden bahsedilecek, farklı ülkelerde titreşimi azaltmak ya da engellemek amacıyla alınan önlemler aktarılacak; koruma amaçlı imar planlarında trafikten kaynaklanan sarsıntılara yönelik alınabilecek kararlar ve değerlendirmeler aktararak çalışma sonlandırılacaktır. Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Birimi'nin 2011.Kb.Fen.18 No'lu proje desteğiyle tamamlanan Ayhan Selçuk'un (2013) doktora tezinden yapılan alıntıları da içermektedir.

Taşıt Kaynaklı Sarsıntılar ve İlişkili Olduğu Değişkenler

Titreşime neden olan faktörlerin anlaşılabilmesi için öncelikle titreşimin oluşma şeklinin anlaşılması gerekmektedir. Taşıtların yer temelli titreşimleri, taşıt tekerleklerinin yol yüzeyindeki düzensizliklere rastlaması sonucu oluşmaktadır (Traffic Advisory Leaflet, 1996). Taşıtların yol yüzeyindeki düzensiz cisimlere rastladıklarında (ızgara kapakları, delikler, çatlaklar, rogar kapakları vb.) asfalta dinamik yüklemeler yaparlar. Bu yüklemeler stres dalgaları oluşturur ve stres dalgaları da yapılara ulaşarak yapılar üzerinde titreşimler meydana getirir (Hunaidi, 1996; Hunaidi & Gallagher, 2000).

Başka bir deyişle; trafik kaynaklı titreşimler ulaşım aksı üzerinde bulunan ve zeminle bütünleşmemiş her türlü (rogar kapağı, ızgara, yol üzerindeki yamalar vb.) elemanın ulaşım araçlarıyla teması sonucu ortaya çık-

maktadır. Yapı elemanlarının sahip olduğu frekansın oluşan dalga frekansı ile uyumlu olması ise dalga çıkış noktası ile dalga alıcısı olan yapı arasındaki engelleri kaldırmakta ve titreşimin yayılmasına neden olmaktadır (Ayhan Selçuk, 2013).

Pau & Vestroni (2008); bir yapıda trafik kaynaklı titreşimlerin analiz edilmesinin iki nedenle önemli olduğunu ifade etmiş olup; bunlardan birincisi titreşimin çevresel etkilerinin bütün dünyada zayıf koşullu yapılar ve insanlar için bazı sonuçlara neden olması; ikincisi ise yapının gerçek koşullarına kıyasla; ölçülen verilerin içerdiği bilgilerin gerçek bir model oluşturmada kullanılabilmesidir. Bu iki konu şehirlerin özellikle eski yerleşmelerinde zayıf koşullu, bozulmalara uğramış yapılara sahip olmaları ve kompleks geometri ve heterojen malzemeye sahip olmaları nedeniyle önemlidir (Pau & Vestroni, 2008).

Dolayısıyla tarihi ve kültürel özellikleri nedeniyle korunması gerektiğine karar verilen alanlarda yapılacak planlama çalışmaları; zayıf koşullu, eskimiş ve yıpranmış yapılar ve bu yapıların çevresine ilişkin alınacak ulaşım kararlarını da içeriyor olması nedeniyle önemli olup; taşıtlardan kaynaklanan titreşimlerin de bu kapsamda dikkate alınması gerekmektedir.

Clemente&Rinaldis (1998) Roma'da; Crispino&D'Apuzzo (2001) Naples'ta, Hunaidi&Tremblay (1997) Montreal'de; Li, Zou & Omenzetter (2009) Auckland Üniversitesi'nde (Birleşik Krallıklar); Pau & Vestroni (2008) Collesseum'da (Roma, İtalya); Penton&Taylor (2008) Haul güzergagında (Hamilton, Canada); Suandi (2010) Hotel Niko'da (Jakarta-Endonezya); Tucholka, Kielbasinski & Mieszkowski (2008) St. Catherine Kilisesi'nde (Varşova); Wang, D. J., Wang, J., Wang, Chen & Chang (2006) Hsin-Ann'da (Hsinchu-Tayvan) taşıt kaynaklı titreşimler konusunda çalışma yapan araştırmacılardan bazılarıdır.

Türkiye'de ise trafik kaynaklı titreşime değinen nadir araştırmacılar; Candemir (2005, 2008), Korkmaz, Ay, Keskin & Ceditoğlu (2010) ve Kuter & Erdoğan (2008) olup; bugüne kadar gerçekleştirilen Koruma Amaçlı İmar Planları'nda ya da herhangi bir planlama çalışmasında ulaşım politikaları belirlenirken trafik kaynaklı titreşimlere yönelik alınan kararlarla karşıla-

şılmamıştır. Oysaki Türkiye’de bu konuda British standards’tan aynen Türkçeye çevrilerek kabul edilmiş “TS ISO 4866 Kodlu Mekanik Titreşim ve Şok – Binaların Titreşimi – Titreşimin Ölçülmesi ve Binalara Etkilerinin Değerlendirilmesi için kılavuz” adlı standard; bu konuda bazı eşik değerlerden bahsetmektedir.

Tablo 1. Sürekli Titreşim Değerleriyle İlgili Standartlar

Titreşim Düzeyi (mm/sn)	İnsan Reaksiyonu	Yapılar Üzerindeki Etkisi
0,15-0,30	Algı Eşiği	Titreşim hiçbir şekilde hasar oluşturmaz
2	Açıktan Algılanabilir titreşimler	Tarihi ve antik yapılar için titreşimin önerilen üst sınırı
2,5	Sürekli titreşimler insanları rahatsız etmeye başlar.	Normal yapılarda titreşim oluşmaz
5	Yapılardaki insanları rahatsız eder	Normal yapılarda mimari hasar riski başlar (duvarların çatlaması vb.)
10-15	Köprülerde yürüyen insanlar için kabul edilemezdir ve sürekli titreşimler insanları rahatsız eder.	Trafikten beklenen normal değer üstü mimari ve yapısal hasar gözlenebilir.

Kaynak: Hendriks, R. (2002). “Transportation related earthborne vibrations, technical advisory, vibration, california department of transportation, division of environmental analysis, Şubat 2002” çalışmasından düzenlenmiştir.

Tablo 1’den de görüldüğü gibi titreşim standartları oluşturulurken tarihi ve modern yapılar farklı değerlendirilmiş; tarihi ve antik yapıların yorulmuşluk ve yıpranmışlık durumları da göz önüne alınarak modern yapılardan 2,5 kat daha düşük titreşim değerlerine izin verilmiştir. Dolayısıyla tarihi ve kültürel özellikleri nedeniyle korunması gerekli alanlarda gerçekleştirilecek planlama çalışmalarının başında görev alan şehir plançılara düşen görev; taşıt kaynaklı titreşimlere neden olan faktörleri analiz ederek; yapıların uluslararası standartlarla da kabul edilen 2 mm/sn olan eşik değeri geçmemesi için gerekli önlemleri almaktır.

Koruma alanlarının sahip olduğu özellikler dikkate alınarak yapılacak ölçümler sonucu elde edilecek değerler; ulaşım politikalarının oluşturulmasında dayanak oluşturması bakımından büyük önem taşıyacak; şehir plançısı

lara almakla yükümlü olduğu kararları destekleyecek bilimsel çalışma ortamını sağlayacaktır.

Hunidi & Gallagher (2000) baskın frekansların ve titreşim şiddetinin, pek çok bağımsız faktöre bağlı olduğunu belirtmiştir. Yer temelli titreşimlerin düzeyleri ses kadar rahat tahmin edilememekte olup; araç karakteristiklerini de içeren bazı faktörlere bağlıdır. Bu faktörlerden bazıları aksiyel yüklenme, taşıt hızı ve süspansiyon sistemi, yol yüzey profili, yol ve yapı arasında kalan zeminin doğasıdır. Başka yapıların yanında bulunan bir yapının vereceği titreşim tepkisi de olayları daha karmaşık hale getirmektedir (Watts, 1990). Pek çok araştırmacı tarafından yapılmış çalışmaların incelenmesi sonucu özetlenmiş ve trafik kaynaklı titreşimleri etkilediği ya da etkilemesi olası olan değişkenler Tablo 2’de verilmekte olup; (1) başlangıç-kaynak noktası temelli faktörler, (2) geçiş alanıyla ilgili faktörler ve (3) bitiş-alıcı noktasıyla ilgili faktörler ana başlıkları altında değerlendirilmiştir.

Planlamayla ilişkisi kurulabilecek değişkenler taşıt hızı, trafik yoğunluğu, taşıta ait özellikler, taşıtın temas ettiği yol yüzeyiyle ilgili her türlü özellik, alanın zemin durumunu oluşturan jeolojik özellikleri, topoğrafya, taşıt ve titreşim alıcısı yapı arasındaki mesafe, titreşim alıcısı yapının malzemesi, yapının yenileme ya da onarım görmüş olması, taşıt yollarının bakımının yapılmamış olması vb. olup detaylandırılabilir.

Başlangıç-Kaynak noktası temelli faktörler (1) taşıttan kaynaklanan özellikler ve (2) yüzey özellikleri olarak iki ana başlık altında incelenmektedir. Taşıt hızı, taşıta ait özellikler ve trafiğin durumu bu grup altında değerlendirilen değişkenlerdir. Hajek, Blaney & Hein (2006), Hunaidi (1996), Hunaidi & Tremblay (1997), Lombaert & Degrande (2001), Pau, De Sortis, Marzelotta & Vestroni (2005) taşıt hızıyla oluşan titreşim düzeyi arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmacılarıdır.

Clemente & Rinaldis (1998), Hajek & diğer. (2006) ile Hunaidi (1996), Hunaidi & Tremblay (1997), Lombaert & Degrande (2001) ve Pau & diğer. (2005) ise süspansiyon sistemi, taşıt ağırlığı, yakıt cinsi, taşıt genişliği ve eni vb. pek çok faktörün de bu kapsamda değerlendirilebileceği taşıt özelliklerinin titreşimle arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar gerçekleştirmişlerdir.

Clemente & Rinaldis (1998), Lombaert & Degrande (2001) ve Tucholka & diğer. (2008) ise trafik hacmi ile oluşan titreşim değerleri arasındaki ilişkiye değinmişlerdir.

Arızalı kanalizasyon kapakları, bozuk kaldırım ve yollar, çatlaklar, çukurlar, zeminin jeolojik yapısı ise yüzey koşullarıyla ilgili değişkenlerdir. Hajek & diğer. (2006), Hunaidi (1996) ve Hunaidi & Tremblay (1997); arızalı kanalizasyon kapaklarının titreşim düzeyi üzerindeki etkilerine değinirken; Hajek & diğer. (2006), Henwood & Haramy (2002), Hunaidi (1996), Hunaidi & Tremblay (1997), Pau & diğer. (2005), Pyl, Degrande & Lombaert (2002) ve Tucholka & diğer. (2008) genel olarak bozuk kaldırımların ve yolların yapıya ulaşan titreşim düzeyleri üzerindeki etkisi üzerinde durmuşlardır. Hunaidi (1996) ve Hunaidi & Tremblay (1997) ise zeminin sertlik düzeyi, tabakalaşması ve gücü gibi zemine ait özellikler ve titreşim düzeyleri arasındaki ilişkileri değerlendirmiştir.

Tablo 2. Trafik Kaynaklı Titreşimleri Etkilediği Düşünülen Değişkenler

		Titreşime Neden Olan Temel Nedenler	Titreşime Neden Olan Alt Nedenler	Değişkenleri İrdleyen/İçeren Kaynaklar
Başlangıç/Kaynak Noktası Temelli Faktörler	Taşıttan Kaynaklanan Özellikler	Hız	Taşıt Hızı	Hajek & diğer. (2006), Hunaidi (1996), Hunaidi & Tremblay (1997), Lombert & Degrande (2001), Pau & diğer. (2005)
			Taşıt Özellikleri	Taşıt Parametreleri (Karakteristiği)
		Taşıt Ağırlığı		Clemente & Rinaldis (1998), Hunaidi (1996), Hunaidi & Tremblay (1997)
		Taşıt Dingillerindeki Yüklemeler		Lombert & Degrande (2001)
		Taşıt Suspansiyon Sistemi		Hunaidi (1996)
		Taşıtın Şok Sönümleyicilerinin Dinamik Nitelikleri		Pau & diğer. (2005)
		Taşıt Kusurları	Hunaidi & Tremblay (1997)	
	Trafik	Trafik Hacmi	Hunaidi & Tremblay (1997)	
	Yüzey Özellikleri	Zemin Niteliği	Arızalı Lağım Kapakları	Hajek & diğer. (2006), Hunaidi (1996), Hunaidi & Tremblay (1997)
			Kaldırım ve Yüzey Düzensizlikleri/Pürüzleri	Hajek & diğer. (2006), Henwood & Haramy (2002), Hunaidi (1996), Hunaidi & Tremblay (1997), Pau & diğer. (2005), Pyl & diğer. (2002)
			Yol ve Yüzey Koşulları	Hajek & diğer. (2006), Hunaidi (1996), Hunaidi & Tremblay (1997)
			Çukurlar ve Çatlaklar	Hajek & diğer. (2006), Henwood & Haramy (2002), Hunaidi & Tremblay (1997), Tucholka & diğer. (2008)
			Gevşek Kumlu Zeminler	Hunaidi (1996)
			Homojen Zeminler	Hunaidi (1996)
Zemin Katmanlaşması ve Niteliği			Hunaidi (1996), Hunaidi & Tremblay (1997)	
Zeminin Sertlik Düzeyi ve Gücü	Hunaidi (1996)			
Yumuşak Kil Tabakasına Sahip Zeminler	Hunaidi (1996)			

Tablo 2 (devamı)

Geçiş Alanı Temelli Faktörler	Yüzey Özellikleri	Zemin Niteliği	Yerin Absorbe Etme Gücü	Hajek & diğer. (2006)
			Topografya	Hajek & diğer. (2006)
Bitiş/Alıcı Noktası Temelli Faktörler	Yapısal Özellikler	Mesafe	Uzaklık	Hajek & diğer. (2006), Hunaidi (1996), Hunaidi & Tremblay (1997)
		Bakım	Bakımsızlık	Hunaidi & Tremblay (1997), Tomazevic & diğer. (2006)
		Konumlanma	Yapının Konumu	Hajek & diğer. (2006)
		Yenileme	Önceki Yenileme ve Onarım Çalışmaları	Hunaidi & Tremblay (1997)
		Malzeme	İnşaatın Kalitesi	Tomazevic & diğer. (2006)
			Malzeme Eskimesi	Pau & diğer. (2005), Tomazevic & diğer. (2006)
			Yapı Karakteristiği	Hajek & diğer. (2006), Hunaidi (1996), Hunaidi & Tremblay (1997)
Yapısal Bütünlüğün Düşük Düzeyde Olması	Pau & diğer. (2005)			

Kaynak: Ayhan Selçuk, İ. (2013). *Tarihi yapıların korunmasında ve koruma amaçlı imar planlarının hazırlanmasında bir belirleyici olarak trafik kaynaklı titreşimlerin ölçülmesi ve modellenmesi*. Erişim adresi: <http://www.fbe.deu.edu.tr/ArchiveSearch.aspx?Type=Thesis>. Yayın No. 843.

Titreşimin çıkış noktası yani kaynağı ile ulaştığı nokta arasında temsil eden geçiş bölgesiyle ilgili olarak Hajek & diğer. (2006) topoğrafya-eğim durumu ve yine zemin karakteristiğinin titreşim değerleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir.

Bitiş-Alıcı Noktası Temelli Faktörlerin ise titreşimin ulaştığı noktayı yani genel olarak yapıları temsil etmesi nedeniyle; titreşimle ilişkisi analiz edilen değişkenler daha çok yapılarla ilgilidir. Titreşim kaynağı taşıt ile yapı arasındaki mesafe; yapının bakım durumu, yapının konumlanması, yenileme görmüş olması ve yapı malzemesi bu kategoride değerlendirilmektedir. Hunaidi & Tremblay (1997) ve Tomazevic, Znidaric, Klemenc & Lavric (2006) yapıların bakımsızlığı ile titreşimden etkilenme oranları konusuna değinmiş olup; Hajek & diğer. (2006) yapının konumu ile titreşim arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir.

Hajek & diğer. (2006), Hunaidi (1996) ve Hunaidi & Tremblay (1997) titreşim kaynağı taşıt ile titreşim alıcısı yapı arasındaki ilişkiyi ve yapı karakteristiğinin titreşim düzeyleriyle arasındaki ilişkiyi incelerken; Pau & diğer. (2005) yapısal bütünlüğün düşük düzeyde olması; Pau & diğer. (2005) ve

Tomazevic & diğer. (2006) yapı malzemesinin eskimesi; Tomazevic & diğer. (2006) inşaatın kalitesizliği üzerinde durmuşlardır.

Son olarak Hunaidi & Tremblay (1997); geçmiş zamanlarda bakım onarım görmüş, yenileme çalışmaları yapılmış yapılarda oluşan titreşim değerlerinin, yenileme ve bakım onarım görmemiş eski yapılardan farklı değerlendirilmesi gerektiği konusuna dikkat çekmiştir.

Dolayısıyla tek yapı ölçeğinde pek çok ülkede titreşimi azaltmak ve önlemek için farklı çalışmalar gerçekleştirilirken; daha büyük bir kentsel alanda ulaşım politikalarını belirleyecek şekilde kurgulanmış bir çalışmayla henüz karşılaşılmamıştır. Şehir planlama çalışmalarıyla ilişkisi kurulabilecek pek çok değişken olmasına ve bu değişkenlerin doğru analiz edilmesiyle birlikte planlama çalışmalarına konu alanla ilgili sağlıklı kararlar alınmasında etkili olmasına rağmen bu konunun henüz çalışılmamış olması literatürdeki önemli bir eksikliklerdir. Bu çalışma literatürdeki sözkonusu eksikliğin kapanmasında araştırmacılara ve özellikle şehir plancılara yol göstermesi açısından önem taşımaktadır.

Titreşimi Azaltmak ya da Önlemek Amacıyla Farklı Ülkelerdeki Uygulama Önerileri ve Alınan Sonuçlar

Titreşimi azaltmak ya da önlemek amacıyla pek çok ülkede geliştirilen öneriler; kimi zaman uygulama imkanı da bulabilmiştir. Bununla birlikte D'Apuzzo (2007) titreşimi hafifletmek ya da azaltmak amacıyla alınacak önlemlerin her zaman için uygun ve uygulanabilir olmadığını belirtmiştir. Çalışmanın bu bölümünde titreşim düzeyini azaltmak ya da önlemek amacıyla geliştirilen ve uygulama imkanı bulan önerilerden bahsedilecektir.

Hunaidi (1996) çözümler ve engelleme stratejilerinden en ekonomik ve tedavi edici olanın yol yüzeyinin bakımı (rogar kapaklarının, yoldaki sorunların ve deliklerin yamanması, yeni kaldırım kaplamalarının uygulanması) olduğunu belirtmiş olup; özellikle mevcutta yapılaşmış alanlar için pratik bir çözüm olduğunu ifade etmiştir. Bununla birlikte Hajek & diğer. (2006) titreşimin yolun pürüzlü yapısında meydana getirilecek iyileştirmelerle kontrol altına alınabileceğini ifade ederken; Pau & diğer. (2005) yol döşeme-

sinin zayıf koşullarının titreşim büyüklüğünde artışa neden olduğunu ifade etmiştir. Yüzeyde yer alan çatlak ve kusurların yok edilmesi, sürüş için gereken yol konforu, güveni ve görüntüsünün sağlanmasında da etkilidir (Hunaidi, 1996).

Tarihi kentleri trafik kaynaklı titreşimlere karşı savunmak amacıyla geliştirilen önerilerden bir tanesi ise Vilnius Eski Kenti'ndeki ve diğer bölgelerdeki yol yüzey bakımının yapılması önerisi ile Kliukas, Jaras & Kacianauskas'tan (2008) gelmektedir. Dolayısıyla yol yüzeyindeki problemler yalnızca taşıtlarda oluşturdukları problemlerle ülke ekonomisine zarar vermekle kalmamakta (taşıt tamir sorunları, ortaya çıkan kazalar vb.); bununla birlikte taşıtlardan kaynaklanan titreşimleri arttırarak özellikle yıpranmış tarihi yapılarda ve yapı kullanıcıları insanlarda fiziksel ve psikolojik sorunlara neden olmaktadır.

Yolun görünen üst yüzeyindeki problemlerin giderilerek yolun pürüzsüz bir yapıya kavuşturulmasının yanı sıra; gözle göremediğimiz ancak trafik nedeniyle oluşan sarsıntıların yapılara artarak ulaşmasında önemli bir faktör olan zemin yapısının iyileştirilmesi de dikkate alınması gereken başka bir konudur. Hunaidi (1996) yol altı zemin yapısını derin karıştırma teknikleri kullanarak iyileştirmenin titreşim düzeyini azalttığını ifade etmiştir. Hunaidi & Gallagher (2000) hız limiti, ağır taşıt trafiğinin sınırlandırılması ve yol kalınlığının arttırılması gibi uygulamaları zor faaliyetler yerine yol yüzeyinin altındaki zemin yapısının iyileştirilmesinin (derin karıştırma yöntemleriyle) titreşim düzeylerini azaltabileceğini ifade etmiştir.

Zeminde bariyer uygulamaları titreşimi engellemeye yönelik kullanılan araçlardan bir diğeridir. Hunaidi'nin de (1996) belirttiği gibi zemin bariyerleri, açık bırakılmış veya zemini kaplayan maddeden farklı bir maddeyle doldurulmuş çukurlardır. Hunaidi (1996) yeni gelişme alanları için kullanılması gerektiğini belirttikleri bariyerlerin zemin yüzeyine yakın olarak yayılan ve Rayleigh dalgaları biçiminde zemin tarafından iletilen trafik titreşimlerine karşı etkili bir önlem olduğunu belirtmişlerdir.

Hunaidi'ye (1996) benzer şekilde Korkmaz & diğer. (2010) titreşimleri önlemek için sönümlenme hendeklerinin hesaba katılması gerektiğinden

bahsetmişlerdir. Duvarlar üzerindeki stresi azaltmanın en iyi yolu boş bir hendek oluşturmak olup; hendek boşsa ve derinliği artıyorsa stres dalgası azalmaktadır. Boş bir hendek farklı dolgu maddeleriyle doldurulanlara göre daha iyi sönümleme etkisi vermektedir. Hendek ve yapı arasındaki mesafenin artması yapı üzerindeki titreşim etkisinin azalmasında etkisiz bulunmuştur (Korkmaz & diğer., 2010). Yapılaşmış alanlarda çukurlar oluşturmak maliyetli olabileceği için; titreşim limitinin hata kabul etmez olduğu yerlerde örneğin hastanelerin ameliyathanelerinde kullanılabileceği belirtilmiştir (Hunaidi, 1996).

Konut alanlarında, çukurlara alternatif olarak kullanılabilecek diğer bir değişken; yol kenarında kireç sıraları veya yolla kesişen alanlarda çimento yığınları oluşturmaktır. Yığınlar 0,5-1 metre kalınlığında (eninde) ve 15 metre derinlikte olmalıdır (Hunaidi, 1996).

Candemir (2005); büyük miktarda titreşim kaybı oluşturan “kütle yay sistemleri” için Almanya Köln, Rhein-Main yüksek sürat hattı, Atina Metro-su, Braga (Portekiz), Kringentunnel Gothenburg (İsveç) ve Sao Paulo Metro-su’nda (Brezilya) bu sistemlerin kullanıldığını ifade etmiştir. Raylı sistemler için elastik malzeme uygulamaları ise son 15 yılda artış göstermiş olup; Avrupa, Kuzey Amerika ve Japonya’da vibrasyon ve titreşim problemlerini en aza indirmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Candemir, 2008).

Pau & diğer. (2005) titreşimi azaltmak ya da engellemek için zeminle yol arasında izolasyon malzemesi kullanılabileceğinden bahsetmiştir. Clemente & Rinaldis (1998) ise Roma’da yer alan Villa Farnesina yapısını kamyon, otobüs vb. ağır taşıt trafiğinden korumak amacıyla Lungotevere yolunun yakınındaki zemin döşemesinin altında titreşime karşı bir sistem oluşturulduğundan bahsetmiştir. Titreşime karşı düzenlenen döşeme Villa Farnesina’da trafik kaynaklı titreşimin etkisini azaltmayı başarmıştır.

Pau & diğer. (2005) kara ve demiryolu için ortak olan diğer bir ölçütün yapılaşmış alanlarda uygulanması zor olan ve kültürel yapılarla da bağdaşmayan yapı izolasyonu olduğundan bahsetmiştir. Hunaidi (1996) Pau & diğer.’e (2005) ek olarak yapı izolasyon sistemlerinden bahsederken; çok katlı yapılarda izolasyon sistemlerinin yol altı kaynaklı titreşimleri azaltma-

da başarılı olduğunu ifade etmişlerdir. İzolasyon sistemlerinin uygulanmasının maliyeti mevcut binalar için çok yüksektir (Hunaidi, 1996).

Taşıta ait özelliklerde yapılabilecek düzenlemeler titreşim düzeylerini azaltmada etkili olduğu düşünülen faktörlerden bir diğeridir. Bunlardan bir tanesi de taşıt şok sönümleyicileridir. Pau & diğer. (2005) taşıt şok sönümleyicilerin tasarımındaki amacın, çevresel rahatsızlığı minimize etmekten çok yolcuların konforunu arttırmak ve tutunmayı garantilemek olduğunu ifade etmiştir. Viyadük ve tünellerdeki ses ve vibrasyonu sönümlemek için Avrupa'da özellikle balast mat maddesi kullanıldığına değinen Candemir (2008), selet altı pedler ve ray altı pedlerinin uygulama alanlarından birinin titreşime duyarlı yapı ve binaları korumak olduğunu belirtmiştir. Çalışmada travers altı pedlerin ray altı veya selet altı pedlere göre daha yüksek vibrasyon sönümleme kabiliyeti olduğu da belirtilmiştir.

Hunaidi & Tremblay (1997) rezonans oluşumunu engelleyebilmek için köprü dizaynı ve taşıt dizaynının değiştirilebileceğini belirten Öztürk, Öztürk & Arlı'ya (bt) benzer şekilde Montreal'deki ana sıkıntının otobüs suspansiyon sistemlerinin modifiye edilmesiyle azaltılabileceğini ifade etmiştir. Hendriks (2002) ulaşım hizmetlerinin tasarlanması sırasında bu alanların titreşime duyarlı alanlardan uzak konumlandırılması gerektiğini ifade etmiştir. Mevcut ulaşım hizmetlerinin bulunduğu alanlarda ise titreşime neden olan belli kaynakların örn. çukurlar; kaldırım çatlakları vb. yeni yüzey düzenlemeleriyle çözülmesi gerektiğini; kamyon trafiğinin yasaklanmasının da iyi bir çözüm olabileceğini belirtmiştir. Pau & diğer. (2005) ise tekerleklerin bakımının raylı sistemlerde titreşimden kaynaklanan rahatsızlığı azaltmaya yardımcı olacağını ifade etmiştir.

Hunaidi (1996) ve Pau & diğer. (2005) taşıt hızını azaltmanın başka bir çözüm olduğunu ifade etmiş olup; Watts & Krylov (2000) yol tümseklerinin Birleşik Krallık'taki yerel yönetimler tarafından titreşime duyarlı yol yüzeylerinde taşıt hızını ve kazaları azaltmak için kullanıldığını belirtmişlerdir. Hız yastıkları da bir çeşit yol tümseği olup; binek araçlarının geçtiği yolların genişliği kadar olan açıklıklardır ve taşıt hızını düşürmek için tasarlanmaktadır. Hız yastıkları otobüslerdeki yolcu konforsuzluğunu azalt-

makta ve geniş araç olarak kabul edilen acil yardım araçlarının hız yastıklarının güzergahlarını izlemelerini sağlamaktadırlar (Watts & Krylov, 2000).

D'Apuzzo (2007) trafik güvenliğini sağlayabilmek için model uygulamalarının gösterildiği çalışmada sayısal simülasyonlarla sinüsoidal yol tümsek profilinin; İtalya'da şu anda uygulanan trapezoidal şekilli yol tümseğine göre titreşim düzeyinde 5-30 Hz aralığında azalmaya neden olduğunu belirtmiştir. Trafik güzergahlarının daha az duyarlı yollardan geçirilmesi ve yük trafiğinin yaklaşık 7,5 tonla sınırlandırılması da önerilebilecek diğer çözümlerdir (Watts, 1990).

Korunması gerekli tarihi alanlar için uygulaması pek mümkün olmasa da yollar ve evler arasındaki uzaklığın artırılması da planlı gelişmeler için pratik bir strateji olabilir (Hunaidi & Gallagher, 2000). Hunaidi (1996) de yeni gelişme alanlarında binalar ve yollar arasındaki uzaklığın artırılması gerektiğini ifade etmiş olup; bunun planlı gelişen alanlarda pratik bir strateji olabileceğinden bahsetmiştir. Hunaidi (1996) buna ek olarak ağır taşıtları sınırlandırmanın etkileyici iyileştirici metodlar olduğundan bahsetmiş ancak uygulanmasının zor olduğunu ifade etmiştir. Kliukas & diğer. (2008) ise Vilnius Eski Kenti'ndeki ve diğer bölgelerdeki ulaşım güzergahlarının etkili bir şekilde düzenlenmesinin trafik kaynaklı dinamik yüklemeleri azaltacağını belirtmiştir.

Tablo 3. Titreşimi Azaltmak ya da Engellemek Amacıyla Kullanılan Araçlar

Zemin Koşulları ile İlgili Öneriler		
Zemine Bariyer Uygulamaları/Sönümlenme Hendekleri/Bariyerlerin Derinlik ve Yükseklikleri		D'Apuzzo (2007), Hunaidi (1996), Korkmaz & diğer. (2010), Pau & diğer. (2005), Watts (1990), Watts & Krylov (2000)
Zemin ve Yol Arasında İzolasyon Malzemesi Kullanılması		Clemente & Rinaldis (1998), Pau & diğer. (2005)
Zemin Döşemesinin Altında Titreşime Karşı Sistem Oluşturulması/Titreşime Yönelik Malzemeler Kullanılması		Candemir (2008), Clemente & Rinaldis (1998), Toprak & Aktürk (2002), Yılmaz & diğer. (2005)
Yapı ve Yapı Mesafeleriyle İlgili Öneriler		
Yapı Yapılacak Alanlarda Zemin Yapısının İyileştirilmesi		Hunaidi (1996), Hunaidi & Gallagher (2000)
Yapı İzolasyonu ve Yapı Malzemeleri		Candemir (2005), Hunaidi (1996), Nawrotzki (2007), Pau & diğer. (2005)
Yollar ve Evler Arasındaki Mesafenin Artırılması		Hendriks (2002), Hunaidi (1996), Hunaidi & Gallagher (2000)

Tablo 3 (devamı)

Taşıt ve Güzergahlara Yönelik Önlemler	Hız Limitinin Düşürülmesi	Hunaidi (1996), Hunaidi & Gallagher (2000), Pau & diğer. (2005), Watts (1990)
	Ağır Taşıt Trafikinin Sınırlanması	Hendriks (2002), Hunaidi (1996), Hunaidi & Gallagher (2000)
	Yük Trafikinin Sınırlanması	Watts (1990)
	Güzergah Düzenlemeleri	Kliukas & diğer. (2008), Watts (1990)
	Taşıt Şok Sönümleyicileri	Pau & diğer. (2005)
	Köprü ve Taşıt Tasarımı	Öztürk & diğer. (bt)
	Suspansiyon Sistemi	Öztürk & diğer. (bt)
	Tekerleklerin Bakımı (Raylı Sistemler için)	Pau & diğer. (2005)
Yol Yüzey Koşullarına Yönelik Önlemler	Yol Yüzeyinin Bakımı	Hajek & diğer. (2006), Hendriks (2002), Hunaidi (1996), Hunaidi & Gallagher (2000), Kliukas & diğer. (2008), Pau & diğer. (2005)
	Yolların Kalitesi	Clemente & Rinaldis (1998)
	Yeni Kaldırım Kaplamaları	Hunaidi (1996), Hunaidi & Gallagher (2000)
	Yolların Yeniden Kaplanması	Hunaidi & Tremblay (1997)
	Yol Kalınlığını ve Sertliğini Arttırarak Yol Yapısını İyileştirmek	Hunaidi (1996), Hunaidi & Gallagher (2000)

Köln'deki bir kumarhane inşaatının temellerinde hemen yakınında bulunan karayolu tünelineki hareketlilik ve gürültüyü engellemek amacıyla poliüretan elastomer kullanılmıştır. Avrupa ve Kuzey Amerika'da poliüretan elastomer uygulamaları raylı sistemlerden kaynaklanan titreşim ve vibrasyon problemlerini en aza indirmek amacıyla uygulanan başarı sağlamış çalışmalarlardır (Candemir, 2005). Kültürel miras alanları için kullanılabilir bir öneri de Nawrotzki (2007) tarafından belirtilmiş olup; elastik destek sistemlerinin kültürel miras yapılarının davranışlarının kontrolünde kullanılabilirliği. Bu sistem yapıdaki sismik talebi azaltmakta çok etkili olup; dünya üzerinde farklı deprem olayları esnasında değeri anlaşılmıştır (Nawrotzki, 2007).

Genel olarak değerlendirmek gerekirse; (1) zemin koşulları ile ilgili önerilerde bulunan araştırmacılar; Candemir (2008) ve Clemente & Rinaldis (1998), D'apuzzo (2007), Hunaidi (1996), Korkmaz & diğer. (2010), Pau & diğer. (2005), Watts (1990), Watts & Krylov (2000); (2) yapı ve yapı mesafeleleriyle ilgili önerilerde bulunan araştırmacılar; Candemir (2005), Hendriks (2002), Hunaidi (1996), Hunaidi & Gallagher (2000), Nawrotzki (2007) ve Pau & diğer. (2005) taşıt ve güzergahlarla ilgili önerilerde bulunan araştırmacılar; Hendriks (2002), Hunaidi (1996), Hunaidi & Gallagher (2000), Kliukas & diğer. (2008), Öztürk & diğer. (bt), Pau & diğer. (2005) ve Watts

(1990); (4) yol yüzey koşullarıyla ilgili önerilerde bulunan araştırmacılar ise; Clemente & Rinaldis (1998), Hajek & diğer. (2006), Hendriks (2002), Hunaidi (1996), Hunaidi & Gallagher (2000), Hunaidi & Tremblay (1997), Kliukas & diğer. (2008) ve Pau & diğer.dir (2005) (Tablo 3).

D'apuzzo (2007), Hunaidi (1996), Korkmaz & diğer. (2010), Pau & diğer. (2005), Watts (1990) ve Watts & Krylov (2000) zeminde bariyer uygulamaları, sönümleme hendekleri ve bariyerlerin yükseklik ve derinlikleriyle ilgili olarak titreşimi azaltmada ya da engellemede kullanılabilecek ya da kullanılmakta olan faktörlerden bahsederken; Clemente & Rinaldis (1998) ve Pau & diğer. (2005); zemin ve yol arasında izolasyon malzemesi kullanılması gerektiğinden bahsetmişlerdir (Tablo 3).

Candemir (2005), Hunaidi (1996), Nawrotzki (2007) ve Pau & diğer. (2005); yapı izolasyonu ve yapı malzemesine yönelik önerilerde bulunurken; Hunaidi (1996) ve Hunaidi & Gallagher (2000) yapı yapılacak alanlarda zemin yapısının iyileştirilmesinden bahsetmişlerdir. Hendriks (2002), Hunaidi (1996), Hunaidi & Gallagher (2000) ise yollarla yapılaşmış alanlar arasındaki mesafenin arttırılması gerektiğini ifade eden araştırmacılarıdır (Tablo 3).

Hendriks (2002), Hunaidi (1996), Hunaidi & Gallagher (2000), Kliukas & diğer. (2008), Öztürk & diğer. (bt), Pau & diğer. (2005) ve Watts (1990) taşıt ve güzergahlarla ilgili önerilerde bulunan araştırmacılar iken; Clemente & Rinaldis (1998), Hajek & diğer. (2006), Hendriks (2002), Hunaidi (1996), Hunaidi & Gallagher (2000), Hunaidi & Tremblay (1997), Kliukas & diğer. (2008) ve Pau & diğer. (2005) yol yüzey koşullarına ilişkin önerilerde bulunan araştırmacılarıdır (Tablo 3).

Literatür incelemeleri sonucunda; trafik kaynaklı titreşimin (1) taşıttan kaynaklanan değişkenler (taşıt hızı, suspansiyon sistemi, ağırlığı, taşıt kursurları, taşıt dingillerindeki yüklemeler, trafik hacmi vb.), (2) yapıdan kaynaklanan değişkenler (yapının konumu, maruz kaldığı yorgunluk ve gerilmeleri, yapı malzemesi, yapının yola mesafesi vb.), (3) yüzeyden kaynaklanan değişkenler (topoğrafya, zemin sertliği, pürüzlü yol ve kaldırımlar, yerin absorbe etme gücü, çukur ve çatlaklar vb.), (4) gürültü temelli değişkenler (inşaat kaynaklı, madencilik kaynaklı) ve (5) mevsimsel nedenlerden

kaynaklanan değişkenler (nem ve sıcaklık, taban suyu seviyesi, zeminin donmuş olması vb.) olmak üzere incelendiği tespit edilmiştir. Ancak yapılan çalışmalar genellikle mühendislik temel alanında kullanılma amacına uygun olarak hazırlanmış olup; alınan sonuçların planlama temel alanında kullanımına yönelik bir çalışma yapılmadığı tespit edilmiştir. Planlama meslek alanından bahsedilen nadir çalışmalarda ise konu sadece öneri niteliğinde kalmış; şehir ve bölge plancılara yol gösterecek somut önerilere yer verilmemiştir. Bu çalışmayla birlikte literatürde bu konudaki eksiklik tamamlanarak özellikle Koruma Amaçlı İmar Planları'nın hazırlanmasında alınabilecek önlemlerle ilgili çerçeve oluşturulmuştur.

Sonuç

Tarih, kültür ve tabiat varlıklarının ve değerlerinin korunması ve bu amaçla destekleyici ve teşvik edici tedbirlerin alınması; Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın (1982) 63. Maddesi'yle Devlet tarafından güvence altına alınmıştır. Bu kapsamda pek çok yasal düzenleme ile tarih, kültür ve tabiat varlıklarını ve değerlerini koruma çalışmalarının gerçekleştirileceği bir çerçeve oluşturulmaya çalışılmıştır.

Koruma Amaçlı İmar Planı Teknik Şartnamesi'nde Koruma Amaçlı İmar Planları'nın uygun olarak hazırlanması gereken yasal düzenlemeler arasında; anayasa, uluslararası anlaşmalar, 3386 ve 5226 Sayılı Kanunlar ile Değişik 2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, 3194 Sayılı İmar Kanunu ve 3621 Sayılı Kıyı Kanunu bulunmaktadır.

2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu 21.07.1983 tarihinde kabul edilerek 23.07.1983 tarihli ve 18113 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bir alanın Koruma Bölge Kurulunca sit alanı olarak ilanı, bu alanda her ölçekteki plan uygulamasını durdurmakta; sit alanının etkileşim çevresine ilişkin varsa 1/25.000 ölçekli plan kararları ve notları alanın sit statüsü dikkate alınarak, yeniden gözden geçirilmekte ve ilgili idarelerce onaylanmaktadır (Yıldız, 2006).

26.07.2005 Tarihli ve 25887 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren; "Koruma Amaçlı İmar Planları ve Çevre Düzenleme Projelerinin

Hazırlanması, Gösterimi, Uygulaması, Denetimi, Müelliflerine ilişkin Usul ve Esaslara Dair Yönetmelikte Koruma Amaçlı İmar Planı”, “Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu” uyarınca belirlenen sit alanlarında, alanın etkileşim geçiş sahasını da göz önünde bulundurarak, kültür ve tabiat varlıklarının sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda korunması amacıyla arkeolojik, tarihi, doğal, mimari, demografik, kültürel, sosyo-ekonomik, mülkiyet ve yapılaşma verilerini içeren alan araştırmasına dayalı olarak; halihazır haritalar üzerine, koruma alanı içinde yaşayan hanehalkları ve faaliyet gösteren iş yerlerinin sosyal ve ekonomik yapılarını iyileştiren, istihdam ve katma değer yaratan stratejileri, koruma esasları ve kullanma şartları ile yapılaşma sınırlamalarını, sağlıklaştırma, yenileme alan ve projelerini, uygulama etap ve programlarını, açık alan sistemini, **yaya dolaşımı ve taşıt ulaşımını**, altyapı tesislerinin tasarım esasları, yoğunluklar ve parsel tasarımlarını, yerel sahiplilik, uygulamanın finansmanı ilkeleri uyarınca katılımcı alan yönetimi modellerini de içerecek şekilde hazırlanan, hedefler, araçlar, stratejiler ile planlama kararları, tutumları, plan notları ve açıklama raporu ile bir bütün olan nazım ve uygulama imar planlarının gerektirdiği ölçekteki planlar” olarak tanımlanmaktadır.

Dolayısıyla tarihi ve kültürel çevreye zarar vermeyecek uygulamaların düzenlenmesinde dayanak oluşturacak ulaşım politikalarının; koruma amaçlı imar planları hazırlık aşamasında belirlenmesi gerekmektedir. Korunması gerekli alanlarda çalışan ve yaşayan insanlarla diğer yerleşim bölgelerinden gelerek alanı ziyaret eden insanların ulaşım eğilimlerinin de incelemeler arasında yer alması gerektiği planlama sürecinde; her koruma altına alınacak alanın sahip olduğu kendine özgü koşullar; farklı ulaşım politikalarının geliştirilmesini gerektirmektedir.

Yolculuk dağılımı, yolculuk yaratımı, tür seçimi ve güzergah belirlenmesi aşamalarından oluşan ve detaylı ulaşım analizleri sonucunda ortaya çıkan ulaşım talep modelleme; ulaşım sistemlerinin planlanması sürecinde kullanılan kapsamlı bir yöntem olup; normal şartlar altında hanehalkı bireylerinin taleplerinin gerektirdiği uygulamalardan oluşmaktadır. Buna karşın tarihi ve kültürel özellikleri nedeniyle korunması gerekli alanlarda yaşayan

insanların trafik nedeniyle oluşan fiziksel ve psikolojik sıkıntıları ile eskimiş, yorulmuş ve yıpranmış ancak korunması gerekli yapıların ihtiyacı olan önlemler ulaşım talep modelleme çalışmalarının amaçları arasında değildir.

Dolayısıyla (1) trafikten kaynaklanan hava kirliliği, (2) gürültü ve (3) titreşim gibi insanları ve yapıları olumsuz etkileyen faktörlere yönelik olarak şehir planlama çalışmaları sürecinde yol gösterici yeni yöntemler geliştirmek gerekmektedir.

Bu çalışma trafik kaynaklı titreşimler üzerine odaklanmış olup; kaynağını Ayhan Selçuk (2013) tarafından tamamlanmış doktora tezi kapsamında Birgi'de gerçekleştirilen titreşim ölçümlerine ve bu ölçümlerin regresyon analizi ile SPSS'te değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçlara dayandırmaktadır. Çalışma kapsamında planlama çalışmaları ile kontrol edilebilecek pek çok değişken titreşim değerleriyle olumlu ya da olumsuz olarak ilişkili bulunmuş; dolayısıyla koruma alanları için ulaşım politikaları geliştirilmesinde trafik kaynaklı titreşimlerin şehir planlarının karar alma sürecinde etkili olabileceği kanıtlanmıştır.

- Yapının taş ya da ahşap olması,
- sahip olduğu kat adedi,
- ayrık ya da bitişik nizam olması,
- bahçe duvarına sahip olması ya da olmaması,
- büyüklüğü,
- döşeme malzemesi vb. **pek çok yapısal faktör ile,**
- yolun asfalt ya da toprak olması,
- kaldırım olması ya da olmaması,
- yapının çevresinde boş bir alan olup olmaması
- yol kesişim sayısı gibi **çevresel faktörler** ve son olarak
- taşıtın saatte 20 km ya da 50 km vb. farklı hızlarla gidiyor olması,
- kamyon ya da traktör olması,
- yüklü ya da yüksüz olması,
- Yirmi beş tonluk ya da beş tonluk yük taşınması ve
- yokuş aşağı ya da yokuş yukarı gidiyor olması vb. **taşıttan kaynaklanan özellikler**

yapıların titreşimden etkilenme oranlarını farklılaştırmaktadır. Dolayısıyla Ayhan Selçuk'un (2013) Birgi'deki çalışmasına benzer şekilde;

- (1) belirli bir örneklem sistemi dahilinde ölçüm yapılacak korunması gerekli yapılar belirlenmeli;
- (2) taşıt hızı, yüklü-yüksüz ağırlığı, yokuş yukarı ya da yokuş aşağı gidiyor olması vb. taşıt, yapı ve çevresel özelliklerle ilgili her şey kayıt altına alınarak amacına uygun titreşim sensörleri aracılığıyla ölçümler gerçekleştirilmeli;
- (3) elde edilen sonuçlar regresyon analiziyle değerlendirilmelidir.

Bu çalışma sonucunda elde edilecek regresyon denklemi koruma amaçlı imar planını yapmakla mükellef şehir plançılara her alan için ayrı olacak şekilde; taşıt hızında meydana gelecek 0,20 oranındaki artışın, yapılara ulaşan titreşim düzeyinde 0,40 oranında artışa neden olacağı ya da yapının taş olması durumunda titreşim düzeyinin 0,20 oranında azalacağı gibi sonuçlar verecektir.

Dolayısıyla; (1) koruma amaçlı imar planı yapılan alanın özellikleri itibarıyla titreşim düzeyinde meydana gelen artış ya da azalışlar tespit edilecek; (2) koruma amaçlı imar planı çalışmalarına dayanak olacak ulaşım politikaları görece değil sayısal ispatlar itibarıyla belirlenecektir.

Şehir plancısı sözkonusu sonuçları ulaşım politikalarını belirlerken kullanacak;

- belirli yükü aşan taşıtların giremeyeceği,
- belirli hızların aşılamayacağı güzergahları belirleyecek;
- yapılaşmamış bir alanın aynen korunması gerektiği kararını rahatlıkla verecek;
- ağır taşıtların girişlerini belirli sokaklarda yasaklayabilecek;
- yol kesişim sayısı itibarıyla bazı sokaklarda yayalaştırma kararı alabilecek;
- yol tümseği, yol malzemesi, bahçe duvarı vb. pek çok konuda aldığı kararları sayısal ispatlara dayandırabilecektir.

Sonuç olarak trafik kaynaklı titreşimler tarihi ve kültürel özellikleri itibarıyla korunması gerekli alanlarda koruma amaçlı imar planları hazırlanırken ulaşım politikalarına dayanak oluşturacak önemli veri kaynaklarıdır. Bugüne kadar şehir planlama çalışmalarıyla ve özellikle koruma alanlarının planlanması süreciyle ilişkilendirilmemiş bir konu olarak trafik kaynaklı titreşimlerin ulaşım politikalarıyla doğrudan ilişkisini kurması; bu çalışmanın bilime katkısını oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

- Ayhan Selçuk, İ. (2013). *Tarihi yapıların korunmasında ve koruma amaçlı imar planlarının hazırlanmasında bir belirleyici olarak trafik kaynaklı titreşimlerin ölçülmesi ve modellenmesi* (Doktora Tezi). Erişim adresi: <http://www.fbe.deu.edu.tr/Archieve/Search.aspx?Type=Thesis>. Yayın No. 843.
- Candemir, I. (2005). Yapılarda ve raylı sistemlerde elastikiyet ve titreşim kontrolü. *İnşaat Mühendisleri Odası (İMO) İzmir Şubesi Haber Bülteni*, 123, 34-39.
- Candemir, I. (2008). Raylı sistemlerde elastikiyet ve titreşim kontrolü. *I. Kent İçi Raylı Sistemler, Teknik-Eğitim-Kültür Haber Bülteni*, 9, 33-42.
- Clemente, P., & Rinaldis, D. (1998). Protection of a monumental building against traffic-induced vibrations. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 17, 289-296.
- Crispino, M., & D'Apuzzo, M. (2001). Measurement and prediction of traffic-induced vibrations in a heritage building. *Journal of Sound and Vibration*, 246 (2), 319-335.
- D'Apuzzo, M. (2007). Some remarks on the prediction of road traffic induced ground-borne vibrations. *4th International SIIV Congress-Palermo (Italy)*.
- Hajek, J. J., Blaney, C. T., & Hein, D. K. (2006). Mitigation of highway traffic-induced vibration, session on quiet pavements: reducing noise and vibration. *2006 Annual Conference of The Transportation*.
- Hendriks, R. (2002). *Transportation related earthborne vibrations, technical advisory, vibration*. California Department of Transportation, Division of Environmental Analysis.
- Henwood, J. T., & Haramy, K. Y. (2002). Vibrations induced by construction traffic: a

- historic case study. *Geophysics 2002. The 2nd Annual Conference on the Application of Geophysical and NDT Methodologies to Transportation Facilities and Infrastructure*.
- Hunaidi, O. (1996). Traffic vibrations in buildings. *Construction Technology Update No.39, Institute for Research in Construction*.
- Hunaidi, O., & Gallagher, J. F. (2000). *Traffic vibrations in houses*. National Research Council Canada (NRC-CNRC).
- Hunaidi, O., & Tremblay, M. (1997). Traffic-induced building vibrations in Montreal. *Canada Journal of Civil Engineering, 24*, 736-753.
- Kliukas, R., & Jaras, A., Kacianauskas, R. (2008). Investigation of traffic-induced vibration in Vilnius Arch-Cathedral Belfry. *Transport, 23* (4), 323-329.
- Korkmaz, K. A., Ay, Z., Keskin, S. N., & Ceditoğlu, D. (2010). Investigation of traffic induced vibrations on masonry buildings in Turkey and Countermeasures. *Journal of Vibration and Control, 000* (00), 1-8.
- Koruma Amaçlı İmar Planı Teknik Şartnamesi, (bt). 08.05.2013, <http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR,44296/koruma-amacli-imar-plani-teknik-sartnamesi.html>
- Koruma Amaçlı İmar Planları ve Çevre Düzenleme Projelerinin Hazırlanması, Gösterimi, Uygulaması, Denetimi, Müelliflerine İlişkin Usul ve Esaslara Dair Yönetmelik, (2005). 22.03.2013, <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/07/20050726.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/07/20050726.htm>
- Kuter, N., & Erdoğan, E. (2008). Çankırı kentsel sit alanı kaynak potansiyelinin sap tanmasında bir yöntem. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5* (1), 35-44.
- Lay, M. G. (1992). *Ways of the world, a history of the world's roads and of the vehicles that used them*. Ruthers University Press: New Jersey.
- Li, B., Zou, T., & Omenzetter, P. (2009). Investigation of traffic-induced floor vibrations in a building. *2009 NZSEE Conference*. 13.06.2013, <http://www.nzsee.org.nz/db/2009/Paper57.pdf>
- Lombaert, G., & Degrande, G. (2001). *Study of determining factors for traffic induced vibrations in buildings*. DWTC Research Programme Sustainable Mobility Research Project MD/01/040: Belçika.
- Michael D'estries, (bt). <http://www.mnn.com/green-tech/transportation/photos/7-car-free-cities/independent-of-the-auto>, 27 kasım 2011.
- Nawrotzki, P. (2007). Elastic support systems for the preservation of cultural heritage. *International Symposium on Studies on Historical Heritage*.

- Öztürk, Z., Öztürk, T., & Arlı, V. (bt). Yüksek hızlı demiryolu köprülerinde rezonans olayı. 15.06.2013, <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/1448.pdf>
- Pau, A., De Sortis, A., Marzelotta, R., & Vestroni, F. (2005). Health monitoring of cultural heritage using ambient and forced vibrations. *The First International Conference on Safety and Security Engineering (SAFE/05)*.
- Pau, A., & Vestroni, F. (2008). Vibration analysis and dynamic characterization of the colosseum. *Structural Control and Health Monitoring*, 15, 1105-1121.
- Penton, S., & Taylor, N. (2008). *Flamborough quarry Haul Route study*. Haul Route Vibration Report: Kanada.
- Pyl, L., Degrande, G., & Lombaert, G. (2002). Numerical modelling of traffic induced vibrations in buildings based on a dynamic soil-structure interaction formulation. *15th ASCE Engineering Mechanics Conference*.
- Suandi, A. (2010). The study on vibrations which is caused by the road traffic activities along several main streets in Jakarta. *Jurnal Standardisasi*, 12 (3), 143-148.
- Tomazevic, M., Znidaric, A., Klemenc, I., & Lavric, I. (2006). The influence of traffic induced vibrations on historic stone masonry buildings. *Conference: 38th Commission Meeting*.
- Traffic Advisory Leaflet, (1996). Road humps and ground-borne vibrations. *Department for Transport* (3). 20.06.2013, <https://www.gov.uk/government/publications/traffic-advisory-leaflets-1996>.
- Tucholka, P., Kielbasinski, K., & Mieszkowski, R. (2008). Tracing seismic surface waves induced by road traffic in urban environment: example of St. Catherine's Church Hill in Warsaw. *Geologija*, 5, 79-84.
- Türkiye Cumhuriyeti Anayasası*, (1982). 13.06.2013, <http://www.anayasa.gen.tr/1982ay.htm>
- Wang, D. J., Wang, J., Wang, J. P., Chen, J. R., & Chang, H.P. (2006). Ground vibration measurement at NSRRC Site. *Proceedings of EPAC 2006*.
- Watts, G. R. (1990). *Traffic induced vibrations in buildings* (Research Report No. 246). Transport and Road Research Laboratory: UK.
- Watts, G. R., & Krylov, V. V. (2000). Ground-borne vibration generated by vehicles crossing road humps and speed control cushions. *Applied Acoustics*, 59, 221-236.
- Yıldız, F. (2006). *İmar bilgisi, planlama uygulama mevzuat*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Dr. İrem Ayhan Selçuk: 1983 yılında İzmir’de doğdu. 2001 yılında DEU Şehir ve Bölge Planlama Bölümü’nde başladığı lisans eğitimini 2005 yılında bölüm birinciliği ile bitirdi. 2005 yılında yüksek lisans eğitimine başlayan Ayhan Selçuk, aynı yıl üniversitenin araştırma görevlisi kadrosuna atandı. 2007 yılında doktora eğitimine başladı ve 2010 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından son on yılın mezunları arasında üstün başarı ödülüne layık görüldü. 2010 yılının şubat ayında Fransa’da Ecole Nationale Strasbourg de Architecture’da üç ay eğitim gördü. Şu an Dokuz Eylül Üniversitesi’nde görevine devam eden Ayhan Selçuk; trafik kaynaklı titreşimler, ulaşım planlaması ve sayısal modeller konularında çalışmalar yapmaktadır.

Doç. Dr. K. Mert Çubukçu: 1975 Yılında Ankara’da doğdu. Lisans öğrenimini Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü’nde, yüksek lisans ve doktora öğrenimini Ohio Eyalet Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü’nde tamamladı. Başta Journal of Transport Geography, The Annals of Regional Science, Applied Geography, Studies in Regional and Urban Planning, International Journal of Education Policy and Leadership, A|Z ITU, Planlama ve Yapı olmak üzere pek çok yerli ve yabancı dergide makaleleri yayımlanmış olan Çubukçu’nun “Planlamada Klasik Sayısal Yöntemler” adlı kitabı ODTÜ Yayıncılık tarafından 2008 yılında yayımlanmıştır. Çubukçu, şu anda İzmir’de Dokuz Eylül Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü’nde öğretim üyesi olarak ve İzmir 2 Nolu Kültür Varlıklarını Koruma Kurulu’nda Kurul Başkanı olarak görev yapmaktadır. Çubukçu, evli ve bir çocuk babasıdır.